



# HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ

## EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı

Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Programı

### AÇIMLAYICI FAKTÖR ANALİZİNDE FAKTÖR SAYISI BELİRLEME YÖNTEMLERİNİN ÇEŞİTLİ KOŞULLAR ALTINDA KARŞILAŞTIRILMASI

Tugay KAÇAK

Yüksek Lisans Tezi

Ankara, 2024

Liderlik, araştırma, inovasyon, kaliteli eğitim ve değişim ile

*Daha ileriye... En iyiye...*



# HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı

Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Programı

AÇIMLAYICI FAKTÖR ANALİZİNDE FAKTÖR SAYISI BELİRLEME YÖNTEMLERİNİN  
ÇEŞİTLİ KOŞULLAR ALTINDA KARŞILAŞTIRILMASI

COMPARISON OF FACTOR RETENTION METHODS IN EXPLORATORY FACTOR  
ANALYSIS UNDER VARIOUS CONDITIONS

Tugay KAÇAK

Yüksek Lisans Tezi

Ankara, 2024

## Kabul ve Onay

Eğitim Bilimleri Enstitüsü M¼d¼rl¼đ¼ne,

Tugay KAÇAK'nın hazırladığı "Açımlayıcı Fakt¼r Analizinde Fakt¼r Sayısı Belirleme Y¼ntemlerinin Çeşitli Koşullar Altında Karşılaştırılması" başlıklı bu çalışma j¼rimiz tarafından **Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı, Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

J¼ri Başkanı

Doç. Dr. Erg¼l DEMİR

J¼ri Üyesi (Danışman)

Prof. Dr. Duygu ANIL

J¼ri Üyesi

Doç. Dr. Abdullah Faruk KILIÇ

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisans¼st¼ Eğitim, Öğretim ve Sınav Y¼netmeliđi'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki j¼ri üyeleri tarafından 24 / 06 / 2024 tarihinde uygun gör¼lm¼ř ve Enstit¼ Y¼netim Kurulunca ..... / ..... / ..... tarihi itibarıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. İsmail Hakkı MİRİCİ

Eğitim Bilimleri Enstitüsü M¼d¼r¼

## Öz

Bu araştırmada, açımlayıcı faktör analizinde faktör sayısı belirleme yöntemlerinin (MAP, MAP4, Hull, EGA-TMFG ve Factor Forest) yakınsama oranı, doğru tahmin yüzdesi ve görelî yanlılık değerleri açısından karşılaştırılması hedeflenmiştir. Monte Carlo simülasyonu olarak gerçekleştirilen bu çalışmada simülasyon koşulları örneklem büyüklüğü (200, 500, 1000), madde puanlarının kategori sayısı (3, 5 ve 7), test uzunluğu (8 ve 16 madde), ölçme modeli (tek faktörlü, ilişkisiz iki faktörlü ve ilişkili iki faktörlü), madde puanlarının dağılımı (sağa çarpık, normal, sola çarpık) ve ortalama faktör yükü (0.40, 0.60 ve 0.80) olarak belirlenmiştir. Tam aprazlanmış simülasyon desenine göre toplamda 486 simülasyon koşulunun her biri için 1000 replikasyon yapılmıştır. Araştırma sonucunda incelenen yöntemlerin yakınsama sorunu olmadığı belirlenmiştir. Yöntemlerden elde edilen doğru tahmin yüzdesi ve görelî yanlılık değerleri üzerinde örneklem büyüklüğü ve ortalama faktör yükünün artmasının olumlu etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Tek faktörlü ve iki faktörlü yapıları belirlemede yöntemler arası farklılık gözlenmiştir. Yöntemlerin yüksek doğrulukla ve düşük yanlılıkla kestirim yaptığı koşullar birbirinden farklılaşmıştır. Bu durum birden fazla faktör sayısı belirleme yönteminin kullanılmasının ve yöntemlerin uyumunun incelenmesinin önemine işaret etmiştir. Bu nedenle açıkça tüm koşullarda doğru ve yansız çalışan bir yöntem olmamasına rağmen farklı koşullar için iyi çalışan yöntemler tartışılmıştır.

**Anahtar sözcükler:** açımlayıcı faktör analizi, faktör sayısı belirleme, simülasyon alışması, kategorik veri

## Abstract

In this study, it was aimed to compare the factor retention methods (MAP, MAP4, Hull, EGA-TMFG and Factor Forest) in terms of convergence rate, percent correct and relative bias value. In this Monte Carlo simulation study, simulation conditions were determined as sample size (200, 500, 1000), number of categories of item scores (3, 5 and 7), test length (8 and 16 items), measurement model (unidimensional, orthogonal two-factors and oblique two-factors), distribution of item scores (right-skewed, normal, left-skewed) and average factor loading (0.40, 0.60 and 0.80). According to the fully crossed simulation design, 1000 replications were performed for each of the 486 simulation conditions. As a result of the research, it was determined that none of the methods have convergence problem. It was determined that the increase in sample size and average factor loading had a positive effect on percent correct and relative bias values. Differences were observed between the methods in identifying unidimensional and two-factors. The conditions under which the methods predicted with high accuracy and less bias differed from each other. This situation pointed out the importance of using more than one factor retention method and examining the compatibility of the methods. There is no single method that works accurately and unbiased under all conditions, therefore methods that work well for different conditions have been discussed.

**Keywords:** exploratory factor analysis, factor retention, simulation study, categorical data

## Teşekkür

Yüksek lisans eğitimim süresince ve tez çalışmam boyunca her konuda desteğini esirgemeyen, neşesini eksiltmeyen ve paylaşarak artıran, kıymetli görüşleri ve öneriyle yol gösteren, değerli hocam ve danışmanım Prof. Dr. Duygu ANIL'a,

Bilgi ve birikimleriyle beni yetiştiren, bu yolda ilerlememe sonsuz destek sunan ve yol gösteren aynı zamanda jürimde bulunarak çalışmamın ilerlemesine katkı sağlayan kıymetli hocam Doç. Dr. Abdullah Faruk KILIÇ'a,

Jürimde bulunarak değerli görüş ve önerileriyle çalışmamın ilerlemesine katkı sağlayan Doç. Dr. Ergül DEMİR'e,

Çalışmam boyunca destek veren ve cesaret veren, bilgilerini ve tecrübelerini esirgemeyen değerleri hocalarım Prof. Dr. Meltem ACAR GÜVENDİR, Doç. Dr. Gül GÜLER ve Dr. Öğr. Üyesi Mehtap AKTAŞ'a,

Bugünlere gelip öncelikle örnek bir birey sonrasında bir bilim insanı olabilmem için beni sonsuz destekleyen ve her fırsatta sunan birikimlerini paylaşan, yolumu aydınlatan değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül ERYILMAZ ÇEVİRGEN'e,

Tüm sıkıntılı ve zor anlar ile birlikte mutlu anlarımı da paylaştığım, desteğini sonsuz hissettiğim değerli abim Rıza DİKKAŞ'a,

Süreç boyunca birlikte hem zorlu hem de mutlu anlara ortak olduğumuz değerli arkadaşlarım Arş. Gör. Gizem EKİCİ, Arş. Gör. Buse BAĞIŞLAYAN, Arş. Gör. Ezgi AVCI, Arş. Gör. Aslı Ece KOÇAK, Arş. Gör. Ertuğrul Alper KURBAN ve Arş. Gör. Fatmagül GÜRBÜZ'e,

Her anda ve koşulda bana desteğini ve sevgisini sunan, bana ve hedeflerime inanan, yetişmem ve eğitim görmemiz için tüm zorluklara katlanan değerli annem Kıymet KAÇAK ve babam Recep KAÇAK'a teşekkürlerimi sunarım.

## İçindekiler

Kabul ve Onay.....	ii
Öz.....	iii
Abstract.....	iv
Teşekkür.....	v
Tablolar Dizini.....	ix
Şekiller Dizini.....	xi
Simgeler ve Kısaltmalar Dizini.....	xii
Bölüm 1 Giriş.....	1
Problem Durumu.....	1
Araştırmanın Amacı ve Önemi.....	3
Araştırma Problemi.....	5
Sınırlılıklar.....	6
Bölüm 2 Araştırmanın Kuramsal Temeli ve İlgili Araştırmalar.....	7
Geçerlik Kavramı ve Türleri.....	7
Yapı Geçerliği İçin Faktör Analizi.....	10
Faktör Analizi.....	11
İlgili Araştırmalar.....	27
Bölüm 3 Yöntem.....	34
Araştırmanın Türü.....	34
Araştırmanın Deseni.....	34
Verilerin Üretilmesi.....	39
Verilerin Analizi.....	40
Bölüm 4 Bulgular, Yorumlar ve Tartışma.....	44
Tartışma.....	115
Bölüm 5 Sonuç ve Öneriler.....	120
Sonuçlar.....	120



Öneriler .....	123
Kaynaklar .....	125
EK-A: Üretilen Veri Setlerinin Ortalama Çarpıklık Değerleri .....	142
EK-B: Madde Puanlarının Üç Kategorili Olduğu Tek Faktörlü Yapılarda DTY Değerleri.....	145
EK-C: Madde Puanlarının Beş Kategorili Olduğu Tek Faktörlü Yapılarda DTY Değerleri.....	146
EK-Ç: Madde Puanlarının Yedi Kategorili Olduğu Tek Faktörlü Yapılarda DTY Değerleri.....	147
EK-D: Madde Puanlarının Üç Kategorili Olduğu İlişkisiz İki Faktörlü Yapılarda DTY Değerleri.....	148
EK-E: Madde Puanlarının Beş Kategorili Olduğu İlişkisiz İki Faktörlü Yapılarda DTY Değerleri.....	149
EK-F: Madde Puanlarının Yedi Kategorili Olduğu İlişkisiz İki Faktörlü Yapılarda DTY Değerleri.....	150
EK-G: Madde Puanlarının Üç Kategorili Olduğu İlişkili İki Faktörlü Yapılarda DTY Değerleri.....	151
EK-Ğ: Madde Puanlarının Beş Kategorili Olduğu İlişkili İki Faktörlü Yapılarda DTY Değerleri.....	152
EK-H: Madde Puanlarının Yedi Kategorili Olduğu İlişkili İki Faktörlü Yapılarda DTY Değerleri.....	153
EK-I: Madde Puanlarının Üç Kategorili Olduğu Tek Faktörlü Yapılarda GY Değerleri .....	154
EK-İ: Madde Puanlarının Beş Kategorili Olduğu Tek Faktörlü Yapılarda GY Değerleri.....	155
EK-J: Madde Puanlarının Yedi Kategorili Olduğu Tek Faktörlü Yapılarda GY Değerleri.....	156
EK-K: Madde Puanlarının Üç Kategorili Olduğu İlişkisiz İki Faktörlü Yapılarda GY Değerleri.....	157

EK-L: Madde Puanlarının Beş Kategorili Olduğu İlişkisiz İki Faktörlü Yapılarda GY Değerleri.....	158
EK-M: Madde Puanlarının Yedi Kategorili Olduğu İlişkisiz İki Faktörlü Yapılarda GY Değerleri.....	159
EK-N: Madde Puanlarının Üç Kategorili Olduğu İlişkili İki Faktörlü Yapılarda GY Değerleri.....	160
EK-O: Madde Puanlarının Beş Kategorili Olduğu İlişkili İki Faktörlü Yapılarda GY Değerleri.....	161
EK-Ö: Madde Puanlarının Yedi Kategorili Olduğu İlişkili İki Faktörlü Yapılarda GY Değerleri.....	162
EK-P: Araştırma Etik Komisyon İzin Muafiyeti Formu/ Araştırma Etik Komisyonu Onay Bildirimi .....	163
EK-R: Etik Beyanı.....	164
EK-S: Yüksek Lisans/Doktora Tez Çalışması Orijinallik Raporu .....	165
EK-Ş: Thesis/Dissertation Originality Report .....	166
EK-T: Yayımlama ve Fikrî Mülkiyet Hakları Beyanı .....	167

## Tablolar Dizini

<b>Tablo 1</b> <i>Simülasyon Faktörleri</i> .....	35
<b>Tablo 2</b> <i>Eşik Değerleri</i> .....	40
<b>Tablo 3</b> <i>Simülasyon Faktörlerinin YO Değerleri Üzerindeki Etkisinin ANOVA ile Analizi</i> .....	45
<b>Tablo 4</b> <i>Madde Puanlarının Üç Kategorili Olduğu Tek Boyutlu Yapılarda DTY Değerleri</i> .....	47
<b>Tablo 5</b> <i>Madde Puanlarının Beş Kategorili Olduğu Tek Boyutlu Yapılarda DTY Değerleri</i> .....	50
<b>Tablo 6</b> <i>Madde Puanlarının Yedi Kategorili Olduğu Tek Faktörlü Yapılarda DTY Değerleri</i> .....	53
<b>Tablo 7</b> <i>Madde Puanlarının Üç Kategorili Olduğu İlişkisiz İki Boyutlu Yapılarda DTY Değerleri</i> .....	57
<b>Tablo 8</b> <i>Madde Puanlarının Beş Kategorili Olduğu İlişkisiz İki Boyutlu Yapılarda DTY Değerleri</i> .....	60
<b>Tablo 9</b> <i>Madde Puanlarının Yedi Kategorili Olduğu İlişkisiz İki Boyutlu Yapılarda DTY Değerleri</i> .....	63
<b>Tablo 10</b> <i>Madde Puanlarının Üç Kategorili Olduğu İlişkili İki Boyutlu Yapılarda DTY Değerleri</i> .....	68
<b>Tablo 11</b> <i>Madde Puanlarının Beş Kategorili Olduğu İlişkili İki Boyutlu Yapılarda DTY Değerleri</i> .....	71
<b>Tablo 12</b> <i>Madde Puanlarının Yedi Kategorili Olduğu İlişkili İki Boyutlu Yapılarda DTY Değerleri</i> .....	74
<b>Tablo 13</b> <i>Simülasyon Faktörlerinin DTY Değerleri Üzerindeki Etkisinin ANOVA ile Analizi</i> .....	78
<b>Tablo 14</b> <i>Madde Puanlarının Üç Kategorili Olduğu Tek Faktörlü Yapılarda GY Değerleri</i> .....	81
<b>Tablo 15</b> <i>Madde Puanlarının Beş Kategorili Olduğu Tek Faktörlü Yapılarda GY Değerleri</i> .....	85
<b>Tablo 16</b> <i>Madde Puanlarının Yedi Kategorili Olduğu Tek Faktörlü Yapılarda GY Değerleri</i> .....	89
<b>Tablo 17</b> <i>Madde Puanlarının Üç Kategorili Olduğu İlişkisiz İki Boyutlu Yapılarda GY Değerleri</i> .....	93

<b>Tablo 18</b> <i>Madde Puanlarının Beş Kategorili Olduğu İlişkisiz İki Boyutlu Yapılarda GY Değerleri</i> .....	96
<b>Tablo 19</b> <i>Madde Puanlarının Yedi Kategorili Olduğu İlişkisiz İki Boyutlu Yapılarda GY Değerleri</i> .....	100
<b>Tablo 20</b> <i>Madde Puanlarının Üç Kategorili Olduğu İlişkili İki Boyutlu Yapılarda GY Değerleri</i> .....	104
<b>Tablo 21</b> <i>Madde Puanlarının Beş Kategorili Olduğu İlişkisiz İki Boyutlu Yapılarda GY Değerleri</i> .....	107
<b>Tablo 22</b> <i>Madde Puanlarının Yedi Kategorili Olduğu İlişkili İki Boyutlu Yapılarda GY Değerleri</i> .....	111
<b>Tablo 23</b> <i>Simülasyon Faktörlerinin GY Değerleri Üzerindeki Etkisinin Tek Yönlü ANOVA ile Analizi</i> .....	113

## Şekiller Dizini

<b>Şekil 1 Ortak Faktör Modeli</b> .....	13
<b>Şekil 2 Hull Grafiği Örneği</b> .....	23
<b>Şekil 3 Tipik Bir EGA Grafiği</b> .....	25
<b>Şekil 4 Replikasyonların Tamamında Yöntemlerin Yakınsama Sayıları</b> .....	45
<b>Şekil 5 Tek Faktörlü Yapılarda Yöntemlerin DTY Değerleri</b> .....	46
<b>Şekil 6 İlişkisiz İki Faktörlü Yapılarda Yöntemlerin DTY Değerleri</b> .....	56
<b>Şekil 7 İlişkili İki Faktörlü Yapılarda Yöntemlerin DTY Değerleri</b> .....	67
<b>Şekil 8 Tek Faktörlü Yapılarda Yöntemlerin GY Değerleri</b> .....	80
<b>Şekil 9 İlişkisiz İki Faktörlü Yapılarda Yöntemlerin GY Değerleri</b> .....	92
<b>Şekil 10 İlişkili İki Faktörlü Yapılarda Yöntemlerin GY Değerleri</b> .....	103

## Simgeler ve Kısaltmalar Dizini

**AFA:** Açımlayıcı Faktör Analizi (Exploratory Factor Analysis)

**CD:** Karşılaştırmalı Veriler (Comparison Data)

**CDF:** Karşılaştırma Veriler Ormanı (Comparison Data Forest)

**DFA:** Doğrulamalı Faktör Analizi (Confirmatory Factor Analysis)

**EGA-BGGM:** Açımlayıcı Grafik Analizi – Bayesci Gauss Grafik Modeli (Exploratory Graph Analysis – Bayesian Gauss Graphical Model)

**EGA-TMFG:** Açımlayıcı Grafik Analizi – Üçgenleştirilmiş Maksimum Filtreli Grafik (Exploratory Graph Analysis – Triangulated Maximally Filtered Graph)

**EMPKC:** Ampirik Kaiser-Guttman Kriteri (Empirical Kaiser-Guttman Criterion)

**FF:** Faktör Ormanı (Factor Forest)

**GGM:** Gauss Grafik Modeli (Gaussian Graph Model)

**KGC:** Kaiser-Guttman Kriteri (Kaiser-Guttman Criterion)

**MAP:** Kısmî Korelasyonların Ortalamasının En Küçüğü (Minimum Average Partial)

**MAP4:** Kısmî Korelasyonların Ortalamasının En Küçüğü - 4 (Minimum Average Partial-4)

## Bölüm 1

### Giriş

Bu bölümde araştırmanın problem durumu, amacı ve önemi ile problem cümlesi ve alt problemlerine yer verilmiştir.

#### Problem Durumu

Birçok bilim alanında olduğu gibi eğitim de bir sistem olarak ele alındığında çok sayıda alt sistem, bileşen ya da yapılardan meydana gelir. Ana sistemi anlayabilmek, geliştirmek ve değiştirmekle birlikte sürekliliğini sağlamak, diğer sistemlerle ilişkisini inceleyebilmek için sistemleri oluşturan alt unsurların doğru bir biçimde belirlenmesi gerekir. Somut alt sistem, bileşen ya da yapıları incelemek birçok bilim dalında mümkün olsa da eğitim bilimleri araştırmalarına konu olan birçok psikolojik özellik soyut ve gizlidir. Motivasyon, zekâ, tutum, kaygı gibi özellikler eğitim bilimlerinde üzerinde çalışılan psikolojik özelliklere örnek olarak gösterilebilir. Bu soyut ve gizil özellikleri doğrudan incelemek çoğunlukla mümkün değildir. Gizil özellikleri açıklamak için ilgilenilen özellik ile ilişkili birçok somut, gerçek olay ve gözlemlenebilir davranışlardan sıkça faydalanılır. Psikolojik testler, bu gözlemlere ilişkin ölçümler yapabilmek için geliştirilen maddeleri içerir. Psikolojik testlerin en temel özelliklerinden biri, psikometrik bir özellik olan geçerliktir (Anastasi, 1976; L. Cohen vd., 2018; Creswell & Creswell, 2023; Fraenkel vd., 2012; Nunnally & Bernstein, 1994). Geçerlik, ölçme aracının ölçülmesi hedeflenen özelliği ne kadar iyi ölçtüğü ile doğrudan ilgilidir (Anastasi, 1976). Bu nedenle geçerli ölçümler yapmak ilgilenilen özellik ile ilgili alınacak kararların geçerliği açısından önem arz eder.

Psikolojik testlere ilişkin geçerliğine yönelik kanıt toplamak için çeşitli yöntemler mevcuttur. Testin kapsamı, iç yapısı, yanıtlama/puanlama anı ve süreci, diğer değişkenler ile ilişkisi bunlara örnektir (Anastasi, 1976; Cai, 2013; Downing & Haladyna, 2006; Nunnally & Bernstein, 1994). Psikolojik testlerde ölçülmek istenen özelliğin doğru tanımlanması ve ölçülmesi yapı geçerliğinin sağlanmasını sağlayacaktır. Yapı bilim insanlarıncâ “inşa edilmiş”, soyut bir özelliğe ilişkin kuramsal çerçeveye dayanır. Yapı geçerliğini

araştırabilmek için de öncelikle bu kuramsal çerçevenin etraflıca ele alınması gerekir. Psikolojik yapıyı açıklayan kuramsal çerçeveler, gözlemlenen değişkenlerden yani özelliğe ilişkin göstergelerden yararlanır. Bu nedenle yapı geçerliği çalışmaları bir açıdan psikolojik testlerde yer alan göstergeleri (maddeleri) de test edecek ve kapsam geçerliği ile etkileşim gösterecektir. Dolayısıyla yapı geçerliği, gözlenenlerden yola çıkarak gözlenemeyen değişkenleri açıklamak ile ilgilidir (Guilford, 1954; Nunnally & Bernstein, 1994).

Yapı geçerliğine kanıt toplamak için sıkça kullanılan istatistiksel yöntemlerden biri faktör analizidir (Anastasi, 1976; Büyüköztürk vd., 2017; L. Cohen vd., 2018; Hair, 2014; Nunnally & Bernstein, 1994; Tabachnick & Fidell, 2013). Faktör analizi, çok sayıda değişkenden yola çıkarak daha az sayıda değişken elde etmeyi amaçlar. Bu açıdan gözlenen değişkenlerden yola çıkarak (çok sayıda madde ile) gözlenemeyen değişkeni ya da değişkenleri saptamak (gizil değişken ya da değişkenleri) için uygun bir yöntemdir (Costello & Osborne, 2005). Faktör analizi, matematiksel ve istatistiksel temellere dayanması nedeniyle işlem yapılan birçok değişkenden de etkilenmektedir. Kapsam geçerliği, ölçüt yapıların doğru ölçülememesi ya da seçilememesi gibi olası yanlışlıkları ortadan kaldırmak amacıyla daha yansız ve tekrar edilebilir matematiksel modellemeler yapma ihtiyacı faktör analizi çalışmalarını da geliştirmeye zorlamıştır (Albayrak, 2006). Psikolojik testin ölçmeyi hedeflediği yapıyı ortaya koymak için açımlayıcı faktör analizi (AFA), daha önce ölçmeyi hedeflediği yapı belirlenmiş ve bu yapı doğrulanmak isteniyorsa doğrulayıcı faktör analizi (DFA) gerçekleştirilir (Brown, 2015). Bu araştırmada odak nokta olarak AFA belirlenmiştir. Araştırmanın, AFA'nın geliştirilmesi ve ilerletilmesi sürecinde araştırmacılar tarafından diğer araştırmacıların kullanımına sunulan birçok yöntemin performansına ışık tutmayı hedeflemesi açısından alanyazına katkı sunacağı düşünülmektedir. Son yıllarda birçok ölçeğin kısa versiyonlarının geliştirilmesi (Moore vd., 2002), psikolojik özelliklerin daha iyi tanımlanması ve ortaya çıkarılması için uygun yanıt kategori sayısının araştırılması (Adelson & McCoach, 2010; Leung, 2011; Xu & Leung, 2018), küçük yaş grupları için uyarlamalar yapma ve uygun kategori sayısını belirleme (Alan



& Atalay Kabasakal, 2020; Burton vd., 2021; Mellor & Moore, 2014; Van Laerhoven vd., 2004) gibi araştırmalar mevcut yöntemlerin özellikle kısa testlerde, çok faktörlü ilişkili yapılarda, tanı gruplarını temsilen çarpık veri setlerinde nasıl performans göstereceğinin belirlenmesini önemli hale getirmektedir.

Bu araştırma, bir Monte Carlo simülasyon çalışması olarak planlanması nedeniyle araştırma çerçevesinde belirlenen simülasyon koşulları ve üretilen veriler ile sınırlılık göstermektedir. Gerçek denemelerde karşılaşılabilecek birçok koşulun simülasyon çalışmalarında test edilebilmesi, veri toplama sürecinin veri kaybı, zaman vb. birçok maliyeti düşünöldüğünde simülasyon çalışmalarının önemini artırmaktadır.

### **Araştırmanın Amacı ve Önemi**

Bu araştırmanın amacı, açıklayıcı faktör analizinde faktör sayısı belirlemek için kullanılan Kısmî Korelasyonların Ortalamasının En Küçüğü (Minimum Average Partial), Kısmî Korelasyonların Ortalamasının En Küçüğü - 4 (Minimum Average Partial - 4), Hull, Açıklayıcı Grafik Analizi – Üçgenleştirilmiş Maksimum Filtreli Grafik (Exploratory Graph Analysis – Triangulated Maximally Filtered Graph) ve Faktör Ormanı (Factor Forest) yöntemlerini belirlenen simülasyon koşullarına göre bağımlı değişkenler olan doğru tahmin yüzdesi ve görelî yanlılık açısından karşılaştırılmasıdır. Araştırmada belirlenen simülasyon faktörleri; kategori sayısı (3, 5, 7), test uzunluğu (8, 16), maddelerin dağılımı (sağa çarpık, normal ve sola çarpık), ölçme modeli (1 faktörlü, ilişkisiz 2 faktörlü, ilişkili 2 faktörlü), ortalama faktör yükü (0.40, 0.60 ve 0.80), örneklem büyüklüğüdür (200, 500, 1000).

Açıklayıcı faktör analizinde faktör sayısının doğru belirlenmesi hem yapının tanımlanması hem de yeniden üretilebilirlik açısından önem taşımaktadır. Yöntemlerin performansı referans aldıkları teorik ve matematiksel temel doğrultusunda veri setindeki birçok özellikten etkilenmektedir. Faktör sayısının olduğundan az ya da çok belirlenmesi yapı geçerliği için tehdit oluşturmaktadır. Thurstone (1947), her ne kadar daha basit yapılara erişmeyi faktör analizi için merkeze almayı önerse de çok faktörlü, bi-faktör ya da çok düzeyli karmaşık yapılarla da karşılaşılabılır. Bu durumda en basit yapıyı, pratik olarak tek

faktörlü, elde etmeye odaklanmak birçok geçerlik sorununa ve veriye aşırı uyum gösterme problemlerine de yol açacaktır. Her koşulda doğru faktör sayısını tahmin edebilecek tek bir faktör sayısı belirleme yönteminin günümüzde hala geliştirilememiş olması (Fabrigar vd., 1999; Goretzko vd., 2019; Henson & Roberts, 2006; Hinkin, 1995) nedeniyle birden çok yöntemden yararlanmanın zorunluluk haline geldiği söylenebilir. Birçok istatistiksel yazılımda Kaiser-Guttman Kuralı ve Yamaç Birikinti Grafiği otomatik raporlanıyor olsa da bu yöntemlerin sınırlılıkları da oldukça açıktır. Bu nedenle araştırmacıların kullanımına sunulan yöntemlerin performanslarının nasıl olduğunun belirlenmesinin ölçek geliştirme ve uyarlama çalışmalarında önemli bir yer kapladığı söylenebilir. Faktör sayısını belirlemek için makine öğrenmesi, ağ psikometrisi veya numerik analizlere dayalı birçok yöntem geliştirilmiş ve performansları çeşitli koşullarda karşılaştırılmıştır (Caron, 2019; Y.-L. Chen & Weng, 2023; Cosemans vd., 2021; Garrido vd., 2011; Golino vd., 2020; Golino & Epskamp, 2017; Goretzko & Bühner, 2020, 2022; Güler & Kılıç, 2023; Jiménez vd., 2023; Kılıç & Uysal, 2019; Lorenzo-Seva vd., 2011; Nasser vd., 2002; Ruscio & Roche, 2012; Timmerman & Lorenzo-Seva, 2011). Aynı zamanda yöntemlerin birbiri ile uyumunu da odaklanan çalışmalar mevcuttur (Auerswald & Moshagen, 2019; Goretzko vd., 2019; Goretzko & Ruscio, 2023). Literatürde yer alan araştırmalar değişkenlerin kategori sayısına, sürekli kabul edilip edilmemesine, çapraz yüklenme durumuna, ortalama faktör yüküne, örneklem büyüklüğü, faktör başına düşen madde sayısı ve faktör sayısına odaklanmıştır. Araştırmalarda değişkenlerin aşırı çarpık dağılım gösterdiği yalnızca bir çalışma bulunmaktadır (Güler & Kılıç, 2023). Aynı zamanda 7 kategorili değişkenleri inceleyen çalışmalar da Pearson korelasyon matrisi kullanılmıştır. Psikolojik özellikleri ortaya çıkarmak için gözlemlerin kaç kategoride yapılmasının uygun olduğu konusunda farklı görüşler bulunur (Carifio & Perla, 2007; Finney & DiStefano, 2013, 2013; Likert, 1932; Rhemtulla vd., 2012). Her ne kadar 5 ve üzeri kategori sayısı olması durumunda değişkenlerin sürekli kabul edilebileceği görüşü yaygın olsa da gizil yapıyı daha iyi temsil eden korelasyon Polikorik korelasyon matrisidir (Holgado–Tello vd., 2010). Bu nedenle çalışmada tüm değişkenlerin olduğu hali ile kategorik kabul edilmesi ve Polikorik korelasyon

matrisi kullanılması açısından öne çıkmaktadır. Bu bağlamda araştırmanın AFA'da faktör sayısı belirleme yöntemlerinin geleneksel olarak adlandırılabilen MAP ve MAP4 yöntemleri ile model-veri uyumuna odaklanan Hull yöntemi, ağ psikometrisine dayanan EGA-TMFG ve PA, EMPKC ve KGC yöntemlerine ilişkin bilgileri de içeren FF yönteminin bir arada karşılaştırılan çalışmanın bulunmaması nedeniyle önem kazandığı düşünülmektedir. Araştırmanın faktör sayısı belirlemek için araştırmacılara yöntem seçimi konusunda yol gösterici olması öngörülmektedir.

### **Araştırma Problemi**

Açımlayıcı faktör analizinde faktör sayısı belirlemek için kullanılan Kısmî Korelasyonların Ortalamasının En Küçüğü (Minimum Average Partial), Kısmî Korelasyonların Ortalamasının En Küçüğü - 4 (Minimum Average Partial - 4), Hull, Açımlayıcı Grafik Analizi – Üçgenleştirilmiş Maksimum Filtreli Grafik (Exploratory Graph Analysis – Triangulated Maximally Filtered Graph) ve Faktör Ormanı (Factor Forest) yöntemlerinin belirlenen simülasyon koşulları için yakınsama oranı (YO), doğru tahmin yüzdesi (DTY) ve görelî yanlılık (GY) değerleri nasıldır?

### **Alt Problemler**

Problem cümlesine yönelik alt problemler şu şekildedir: Açımlayıcı faktör analizinde faktör sayısı belirlemek için kullanılan Kısmî Korelasyonların Ortalamasının En Küçüğü (Minimum Average Partial), Kısmî Korelasyonların Ortalamasının En Küçüğü - 4 (Minimum Average Partial - 4), Hull, Açımlayıcı Grafik Analizi – Üçgenleştirilmiş Maksimum Filtreli Grafik (Exploratory Graph Analysis – Triangulated Maximally Filtered Graph) ve Faktör Ormanı (Factor Forest) yöntemlerinin belirlenen madde puanlarının kategori sayısı, test uzunluğu, madde puanlarının dağılımı, ölçme modeli ve örneklem büyüklüğü faktörlerinin tüm koşulları için;

1. Yakınsama Oranı (YO),
2. Doğru Tahmin Yüzdesi (DTY),

3. Görelî Yanlılık (GY) değerleri nasıldır?

### **Sınırlılıklar**

Bu araştırma, araştırma kapsamında belirlenen simülasyon koşulları ile sınırlıdır.

## Bölüm 2

### Araştırmanın Kuramsal Temeli ve İlgili Araştırmalar

#### Geçerlik Kavramı ve Türleri

Birçok disiplinde geçerlik kavramına, araştırmaların niteliğine bir işaret olarak yer verilmektedir. Psikometri açısından geçerlik, ölçme aracının ölçmeyi hedeflediği şeyi (çoğunlukla psikolojik yapıyı) ne kadar iyi ölçtüğü ile ilişkilidir (Anastasi, 1976; Hair, 2014; Nunnally & Bernstein, 1994). Bir testin, ölçmeyi hedeflediği şeyi gerçekten ne kadar ölçtüğünü bilmek için geçerliğin ortaya konması bir kanıt toplama süreci olarak değerlendirilebilir (Clausen-May, 2001; L. Cohen vd., 2018). Bu nedenle geçerliğin kanıtlanması ampirik çalışmalar sonucunda gerçekleşir. Geçerliğe ilişkin kanıtların yetersizliği bir başka deyişle düşük geçerlik, araştırmanın da değersiz olacağına göstergedir (L. Cohen vd., 2018).

Geçerlik kavramının tarihsel gelişimi ve geçerliğin tanımlanmasına yönelik yaklaşımlar incelendiğinde çoğunlukla genel anlamda test-yapı ilişkisine vurgu yapılmıştır. İlk çalışmalarda ise geçerlik kavramı çoğunlukla ölçüte dayalı geçerlik ile daha yakın biçimde tanımlanmıştır. Ölçüt kabul edilen testten alınan puanlar ile mevcut testten alınan puanlar arasındaki uyum bir geçerlik kanıtı olarak değerlendirilmiştir. Bu yaklaşım günümüzde ölçüt geçerliği altında yordama geçerliği olarak ele alınır ve içeriği büyük bir değişime uğramamıştır. Yordama geçerliği, mevcut test puanlarının ileri bir zamanda alınacak ölçüt puan ile korelasyonuna dayanır. Uygunluk geçerliği ya da zamandaş/eşzamanlı geçerlik ise mevcut test puanı ile benzer özelliği ölçtüğü düşünülen testten alınan puanların daha yakın zaman aralığında ya da aynı anda ölçülmesi ile elde edilir. Geçerliğe ilişkin pek çok kanıt türü bulunmaktadır. Bu kanıt türleri, mevcut test puanlarının hangi açıdan geçerli olduğuna dair farklı yorumlar getirmeyi sağlar. Geçerlik türleriyle ilgili kaynaklarda birçok sınıflama görülmektedir (American Educational Research Association (AERA), the American Psychological Association (APA) ve National Council on Measurement in Education (NCME), 2014; Anastasi, 1976; L. Cohen vd., 2018; Creswell &

Creswell, 2023; Fraenkel vd., 2012; Hair, 2014; Maxwell, 1992; Nunnally & Bernstein, 1994). Bazı geçerlik türleri, diğer geçerlik türlerinin altında sınıflandırılrsa da genel anlamda geçerlik için ortak başlıklar “kapsam geçerliği”, “yapı geçerliği” ve “ölçüt geçerliği”dir.

Psikometri açısından testler aracılığıyla bireylere ait psikolojik özellikler ölçülür. Geçerliği sağlayabilmek için bu psikolojik özellikleri yansıtan maddeler testte yer almalıdır. Bu açıdan bakıldığında testte psikolojik özelliği iyi temsil edecek maddelerin bulunması geçerlik için bir öncelik olup kapsam geçerliği olarak ele alınır (Anastasi, 1976; L. Cohen vd., 2018; Downing & Haladyna, 2006; Nunnally & Bernstein, 1994). Kapsam geçerliği, ölçme aracının (testin) kapsadığı iddia edilen özelliğe ilişkin davranışları iyi temsil etmesi ile sağlanabilir (L. Cohen vd., 2018). Örneğin başarı testleri için maddelerin hangi konu alanı ile ilişki olduğu belirtke tablosu ile sağlanmaya çalışılır (Anastasi, 1976). Kapsam geçerliği sağlamanın zorluklarından ilki psikolojik özelliği yansıtacak davranış örnekleminin seçilmesi ve bunları yansıtacak maddelerin uygun biçimde yazılmasıdır (Anastasi, 1976). Bu nedenle kapsam geçerliği, test uygulanmadan önce belirlenir. Yalnızca test uygulanmadan önce uzmanların görüşleri, madde-kazanım (hedef) ilişkisinin ortaya konması kapsam geçerliği için yeterli olmayabilir. Kapsam geçerliğinin sağlanması ile ilgili bir diğer zorluk ise ölçülmek istenen yapıya karışan ilgisiz ya da çok düşük ilgili faktörlerdir. Örneğin bir matematik dersinde öğrencilere yöneltilen problemde örtük olarak akıcı okuma becerisi de ölçülmüş olur ancak ölçülmek istenen özelliğe ilişkin önemli bir kısmı oluşturmaz. Bir Türkçe dersinde öğrencilerin okuduğunu anlama becerilerini ölçmek istediğimizde ise bu beceri, özelliğe ilişkin önemli bir kısmı oluşturacaktır. Bu nedenle kapsam geçerliğinin sağlanması için ölçülmek istenen özelliğin iyi tanımlanması gerekir (Anastasi, 1976; L. Cohen vd., 2018; Hair, 2014).

Ölçüt geçerliği, testin sonuçları ile başka bir ölçme aracından elde edilen sonuçların karşılaştırılmasıdır (L. Cohen vd., 2018). Bu amaçla test ile ölçülmek istenilen özelliği ölçtüğü düşünülen -diş- bir ölçüt seçilir. Bu ölçütün nasıl seçileceği (Nunnally & Bernstein, 1994), hedef özelliği gerçekten ne düzeyde geçerli ölçtüğü konusunda (Clausen-May, 2001)

pratik problemler mevcuttur. Ölçüt geçerliği yordama geçerliği ve uygunluk/eşzamanlı geçerlik olarak iki alt başlıkta incelenir. Yordama geçerliği, testten alınan puanın ilerleyen zamanda başka bir durumdaki puanın ya da davranış yüksek doğrulukla kestirilmesi ile ilgilidir (Anastasi, 1976; L. Cohen vd., 2018; Nunnally & Bernstein, 1994). Kriter puan test puanından önce ya da birlikte edildiği ve sonrasında test puanları ile ilişkisinin incelendiği çalışmalarda ise eşzamanlı geçerlik ele alınır (Lissitz & Samuelsen, 2007).

Ölçüt geçerliği, kapsam geçerliği ve diğer geçerlik türleri (L. Cohen vd., 2018) açık ve anlaşılırdır. Ölçüt geçerliği için belirlenen ölçüt puan ile test puanlarının uyumlu ya da uyumsuz olması bir kanıt oluşturur. Kapsam geçerliği için ise uzman görüşleri bir kanıt oluşturabilir. Ancak yapı, soyuttur (Anastasi, 1976; L. Cohen vd., 2018; Martinková & Hladká, 2023; Nunnally & Bernstein, 1994). Bilim insanların inşa ettiği ve ölçülmek istenen özelliğin gözlemlenebilir kısmının altında yattığı düşünülen hipotetik bir durumdur (Nunnally & Bernstein, 1994). Yapı geçerliğinde asıl odak, gözlenen değişkenlerden yola çıkarak gizil özelliği kestirmek ve hakkında yorumlarda bulunmaktır. Tüm bunlar düşünüldüğünde diğer geçerlik türlerine göre daha karmaşıktır. Anastasi (1976), yapı geçerliğinin geniş, kalıcı ve soyut bir davranış tanımlama için çeşitli kaynaklardan kademeli olarak bilgi toplama süreci olarak bahsetmektedir. Bu nedenle yapı geçerliğine ilişkin yalnızca bir kanıt toplamak yeterli olmayacaktır. Yapı geçerliğine kanıtlar toplanırken birçok yöntem kullanılır. Yordama ve uyum geçerliğinde olduğu gibi ölçülmesi hedeflenen yapıyı ölçtüğü bilinen bir testten alınan ölçüt puanlar ile uyum, deneysel araştırmalar, gözlem çalışmaları ile birlikte gözlenen değişkenler arasındaki ilişkileri temele alan istatistiksel yöntemler yapı geçerliğine kanıt toplamak için kullanılan yöntemlerdir. İstatistiksel yöntemler arasında diskriminant (ayırıcılık/ayırma) analizi, cluster (kümeleme) analizi, gizil profil analizleri ve faktör analizi gibi uzmanların olası yanlılığından ya da “doğru” ölçüt seçiminden kaynaklanabilecek problemleri ortadan kaldıran yöntemler kullanılır (Anastasi, 1976; L. Cohen vd., 2018; Martinková & Hladká, 2023; Nunnally & Bernstein, 1994). Testte ölçülen yapının ortaya çıkarılması ya da doğrulanması amacıyla faktör analizi sıkça tercih edilen bir yöntemdir

(Martinková & Hladká, 2023). Güncel çalışmalarda ise faktör analizinin kullanımı giderek artmaktadır. Bu nedenle faktör analizinin hem kuramsal hem pratik açıdan incelendiği çalışmalara olan eğilim (Fabrigar vd., 1999; Goretzko vd., 2019, 2020; Goretzko & Bühner, 2020; Gorsuch, 1974, 2015; Hair, 2014; Henson & Roberts, 2006; Hinkin, 1995; Mulaik, 1990; Spearman, 1904; Zwick, 1983; Zwick & Velicer, 1986), diğer çalışmalarda yapı geçerliğine kanıt toplamak için kritik rol oynadığına bir işaret olarak gösterilebilir.

### **Yapı Geçerliği İçin Faktör Analizi**

Faktör analizi temel olarak gözlenen değişkenlerden yola çıkarak gizil yapıyı tanımlamayı amaçlar (Gorsuch, 1974, 2015; Mulaik, 2010). Böylece değişkenler arasındaki ilişkilerden yararlanarak yapı kavramsallaştırılır (Gorsuch, 1974). Bir psikolojik yapıyı gözlemleyebileceğimiz geniş bir madde havuzu olacaktır. Gözlenen değişken olarak bu birbiri ile ilişkili olan maddeler, ortak bir amaçla yapıyı ölçtüğü düşünüldüğü için bir arada değerlendirilebilir. Bu bir aşamada, gözlenen pek çok değişken ile gizil yapının önemli kısmının temsil edildiğini gösterir. Eğer bu maddeler, ortak olarak gizil bir yapıyı ölçüyor ise bu maddelere ait puanlar birleştirilerek bir başka deyişle toplanarak gizil yapıya ilişkin bir puan elde edilir. Faktör analizi bu noktada çok sayıdaki değişkenden yola çıkarak daha az sayıda değişken elde etmeyi ve gözlenen değişkenlerden yola çıkarak gizil yapıya ilişkin operasyonel bir tanım yapmaya yarayan bir yöntemdir (Anastasi, 1976; Nunnally & Bernstein, 1994; Tabachnick & Fidell, 2013). Birden çok değişkenin bir araya gelerek oluşturduğu değişkene "boyut" ya da "faktör" denir (Gorsuch, 1974, 2015; Mulaik, 2010; Spearman, 1904). Faktör analizi ile gözlenen değişkenlerin gizil değişken (faktör) ile ne düzeyde ilişkili olduğu, ağırlığı ve yükü açısından incelemeler yapma fırsatı verir. Bu nedenle bir açıdan faktör analizi ile maddelerin kapsam geçerliği ile yakından ilişkili olduğu söylenebilir (Nunnally & Bernstein, 1994). Bununla birlikte temel olarak faktör analizi i) ölçümlerin geçerliğine, yapı geçerliği açısından kanıt olarak ii) yapılara ilişkin teori geliştirilmesi iii) değişkenlerin ilişkilerini daha anlaşılır ve pratik olarak kullanımı kolay bir biçimde özetleyebilmesi açısından öne çıkar (L. Cohen vd., 2018; Nunnally & Bernstein,



1994). Tüm bunlar değerlendirildiğinde yapı geçerliğine kanıt toplamak amacıyla faktör analizinden yararlanılabileceğine yönelik olumlu yönde ortak bir kanı olduğu yorumu yapılabilir.

### **Faktör Analizi**

Bir testin ölçtüğü düşünülen yapının ortaya çıkarılması ve kavramsallaştırılması amacıyla bilinmeyen faktör yapısına ilişkin açıklayıcı faktör analizi (Brown, 2015; Thompson, 2004), ölçtüğü yapının doğrulanması ve gözlenen değişkenler ile gizil değişken arasında ilişki olduğu bilinen faktör yapısına ilişkin doğrulayıcı faktör analizi yapılır (Thompson, 2004). Bu araştırmanın odak noktasında açıklayıcı faktör analizi olması nedeniyle aşamaları ve varsayımlarına detaylıca yer verilmiştir.

### ***Açıklayıcı Faktör Analizi***

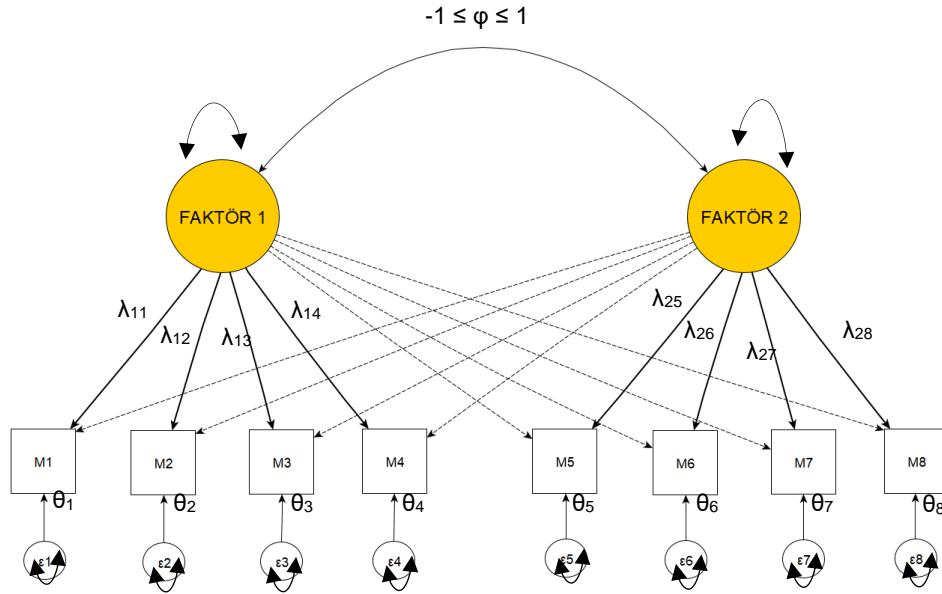
Açıklayıcı faktör analizi (AFA), Spearman'ın (1904) 9 – 13 yaş arasındaki çocuklara uyguladığı farklı testlerden alınan skorlar arasındaki korelasyonları hesaplaması ve test skorları arasındaki yüksek korelasyonların “ortak” ya da “genel” bir yapının elemanları olabileceği düşüncesinden ortaya çıkmıştır (Brown, 2015; Cai, 2013; Fabrigar & Wegener, 2012; Yanai & Ichikawa, 2006). Tek faktörlü model olarak anılan bu gelişmeler sonrasında Thurstone'un (1936) 57 farklı zeka testi ve gerçekleştirdiği analizler sonucunda zekanın yedi farklı boyutu olduğunu ortaya koyması ile birlikte çok faktörlü modele evrilmiştir. Ortak faktör modeline göre testte yer alan gözlenen değişkenler arasında korelasyonları etkileyen ortak bir neden vardır (Brown, 2015; Comrey & Lee, 1992). Bu nedenle gözlenen değişkenlerin ortak olarak etkilendiği gizil yapı ya da yapıların, bir başka deyişle gizil yapıların gözlenen değişkenlerden daha az sayıda olması gerektiği varsayılır (Comrey & Lee, 1992; Gorsuch, 2015; Yanai & Ichikawa, 2006). İlerleyen aşamalarda Psikometri Derneği (Psychometric Society) tarafından yayınlanan Psychometrika dergisinde AFA'ya ilişkin a) ortak varyansların kestirilmesi b) ortak faktörlerin çıkarılması c) ortak faktör sayısının belirlenmesi d) faktör döndürme e) faktör skorların kestirimi f) hesaplama süresini kısaltmak için çalışmalar ve g) faktör belirsizliği (factor indeterminacy) problemleri 1950'li yıllara kadar

ortaya konmuştur (Yanai & Ichikawa, 2006). AFA, gözlenen değişkenlerden yola çıkarak gizil yapı ortaya koyulmaya çalışılması nedeniyle araştırmacıların DFA'dan farklı olarak yapı hakkında net bir beklentisinin olmadığı durumlarda kullanılması önerilir (Fabrigar & Wegener, 2012; Goretzko vd., 2020; Gorsuch, 1974; Mulaik, 2010; Yanai & Ichikawa, 2006).

AFA'da ortak faktörler (kısaca faktör) araştırmacıların incelenen her bir maddenin üzerinde etkinin düzeyi ve yönünün tahmin edilmesi ile ortaya çıkar ve kavramsallaştırılır (Fabrigar & Wegener, 2012). Bu etkilere ise "faktör yükleri" ismi verilir (Fabrigar & Wegener, 2012; Gorsuch, 1974). Bu nedenle gözlenen değişkenlerin ortak faktörle ilişkisi bir açıdan düzeyi ve yönü açısından hesaplanır. Aynı zamanda her bir değişkenin benzer bir faktörden etkilendiği de ortak faktör modelinde varsayılır. Değişken üzerindeki doğrudan etkisi gözlenemeyen faktöre literatürde "tekil" (unique) faktör ismi verilmektedir (Fabrigar & Wegener, 2012). Her bir değişkene etki ettiği varsayılan bu tekil faktörler birbirinden bağımsız ve ortak faktörden ilişkisiz olarak ele alınır, böylece ölçülen puanda bir miktar kaynağı bilinmeyen ve doğrudan etkisi gözlenemeyen puan da yer alır. Tekil faktörün a)özgül varyans b)ölçmenin hatası olmak üzere iki bileşeni mevcuttur (Fabrigar & Wegener, 2012). Özgül varyans, ölçülen değişkene ilişkin sistematik hataları içermektedir. Değişkene ilişkin sistematik hataların etkisinin büyük olması istenen bir durum değildir (Cai, 2013; Fabrigar & Wegener, 2012). Ölçmenin hatası ise yaygın kullanım açısından tesadüfi hatayı temsil eder. Şekil 1'de ortak faktör modeline ilişkin kavramların bir illüstrasyonu sunulmuştur.

## Şekil 1

### Ortak Faktör Modeli



Şekil 1'de sekiz gözlenen değişken ( $M_i$ ), her bir değişken için özgül faktörler ( $\epsilon_i$ ), faktör yükleri ( $\lambda_{ki}$  [ $k$ : faktör sayısı]), özgül varyanslar ( $\theta_i$ ) (spesifik varyans ve hata varyansının toplamı) ve iki ortak faktör arasındaki ilişki ( $\phi$ ) temsil edilmektedir. Kalın ve kesiksiz çizgiler maddelerin baskın olarak yüklediği faktörleri temsil etmek amacıyla çizilmiş olup, kesikli çizgiler ise baskın olmadığı bir başka deyişle daha düşük faktör yüklerini temsil edecek biçimde yerleştirilmiştir.

### Açımlayıcı Faktör Analizinin Aşamaları

AFA'nın gerçekleştirilebilmesi için veri setinin bazı özellikleri taşıması (Fabrigar & Wegener, 2012; Tabachnick & Fidell, 2013) ve araştırmacının bir dizi karar vermesi gerekir (Thompson, 2004). Bu bağlamda AFA'nın aşamaları sırasıyla sunulmuştur.

**Kayıp Veriler.** Bir araştırmada veri setinde faktör analizinin (hem AFA hem de DFA) gerçekleştirilebilmesi için veri setlerinin kayıp veri problemi taşımaması gereklidir. Her ne kadar DFA için FIML (Full-Information Maximum Likelihood) yöntemi hem atama hem de silme yöntemlerine bir alternatif olsa da bir açıdan kayıp veri problemini çözmek adına kullanılır. Kayıp verilerin mekanizması, kayıp veri oranı ve kayıp verilerle baş etmek için

tercih edilecek her bir yöntem, veri setinde yapılacak sonraki işlemleri olası etkileri göz önünde bulundurulmalıdır (Acock, 2005; Allison, 2000, 2002; Baraldi & Enders, 2010; Carpenter & Kenward, 2013; Enders, 2003, 2010; Little & Rubin, 2019). Genel anlamda hem gerçek veride hem de simülatif verilerle yapılan çalışmalar doğrultusunda %5 ve daha düşük kayıp veri oranlarındaki tüm kayıp veri mekanizmaları için herhangi bir başka etme yönteminin sonuçları etkilemediği belirtilmektedir (Baraldi & Enders, 2010; Watkins, 2018).

**Uç Değerler.** Veri setinin uç değer içermemesi gerekir. Uç değerlerin tespit edilmesi analizden çıkarılması (Tabachnick & Fidell, 2013) ya da dönüştürülmesi önerilir (Watkins, 2018). Bu amaçla Mahalanobis Uzaklığı (De Maesschalck vd., 2000; Ghorbani, 2019; Wu & Zhang, 2003), Cook Uzaklığı (Mavridis & Moustaki, 2008; Yuan & Zhong, 2008; Zygmunt & Smith, 2014) kullanılabilir. Uç değerler hem dağılımın çarpıklaşması hem de gözlenen değişkenler arasındaki korelasyonların sapmasına neden olur. Uç değerlerin çıkarılması halinde örneklemin daralması problemi ile karşılaşılabilir. Bu durum analiz sonuçlarının gücünü olumsuz etkileyebilir. Korelasyon matrisindeki, uç değerler nedeniyle oluşan sapmaları minimize etmek amacıyla Spearman-Brown korelasyonu ya da Polikorik/Tetrakorik korelasyonun kullanılması uygun olacağı yönünde öneriler mevcuttur (De Winter vd., 2016; Revelle, 2016).

**Çok Değişkenli Normallik.** Çok değişkenli normal dağılım varsayımı tüm değişkenlerin normal dağılması ile birlikte tüm değişkenlerin doğrusal kombinasyonlarının normallliğini de içerir (Tabachnick & Fidell, 2013). Değişkenler için tek değişkenli normallik sağlansa da kombinasyonlar normal dağılmayabilir. Psikolojik ölçümlerin birçoğunun kategorik verilerle analizler yapıldığı düşünülürse, değişkenlerin doğası ve yapısı gereği bu varsayım sağlanmayacaktır (Finney & DiStefano, 2013). Pearson korelasyonu da değişkenlerin normal dağıldığını varsayar. Pratik açıdan değişkenlerin normal dağıldığı durumlarla da sık karşılaşılmaz (Ho & Yu, 2015). Çok değişkenli normallik hem çarpıklık hem de basıklık açısından Mardia'nın Çok Değişkenli Normallik Testi (Mardia, 1970) ile incelenebilir. Uysal & Kılıç (2022), çok değişkenli normallik testlerini karşılaştırdığı

çalışmasında Mardia'nın Çok Değişkenli Çarpıklık Testi'nin daha güçlü olduğunu belirlemiştir. Çok değişkenli normalliğin genel anlamda sağlanamaması ve çeşitli testlerin de güçlü olmaması nedeni pratik açıdan bir problem oluşturmaktadır. Bu nedenle AFA'da, bu varsayımların sağlanmadığı durumlara karşı güçlü yöntemlerin de kullanılması, geliştirilmesi ve yöntemlerin bu durumlarda performansının incelenmesi önemlidir.

**Çoklu Doğrusal Bağlantılılık.** Değişkenlerin çoklu doğrusal bağlantılılık göstermemesi gerekir. Genel anlamda AFA'nın yapılabilmesi için değişkenler arasında belirli bir düzeyde korelasyon olması beklenir (Kılıç & Uysal, 2024) ancak 0.90 ve üstündeki korelasyon değerleri çoklu doğrusal bağlantılılık probleminin kaynağı olacaktır. Ayrıca TOL (tolerans değeri), VIF (varyans şişkinlik faktörü) ve CI (durum indeksi) indeksleri de incelenmelidir. TOL değerlerinin 0.01'den büyük, VIF değerlerinin 10'dan ve CI değerlerinin 30'dan küçük olması önerilir (Tabachnick & Fidell, 2013). Değişkenler arası korelasyonun 0.90'dan yüksek olması durumunda maddelerden yalnızca birinin analizlere dahil edilmesi yeterli olacaktır (Kılıç & Uysal, 2024). Korelasyonun 1 olması halinde tekillik problemi ortaya çıkaracaktır (Tabachnick & Fidell, 2013).

**Korelasyon Matrisinin Oluşturulması.** Araştırmacılar ise öncelikle hangi korelasyon türü ile korelasyon matrisini elde edeceğine karar vermelidir. Thompson (2004) seçilen korelasyon matrisinin faktör analizinde önemli bir nokta olduğuna değinir. İlgilenilen bilim dalında gözlenen değişkenlerin yapısı AFA'nın da yapılacağı korelasyon matris türünü doğrudan etkileyecektir. Psikolojik ölçümlerin birçoğu sınıflama ya da sıralama ölçeğinde olması nedeniyle (Rhemtulla vd., 2012) değişkenlerin sürekli kabul edilerek AFA'nın yapılması yapıyı doğru yansıtmayacaktır. Değişkenlerin sürekli kabul edildiği durumlarda Pearson korelasyon matrisi kullanılır ancak anıldığı üzere ölçümlerin genel anlamda kategorik olması durumunda Polikorik korelasyon matrisi ile analizler gerçekleştirilmelidir. Polikorik korelasyon matrisinin tercih edilmesi gizil yapıyı daha doğru yansıtır (Holgado–Tello vd., 2010; Timmerman & Lorenzo-Seva, 2011). Değişkenlere verilen tepki kategori sayısı pratik olarak 6 ya da daha fazla ise sürekli kabul edilebilir ancak bu durumda

olduğundan daha düşük korelasyonlar ve düşük faktör yükleri, dolayısıyla yapının ortaya çıkarılması da zayıflar (Holgado–Tello vd., 2010). Değişkenlerin sürekli kabul edilebilme durumu ile ilgili çeşitli görüşler mevcuttur (Garrido vd., 2011; Holgado–Tello vd., 2010; Rhemtulla vd., 2012; Tabachnick & Fidell, 2013). Polikorik korelasyon matrisi özellikle ekstrem çarpık dağılım gösteren veri setlerinde ya da küçük örneklemelerde yakınsama sağlamayabilir (Jöreskog, 1994; Lorenzo-Seva & Ferrando, 2020, 2021). Bu durumlarda yumuşatma algoritmaları (smoothing) kullanılır. Yumuşatma algoritmaları, yakınsamayı sağlamak amacıyla tercih edilir ancak AFA sonuçları üzerindeki olası sonuçları göz önünde bulundurulmalıdır (Debelak & Tran, 2016; Lorenzo-Seva & Ferrando, 2020, 2021). Alternatif olarak farklı korelasyon matrislerinin kullanılabilceğini ortaya koyan çalışmalar da mevcuttur (Kılıç, 2021).

Korelasyon matrisinin faktör analizi için uygun olup olmadığının test edilmesi gerekir. Bu amaçla Bartlett'in Küresellik Testi, Kaiser-Meyer-Olkin Ölçütü kullanılır. Bartlett Testi, korelasyon matrisini birim matris ile karşılaştırır. Birim matrisinin köşegenleri 1, diğer hücreleri ise 0'dır. Bu hali ile birim matris gözlenen değişkenler arasında korelasyonun olmadığı durumun bir modelidir. Ortak faktör modelinin gözlenen değişkenler arasında korelasyona dayalı ortaya çıktığı düşünülürse bu durum istendik bir durum değildir. Bu nedenle korelasyon matrisi (gözlenen) ve birim matris (beklenen) karşılaştırılır. İstatistiksel olarak anlamlı bir  $\chi^2$  (ki-kare) değeri elde edilmesi durumunda korelasyon matrisinin birim matristen farklılaştığı yorumu yapılabilir. Bartlett Testi'nin büyük örneklemelerde gücü düşer, bir başka deyişle küçük sapmalarda dahi anlamlı olarak raporlanır (Gorsuch, 1974; Watkins, 2018). Kaiser (1974) tarafından geliştirilen Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) Ölçütü, kısmi korelasyonların bir oranı olup, değişken çiftleri tarafından paylaşılan varyanstan öte paylaşılan varyansın bir fonksiyonu olma düzeyini yansıtır. 0.00 ve 1.00 arasında değer alır. Korelasyon matrisinin tamamı için hesaplanacağı gibi her bir değişken için de KMO değeri hesaplanabilir. Genel anlamda KMO  $\geq 0.70$  olması istenen durumdur (Watkins, 2018). Alt sınır olarak 0.60 (Hair, 2014) olarak da gösterilir. Her bir değişken için hesaplanan KMO

değeri birçok istatistiksel programda MSA (Measuring Sampling Adequacy) değeri olarak raporlanır. MSA değerleri KMO değeri ile benzer özellik taşır ve bahsedilen alt sınırlar MSA değerleri için de geçerlidir. MSA değeri düşük olan maddelerin analizlerden çıkarılması önerilir (Hair, 2014).

**Faktör Çıkartma Yönteminin Seçilmesi.** AFA'nın önemli aşamalarından bir diğeri faktör çıkartma yönteminin seçilmesidir. Yöntemlerin temel aldığı matematiksel yaklaşım ve korelasyon matrisinde odaklandığı noktalar farklılık gösterir. Bu nedenle tercih edilecek yöntem, AFA sonuçlarına doğrudan etki etmektedir. Ortak faktör modelini temele alan Temel Eksenler Faktörleştirme (TEF [Principal Axis Factoring]) yöntemi ortak varyans değerlerinin yüksek olmasına odaklanır (Widaman, 1993, 2007). Değişkenlerin çok değişkenli normalliği varsayan Maksimum Olabilirlik (MO [Maximum Likelihood]) yöntemi bir diğeri faktör çıkarma yöntemidir. Ayrıca Ağırlıklandırılmış En Küçük Kareler (AKK [Weighted Least Squares]), Ağırlıklandırılmamış En Küçük Kareler (AEKK [Unweighted Least Squares]), Genelleştirilmiş En Küçük Kareler (GEKK [Generalized Least Squares]), İmaj Analizi (İA [Image Analysis]), En Küçük Artıklar Analizi [EKAA [Minimum Residual analysis]) ve Alfa Faktörleştirme (AF [Alpha Factoring]) literatürde yer alan diğeri yöntemlerdir. Temel Bileşenler Analizi (TBA [Principal Component Analysis]), birçok araştırmacı tarafından bir faktör analizi yöntemi olarak kullanılmaması gerektiğini önerir (Brown, 2015; Costello & Osborne, 2005; Fabrigar & Wegener, 2012; Gorsuch, 2015; Matsunaga, 2010; Widaman, 2007). TBA, her ne kadar önerilmiyor olsa da en sık kullanılan yöntemdir (Fabrigar vd., 1999; Goretzko vd., 2019; Koyuncu & Kılıç, 2019).

**Faktör Sayısının Belirlenmesi.** Birçok faktör sayısı belirleme yöntemi faktör çıkarma yöntemini kullanarak korelasyon matrisinde faktör sayısına karar verir. Faktör çıkarma yöntemi kararlaştırıldıktan sonra yapının iyi tanımlanması için faktör sayısına karar vermek bir diğeri önemli adımdır. Faktör sayısı olduğundan daha düşük (underfactoring) ya da daha yüksek (overfactoring) belirlenmesi yapı geçerliğini tehlikeye atabilir (Brown, 2015; Costello & Osborne, 2005). Bu durumda anahtar soru Hoyle & Duvall'e göre (2004) "Kaç

faktör, maddeler tarafından paylaşılan varyansı yeterince açıklamak için yeterlidir?” sorusudur. Soruda da yer aldığı üzere varyansı “yeterince açıklamak” amaçlanır. Varyansın tamamını açıklamak asıl talep olsa da faktör analizinin amacı gereği daha az sayıda değişken ile önemli bir kısmını açıklamak hedeflenir (Fabrigar vd., 1999; Fabrigar & Wegener, 2012; Gorsuch, 2015; Mulaik, 2010).

Yeterince ya da önemli düzeydeki varyansı açıklayabilecek faktör sayısının belirlemek için iki yaklaşım vardır. İlki -yaklaşık olarak- gerçek faktör sayısını belirleme ve diğeri ise en çok tekrarlanabilecek faktör sayısını belirlemedir (Preacher vd., 2013). Her ne kadar yapıyı temsil edebilecek tek ve gerçek bir operasyonel model olamayacağı düşünülse de (Browne & Cudeck, 1992; Cattell, 1966; MacCallum & Tucker, 1991) varsayımsal olarak gerçek faktör yapısı sonsuz karmaşıklık gösterir (Preacher vd., 2013). Gerçek faktör sayısı ve yapısını ortaya koymak için harcanacak emek de çok büyük olacaktır. Bu nedenle gerçek faktör sayısını belirlemek yerine kayda değer (önemli) faktör sayısını belirlemek gereklidir (Cattell, 1966). Kayda değer faktör sayısı, “optimal” faktör sayısı olarak adlandırılır ve araştırma problemi için en uygun ve iyi faktör sayısıdır. Her ne kadar optimal sayıya odaklanmak önerilse yetersiz tanımlanmış ya da Brown'a (2015) göre “önemsiz” faktörler de zaman zaman raporlanır. Bu durum veri seti ile aşırı uyumlu (over-fitted) sonuçlar elde edilmesi sorunu açabilir ve “en çok tekrarlanabilecek faktör sayısı” yaklaşımı ile ters düşebilir. Gelecek çalışmalarda bu yapı elde edilemiyor ve genellenemiyorsa çok işe yarar olmamakla birlikte (Thompson, 1994) operasyonel değildir. Bu doğrultuda Fabrigar & Wegener (2012) uygun faktör sayısını belirlemek için bir dizi kriter önermiştir:

- 1- Model, ölçülen değişkenler arası korelasyonu temsil etmek için uygun olmalıdır.
- 2- Modelde yer alan faktör sayısı bir azaltıldığında, değişkenler arasındaki korelasyon nispeten daha kötü temsil edilmelidir.
- 3- Modelde yer alan faktör sayısı bir arttırıldığında, değişkenler arasındaki korelasyon nispeten daha iyi temsil edilmemelidir.



- 4- Modelde yer alan faktör sayısı birlikte yorumlanabilir ve teorik olarak uygun olmalıdır.

Kriterler incelendiğinde, gizil yapıya ilişkin modelin düşük karmaşıklıkta ve tutumlu olması (parsimonious model) hedeflenmektedir. 1., 2. ve 3. kriterler yalnızca değişkenler arası korelasyona işaret ediyor olsa da matematiksel hesaplamalar sonucunda açıklanan varyans, özdeğer, ortak varyans ve faktör yükü gibi birçok değer yüksek ve önemli olmasını da sağlayacaktır. Bu nedenle faktör sayısının az ya da çok kestirilmesi yapının doğru tanımlanması ve modellenmesinde kritik bir role sahiptir. Faktör sayısının belirlenmesi için araştırmacının kapsam geçerliği kanıtları doğrultusunda teorik beklentilerinin olması gerektiği gibi (Hair, 2014) çıkarılacak boyutların istatistiksel olarak da anlamlı olması gerekir (Gorsuch, 2015). Bu yöntemlere örnek olarak MAP, MAP4, EGA versiyonları, Hull, Kaiser-Guttman Kuralı (1'den büyük özdeğer yöntemi), Yamaç Birikinti Grafiği, Paralel Analiz versiyonları, Karşılaştırmalı Veriler (Comparison Data), Faktör Ormanı (Factor Forest) ve benzerlik testleriyle birlikte fit indeksleri örnek verilebilir ancak tüm durumlarda mükemmel doğrulukla çalışan bir yöntem olduğunu söylemek mümkün değildir (Fabrigar vd., 1999; Goretzko & Bühner, 2020; Gorsuch, 1988, 2015; Lorenzo-Seva vd., 2011; Timmerman & Lorenzo-Seva, 2011). En sık kullanılan yöntemlerden Kaiser-Guttman Kuralı ve Yamaç Birikinti Grafiği'ne ilişkin bilgiler sırasıyla sunulmuştur.

Kaiser-Guttman Kuralı veya Kaiser Kriteri (Kaiser, 1960), birçok istatistiksel yazılım programında varsayılan olarak raporlanır ve araştırmacılar tarafından sıkça faktör sayısını belirlemek için kullanılır. Temel olarak bir faktörün tek bir değişkenden daha fazla varyansı açıklaması gerekliliğine dayanır ve karşılık gelen özdeğeri birden büyük faktörlerin tutar. Örnekleme hatası, Kaiser-Guttman Kuralı'nın aşırı faktör sayısı belirlemesine (overfactoring) neden olabilir (Horn, 1965; Yeomans & Golder, 1982; Zwick & Velicer, 1986). Gorsuch (1983), Kaiser (1960) ve Zwick & Velicer (1982) çalışmalarında Kaiser-Guttman Kuralı'nın korelasyon matrisinde yer alan değişken sayısının üçte biri, beşte biri veya altıda biri sayıda faktör önerdiğini saptamıştır. Bu durum uzun testler ile ölçülen tek

faktörlü yapılarda kullanımının problemlili olduğu biçiminde yorumlanabilir. Ayrıca özdeğerin örneğin 0.995 gibi bir değer olması durumunda yeni bir faktörün daha çıkartılmasının gerekliliği tartışmalıdır.

Yamaç Birikinti Grafiği (Cattell, 1966) tarafından faktör sayısını belirlemek için önerilmiştir. Özdeğerlerin grafikleştirilmesine dayanır. x-ekseninde değişken sayısı – 1 kadar sayı yer alır (olası maksimum bileşen sayısı), y-ekseninde ise özdeğerler bulunur. Belirgin bir kırılma olan nokta kullanılarak x-eksenine paralel bir çizgi çizilir. Çizginin üzerinde kalan kırılma sayısı, faktör sayısını temsil eder. Bu yöntemi kullanımında i) kademeli belirgin bir kırılma gözlenmeyebilir ii) birden fazla belirgin kırılma gözlenebilir iii) düşük özdeğerler üzerinden birden fazla olası kırılmanın hangisinin önemli olduğuna karar vermek subjektif bir yorumdur (Zwick & Velicer, 1986). Zwick & Velicer (1982) çalışmasında Yamaç Birikinti Grafiği yönteminin yalnızca büyük örneklerde ve güçlü bileşenler içeren yapılarda (özdeğeri büyük) faktör sayısını doğru belirleyebildiğini belirlemiştir. Literatürde yer aldığı üzere Yamaç Birikinti Grafiği subjektif yorumlanması ve kırılmaların belirsizliği nedeniyle (Hayton vd., 2004) faktör sayısını belirlemek için kullanılmasının uygun olmadığı söylenebilir.

Araştırma kapsamında; faktör sayısını belirlemek için MAP, MAP4, Hull, EGA-TMFG ve FF yöntemleri kullanılmıştır. Sırasıyla yöntemlerin teorik ve matematiksel altyapısına ilişkin bilgilere yer verilecektir.

**MAP (En Küçük Ortalama Kısmî Korelasyon) ve MAP4 (En Küçük Ortalama Kısmî Korelasyon-4).** MAP yöntemi, kısmî korelasyonlara dayanan bir yöntemdir (Velicer, 1976). Bu yöntem temel bileşenler analizine dayalı bileşen çıkararak boyut sayısını belirler. Her bir bileşen çıkarıldıktan sonra yeni bir bileşen çıkarmak için kısmî korelasyon matrisini işleme sokar. Matris birim matrise benzer ya da artık bileşen çıkarılamaz olduğunda işlem durdurulur ve adım sayısı bileşen sayısı olarak önerilir (Lorenzo-Seva vd., 2011; Taheerdoost vd., 2014; Velicer, 1976; Zwick & Velicer, 1986). Her ne kadar temel bileşenler analizinin bir faktör analizi yöntemi olmadığına değinilse de boyut sayısını belirlemek için

kullanılabileceği literatürde yer almaktadır (Eklöf, 2006; Lorenzo-Seva vd., 2011; Velicer vd., 2000). Madde sayısının 1 eksiği kadar boyut önerebilir (O'connor, 2000). Kısmî korelasyonlar öncelikle kısmî kovaryans matrisinden elde edilir.

$$C = R - AA' \quad \text{eşitlik 1}$$

C, kısmî kovaryans matrisini, R kısmî korelasyon matrisi ve A ise örüntü matrisini temsil eder. Bu eşitlikten yola çıkarak kısmî korelasyon matrisi elde edilir.

$$R^* = D'CD \quad \text{eşitlik 2}$$

$R^*$ , hesaplanan kısmî korelasyon matrisini, D kısmî kovaryans matrisinin köşegenini temsil eder.

$$R^* = I \quad \text{eşitlik 3}$$

I, birim matrisi temsil eder ve MAP analizi, birim matrisi elde edene kadar ya da yeni bir bileşen elde edilemeyecek duruma kadar devam eder. Velicer vd. (2000) yapılan işlemleri kısaca Eşitlik 4 ile özetlemiştir.

$$MAP_m = \frac{\sum \sum (r_{ij})^2}{\frac{p}{p-1}} = \frac{tR^{*2} - p}{p(p-1)} \quad \text{eşitlik 4}$$

p, gözlenen değişken sayısını,  $r_{ij}$  kısmî korelasyon matrisindeki her bir i. satır ve j. sütunu; t ise matrisin izini (trace) temsil eder. Her ardışık m değeri için ortak varyansın matristen kısmen çıkarılması ile süreç boyunca m değeri azalacaktır. Ortak varyansın azaldığı ve sadece tekil varyansların kaldığı noktada m değeri de artacaktır. Bu nedenle MAP değeri ortak ve tekil varyansları ayırır. Bu açıdan temel bileşenler analizinde eleştirilen hata varyansını ayırmama sorununu (Fabrigar vd., 1999; Matsunaga, 2010) ortadan kaldırır (Velicer, 1976). Her ne kadar bu sorun ortadan kaldırılıyor gibi gözükse de MAP yönteminin temel bileşenler analizini temele alması nedeniyle kullanılmamasını da öneren çalışmalar bulunur (Goretzko vd., 2019). Aynı zamanda MAP, temel bileşenler analizine dayalı bir biçimde ilişkisiz boyutlara ait modellerde geliştirilmesi nedeniyle eleştirilir (Bandalos & Finney, 2018). MAP4 yöntemi Velicer vd. (2000), MAP yöntemini geliştirmek amacıyla

ortaya konmuştur. Eşitlik 4'te yer aldığı gibi kısmî korelasyon matrisinin izinin 2. kuvvetini değil 4. kuvvetini almaya dayanır. Bu işlem dışında tüm süreç tamamen aynı sıra ile yürütülür.

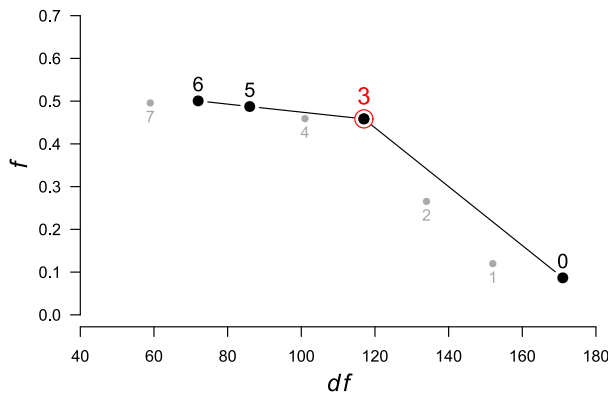
**Hull Yöntemi.** Hull yöntemi Lorenzo-Seva vd. (2011) tarafından geliştirilmiştir. AFA'daki faktör sayısı ve model-veri uyumu ile model serbestlik derecelerini ilişkili olarak tutarlı (parsimonious) bir yapı elde etmeyi hedefleyen bir yöntemdir (Bandalos & Finney, 2018). Genel anlamda Hull yöntemi, Yamaç Grafiği'nin (Cattell, 1966) genelleştirilmiş bir versiyonudur (Lorenzo-Seva vd., 2011). Olası en büyük faktör sayısı ise  $k$  (madde sayısı) olduğunda  $k-1$  kadardır. Ancak olduğundan daha fazla faktör çıkartma ihtimalinin önüne geçmek için paralel analiz (PA %95) ile maksimum faktör sayısı kestirilir ve grafik sınırlandırılır. Böylece Hull yönteminin üst sınırını aslında PA yöntemi ile açıklanan varyansın %95'lik dilimini kapsayan özdeğer sayısı oluşturmaktadır. Hull yönteminde önemli bir diğer detay ise uyum indekslerinin seçimidir. CFI (Comparative Fit Index), RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation), SRMR (Standardized Root Mean Residual) ve CAF (Common Part Accounted For) gibi indekslerin performansı ele alınmıştır. CFI (Bentler, 1990), RMSEA (Steiger & Lind, 1980) ve SRMR (Hu & Bentler, 1998) ve CAF indeksleri arasından en iyi performansı CAF indeksi göstermesi nedeniyle öncelikli olarak önerilmektedir (Lorenzo-Seva vd., 2011). CAF indeksi KMO indeksine dayalı bir değerdir (Lorenzo-Seva vd., 2011).  $[0,1]$  aralığında değer alır ve 0'a yakın olması en son faktör çıkarıldıktan sonra artıklar matrisinde önemli miktarda ortak varyans bulunduğunu bir başka deyişle daha çok faktör çıkarılması gerektiği anlamına gelir. PA eklendikten sonra optimal boyut sayısı Hull yöntemine göre şu adımlarla önerilir:

- 1- PA %95 ile önerilen boyut sayısının bir fazlası üst sınır olarak belirlenir ( $j$ ).
- 2- Belirlenen faktör sayısı aralığında yer alan her bir faktör sayısı için AFA yapılır.  
 $f_j$  (uyum iyiliği indeksi) ve  $sd_j$  (serbestlik derecesi) her bir çözüm için hesaplanır.

- 3- n tane çözüm, serbestlik derecelerine göre sıralanır. Bu aynı zamanda çıkarılan faktör sayılarına göre sıralama ile denk bir sıralama oluşturur ve  $s_i$  olarak isimlendirilir.
- 4-  $s_j$  ( $j < i$ ) varsa  $s_i$ 'den çıkarılır. Böylece grafikte yer alan dışbükey kabuğun sınırının dışındaki modeller elenir.
- 5- Her bir faktör sayısı için uyum indeksi ve serbestlik derecesi incelenir. Uyum indeksi ve serbestlik derecesine göre çizilen grafikte çizginin altında veya üstünde ise çıkarılır.
- 6- Adım 5, başlangıçta belirlenen faktör sayısı için üst sınıra kadar tekrarlanır.
- 7- Çözümlerin büküm noktaları ( $st_i$ ) belirlenir.
- 8- En büyük  $st_i$  değeri en uygun boyut sayısı olarak önerilir.

## Şekil 2

### Hull Grafiği Örneği



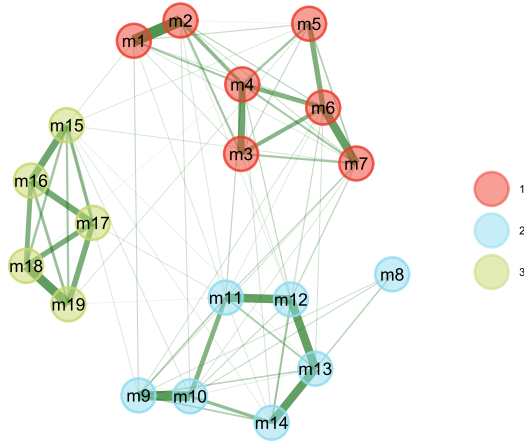
Şekil 2'de yer alan Hull grafiği için x eksenini serbestlik derecesini (df) y eksenini ise uyum indeksini (f) temsil etmektedir. Kabuk dışında yer alan faktör sayıları elenmiş ve Şekil 2'de 1, 2, 4 ve 7 sayıları daha açık renklerle gösterilmiştir. 0, 3, 5 ve 6 ise olası faktör sayılarından büküm çizgisi üzerinde kalanlardır. 3, uygun faktör sayısı olarak işaretlenmiştir.

**EGA-TMFG.** Açımlayıcı grafik analizi (Exploratory Graph Analysis – EGA), Golino & Epskamp (2017) tarafından psikolojik yapılardaki faktörleri belirlemek için alternatif bir yol

olarak geliştirilmiştir. Ağ psikometrisine (network psychometrics), dayanan bir yöntemdir. Ağ psikometrisi Gauss Grafik Modeli (GGM) ile geliştirilmiştir. Rastgele bir şekilde değişkenlerin dağılımını tahmin ederek varyans-kovaryans matrisinin tersinin modellemesini temele alır. Varyans-kovaryans matrisinin doğrudan tersinin alınırken büyük standart hatalar ve aşırı uyum (overfitting) nedeniyle genellenmesi mümkün olmayan değerler elde edilmesine sonuç verebilir (Cosemans vd., 2021). Bu nedenle, Golino & Epskamp (2017) matrisin oluşabilmesi ve genellenebilmesini sağlamak amacıyla LASSO (least absolute shrinkage and selection operator [en küçük mutlak daralma ve seçme operatörü]) hata terimini kullanmayı önerir. Birçok makine öğrenme yönteminde çapraz geçirme çalışmalarında LASSO yönteminin kullanılması iyi sonuçlar vermiştir (Epskamp vd., 2017). En Çok Olabilirlik (Maximum Likelihood – ML) ile kestirilen hata terimleri matrisine eklendiğinde olası aşırı uyum (overfitting) sorunlarına karşı direnç artırılmaya çalışılır. Değişkenler, ağ psikometrisinde düğümler (nodes) olarak temsil edilirken değişkenler arası ilişkileri göstermek için kenarlar (edges / links) kullanılır (Golino vd., 2020). Düğümlerin (değişkenlerin) faktör oluşturma durumu kümeleme algoritmaları (walktrap, louvain, leiden) ile belirlenir (Golino vd., 2020; Traag vd., 2019). Kümeleme algoritmalarının teorik ve pratik problemleri nedeniyle hiyerarşik yapılar, tek faktörlü yapılar ve bi-faktör yapılarla birlikte çok faktörlü karmaşık yapılarla ilgili olarak EGA'ya yönelik geliştirme iyileştirme çalışmaları devam etmektedir. EGA ve çeşitlerini diğer faktör sayısı belirleme yöntemlerinden ayıran özelliklerin ilki madde-faktör eşleşmesini görselleştirmesidir. Maddelerin hangi boyuta yüklendiği grafik üzerinden gözlemlenebilir. Böylece madde-madde ilişkisi de bir açıdan incelenmiş olur. Bu hali ile hangi maddelerin faktöre/faktörlere yüklendiği görülebilir. Örnek bir EGA görseli şu şekildedir:

### Şekil 3

#### Tipik Bir EGA Grafiği



EGA'yı diğer faktör sayısı belirleme yöntemleri ve faktör analizinden ayıran bir diğer özelliği ise faktör döndürme işleminin yapılmamasıdır.

TMFG, ağ psikometrisi için alternatif bir tahmin yöntemidir. GGM'nin temel varsayımları arasında çok değişkenli normal dağılım ve değişkenler arası korelasyonun belli bir seviyenin üzerinde olması gerekir (Golino vd., 2020). TMFG ise çok değişkenli normalliği ve korelasyon için bir alt sınırı varsaymaz (Golino vd., 2020) ve büyük örneklemelerin karşılaştırılmasını işlem hızı açısından kolaylaştırır (Massara vd., 2015).

**Factor Forest.** Factor Forest (FF) yöntemi Goretzko & Bühner (2020) tarafından geliştirilmiştir. Temelde rastgele orman ([random forest], Breiman (2001), aşırı gradyan artırma ([extreme gradient boosting], Chen vd. (2018)), otomatik gradyan artırma ([automatic gradient boosting], Thomas vd. (2018)) ile geliştirilmiştir. Faktör sayısını belirlemek için bir makine öğrenmesi modeli tanımlanmıştır. Model için üretilen veri seti çok değişkenli normal dağılım göstermektedir. Örneklem büyüklüğü 200 ve 1000 arasında, gerçek faktör sayısı 1 ve 8 arasında, faktör başına düşen madde sayısı 3 ve 10 arasında, faktörler arası korelasyon ise 0.00 ve 0.40 olacak şekilde modellenmiştir. Maddeler asıl faktörlerine uniform dağılım gösterecek biçim 0.35-0.80 arasında yüklenecek şekilde manipüle edilmiş, çapraz yükler ise 0.00 ve 0.20 arasında değişecek şekilde ayarlanmıştır.

Özellik mühendisliği aşamasında ise 181 farklı özellik elde edilmiştir. Bu özellikler sırasıyla örneklem büyüklüğü, madde sayısı, birden büyük özdeğer sayısı, ilk özdeğerin göreceli oranı, ilk iki özdeğerin göreceli oranı, ilk üç özdeğerin göreceli oranı, 0.7'den büyük özdeğer sayısı, özdeğerlerin standart sapması, varyansın %50'sini açıklayan özdeğer sayısı, varyansın %75'ini açıklayan özdeğer sayısı, korelasyon matrisinin  $L_1$ , Frobenius, maksimum ve spektral normu, korelasyon matrisinde köşegen dışında kalan elemanların ortalaması, köşegen dışı elemanların 0.1'e eşit ve daha düşük olanlarının sayısı, ortak varyansların ortalaması, korelasyon matrisinin determinantı, MSA değerleri, korelasyon matrisinin Gini katsayısı ve Kolm değeri ile birlikte EMPKC, PA ve CD yöntemlerinin önerdiği faktör sayıları, tüm özdeğerler gibi birçok bilgi yer almaktadır. FF yöntemi bir korelasyon matrisinde yer alan birçok özelliği barındırması ve Kaiser-Guttman Kuralı'nın da temel aldığı özdeğerleri, birçok yöntemin bulgularını da içermesi nedeniyle kapsayıcılığı yüksek bir yöntem olarak değerlendirilebilir. Korelasyon matrisinin hangi korelasyon türü ile oluşturulacağı da elde edilecek değerlerin değişmesine neden olacağından oldukça kritiktir.

**Faktörlerin Döndürülmesi.** Uygun ve önemli olan faktörlerin sayısı belirlendikten sonra faktörlerin yorumlanmasını kolaylaştırmak amacıyla birden fazla sayıda faktör varsa döndürme işlemi yapılır (Brown, 2015; Yanai & Ichikawa, 2006). Faktörlerin döndürülmesindeki temel amaç faktör yüklerinin belirginleşmesi ve yapıyı daha iyi anlamak (Brown, 2015; Costello & Osborne, 2005), bir başka deyişle daha basit bir yapı (Thurstone, 1935) elde etmektir. İki tip döndürme yaklaşımı vardır: dik ve eğik (Comrey & Lee, 1992). Dik döndürme yöntemleri, faktörleri ilişkisiz olacak biçimde ayarlar. Varimax, Quartimax ve Equamax gibi dik döndürme yöntemlerine örnektir. Dik döndürme yöntemleri, psikolojik özelliklerin ilişkili faktörleri olduğu (Nunnally & Bernstein, 1994) düşünüldüğünde uygun olmasa da pratik olarak birçok istatistiksel yazılımda varsayılan ayarlanması nedeniyle sıkça tercih edilir (Brown, 2015). Eğik döndürme yöntemlerinde ise faktörler arasındaki açı  $90^\circ$  olmaya zorlanmadığı gibi aynı zamanda bunu engellenmez. Faktörler arasındaki açının derecesi serbest bırakılır (Brown, 2015; Fabrigar vd., 1999). Direct Oblimin, Geomin,



Quartamin, Promax ve Promin gibi eğik döndürme yöntemleri mevcuttur. Stratejik olarak eğik döndürme yöntemlerinin tercih edilmesi, dik faktörlerin oluşmasına da izin vermesi ve faktörler arası korelasyonun incelenmesine fırsat vermesi nedeniyle tercih edilmesi önerilir (Brown, 2015; Costello & Osborne, 2005; Fabrigar vd., 1999; Matsunaga, 2010).

### **İlgili Araştırmalar**

Bu bölümde AFA'da faktör sayısı belirleme yöntemlerinin karşılaştırıldığı araştırmalar sunulmaktadır.

Garrido vd. (2011) çalışmasında MAP ve MAP4 yöntemlerini doğru tahmin yüzdesi, kestirilen boyut sayısı ile gerçek boyut sayısı arasındaki farkın ortalaması ve RMSE açısından karşılaştırmıştır. Simülasyon faktörleri korelasyonun türü (Pearson-Polikorik), ortalama faktör yükü (0.40, 0.55, 0.70), faktör başına düşen madde sayısı (4, 8, 12), faktörler arası korelasyon (0.00, 0.30 ve 0.50), örneklem büyüklüğü (200, 500, 1000), kategori sayısı (2, 3, 4, 5, 6, 7), Pearson korelasyon matrisleri için ayrıca sürekli veri setleri de analiz edilmiş olup son simülasyon faktörü olarak çarpıklık (0,  $\pm 1$ ,  $\pm 2$ ) olarak belirlenmiştir. Polikorik korelasyonun hesaplanmasında non-Gramian yumuşatma algoritmasını kullanılmıştır. Araştırmaya ilişkin öne çıkan beş bulgu mevcuttur. Bunlar i) kategori sayısı arttıkça yöntemlerin performansı artış gösterir ve 7 kategoride gerçeğe en yakın boyut sayısını belirler ii) Polikorik korelasyon matrisi ile yapılan analizler Pearson korelasyon matrisi ile yapılan analizlere göre daha doğrudur. Özellikle daha az kategori sayısında bu fark daha fazladır. iii) Pearson korelasyon matrisi ile yapılan analizler, Polikorik korelasyon ile yapılan analizlere göre çarpıklıktan daha fazla etkilenir. iv) en doğru kestirimler Polikorik korelasyon matrisi ile gerçekleştirilen MAP ile elde edilmiştir. v) Çarpıklık arttığı durumlarda Polikorik korelasyon her iki yöntemin de performansının iyi olması için önemli görünmüştür. Genel olarak MAP ve MAP4 yöntemleri örneklem büyüklüğü, ortalama faktör yükleri ve madde sayısı arttıkça; faktör sayısı, faktörler arası ve çarpıklık azaldıkça daha iyi kestirimler yapmıştır. Ayrıca yöntemler faktör sayısını

olduğundan daha az sayıda belirlemeye meyillidir. Bununla birlikte bulgulardaki en büyük değişkenlik kaynağı ortalama faktör yükü ve madde sayısı olarak belirlenmiştir.

Goretzko & Bühner (2022), çalışmasında FF, CD, EMPKC ve KGC yöntemlerini doğru tahmin yüzdesi ve yanlılık açısından karşılaştırmıştır. Araştırmanın simülasyon faktörlerini kategori sayısı (2, 3, 4, 5 ve 6), çarpıklık (normal ve çarpık), örneklem büyüklüğü (250, 1000), faktör başına düşen madde sayısı (4 ve 7), faktör sayısı (1, 4 ve 6), asıl faktöre olan yük düzeyi (0.35-0.50, 0.50-0.65 ve 0.65-0.80), çapraz yük düzeyi (0.00, 0.00-0.10 ve 0.10-0.20) ve faktörler arası korelasyon düzeyi (0.00, 0.1, 0.2, 0.3 ve 0.5) oluşturmaktadır. Tüm koşullar incelendiğinde en yüksek doğrulukla kestirim yapan yöntem FF olarak belirlenmiştir (%85.2). PA, CD, EMKPC ve KGC yöntemleri sırasıyla en iyi çalışan yöntemlerdir. FF yöntemi, iki kategorili verilerde nispeten diğer kategori sayısındaki verilere göre daha kötü performans göstermiş olsa da PA, CD, EMKPC ve KGC yöntemlerine göre hala iyi düzeyde olduğu belirlenmiştir. PA yöntemi ve CD yöntemi kategori sayısı arttıkça daha iyi performans göstermiştir. KGC ve EMPKC ise kategori sayısına bağlı olarak açıkça performans iyileşmesi göstermemiştir. Örneklem büyüklüğü arttığında FF yönteminin performansı iyileşmiş olup hem ilişkili hem de ilişkisiz faktörlerde en iyi performansı gösteren yöntem olmuştur. Ayrıca EMPKC yönteminin tek faktörlü yapılarda çok iyi performans gösterdiği ancak faktör sayısı arttığında performansının düştüğü belirlenmiştir. Bu bulgu CD ve KGC için de geçerli olup boyut sayısı 4 olduğunda PA yöntemi de benzer şekilde performans düşüşü sergilemiştir. Asıl faktöre olan yük arttığında ise tüm yöntemlerin performansı düşük koşullara göre daha yüksek olarak gözlenmiştir. Çapraz yükler arttığında ise beklendiği gibi tüm yöntemlerin performansı gerçek boyut sayısından sapmalar göstermiştir. Aynı şekilde çarpık dağılımlar da yöntemlerin performansı üzerinde olumsuz etki göstermiştir.

Auerswald & Moshagen'in (2019) çalışmasında KGC, Yamaç Birikinti Grafiği, PA ve versiyonları, CD, Hull-CFI, EMPKC ve sıralı  $\chi^2$  model testleri (SMT) odak noktadadır. Yöntemler, doğru kestirim yüzdesi ve yanlılık açısından karşılaştırılmıştır. Simülasyon

faktörlerini örneklem büyüklüğü (100, 200, 500 ve 1000), faktör sayısı (1, 3 ve 5), faktörler arası korelasyon (0.00, 0.25, 0.50 ve 0.70), faktör başına düşen madde sayısı (4, 8 ve 12), ortalama faktör yükü (0.50 ve 0.65), çapraz yüklenme (var [0.20] ve yok), minör faktör yükleri (-0.11 ile -0.09, 0.09 ile 0.11 arası) olarak belirlenmiştir. Son olarak dağılım seçilmiştir. Dağılım durumu iki biçimde manipüle edilmiştir: normal, normal olmayan (gözlenen değişkenlerin çarpıklığı, gözlenen değişkenlerin normal dağılmayan hataları, örtük değişkenlerin çarpıklığı). Her bir yöntem bağımsız olarak ele alınıp karşılaştırıldıktan sonra ayrıca yöntemlerin kombinasyonları da incelenmiştir. Bulgular, TBA ile yapılan özdeğerlerin ortalamasına odaklanan PA'nın tek faktörlü modeller için en iyi yöntem olduğunu göstermektedir. Örneklem büyüklüğündeki artış tüm yöntemlerin performansı üzerinde olumlu etkiye sahip olsa da Hull yöntemi için 500 örneklem bir limit noktası olarak göze çarpmaktadır. Ayrıca madde sayısı da açıkça yöntemlerin performanslarının artmasında önemli bir etkidir. Çok faktörlü yapılarda ise boyutlar arası korelasyon arttığında yöntemler faktör sayısını olduğundan daha düşük kestirmeye meyil göstermiştir. Çarpıklığın versiyonları ise açıkça yöntemlerin performansını olumsuz etkilemiştir. Yöntemlerin kombinasyonları incelendiğinde ise örneklem büyüklüğü 200'e eşit ve daha küçük olduğunda uyum bozulmuş olup 500'e eşit ve büyük olduğunda ise açıkça daha yüksektir. Bu durum aynı zamanda faktör kararlılığına da bir kanıt olarak işaret edilmiştir. Araştırmacılar SMT ile PA, Hull ya da EMPKC yöntemlerinin uyumlu olduğunda gerçek boyut sayısını doğru verebileceğini belirtmiş ve önermiştir. Yöntemler arası uyum olmadığında ise CD ile EMPKC ya da PA'nın versiyonlarının incelenebileceğine vurgu yapmıştır.

Lorenzo-Seva vd. (2011) çalışmasında PA, Bayesci Bilgi Kriteri ve Hull yönteminin farklı indeksler ile oluşturulmuş varyasyonlarını doğru tahmin yüzdesi açısından karşılaştırmıştır. Simülasyon faktörlerini faktör sayısı (1, 2, 3, 4 ve 5), faktör başına düşen madde sayısı oranı (5 ve 20), örneklem büyüklüğü (100, 200, 500 ve 2000), faktörler arası korelasyon (0.00, 0.20 ve 0.40) ile ortak varyans oranı (toplam varyansın %36'sı ve %64'ü)

olarak manipüle edilmiştir. Bulgular, Bayesci Bilgi Kriteri'nin (BBK) örneklemin küçük ve orta olduğunda iyi performans gösterdiği yönündedir. Ayrıca PA ve BBK'nin genel performansının orta düzeyde olduğu ve koşulların sırasıyla %81 ve %76'sında doğru kestirim yapabildiği raporlanmıştır. Tek faktörlü yapılar için Hull varyasyonlarının yüzdeleri ise %89 ve %96 arasında değişmekle birlikte Hull-CFI en iyi performans göstermektedir. Çok faktörlü yapılarda ise %85 ve %94 arasında doğrulukla kestirebilmişlerdir. Tüm faktör yapıları düşünüldüğünde ise Hull-CFI en iyi kestirim yöntemi olmuştur. Hull-CFI yalnızca faktör çıkartma yöntemi olarak En Çok Olabilirlik (ML) ya da En Küçük Artıklar (ULS) yöntemi kullanıldığı durumlarda tercih edilebilmesi nedeniyle pratik sınırlılık içermektedir. Bu nedenle Hull-CAF tüm faktör çıkartma yöntemleri için de uygun olması nedeniyle tercih edilebilir olarak ön plana çıkmıştır. Ampirik uygulama sonucunda ise madde/faktör oranı 5 olduğunda PA oldukça güçlü performans göstermiş ve diğer yöntemlere alternatif olmuştur.

Golino vd. (2020), çalışmasında EGA-GLASSO, EGA-TMFG, MAP, KGC, PA ve versiyonları, Yamaç Birikinti Testi Optimal Koordinat ve İvme Faktörü Testi yöntemlerini doğru kestirim yüzdesi, yanlılık ve mutlak yanlılık açısından karşılaştırmıştır. Simülasyon faktörlerini ortalama faktör yükü (0.40, 0.55, 0.70 ve 0.85), faktör başına düşen madde sayısı (3, 4, 8 ve 12), faktör sayısı (1, 2, 3 ve 4), faktörler arası korelasyon (0.00, 0.30, 0.50 ve 0.70), örneklem büyüklüğü (500, 1000 ve 5000) ile değişkenlere tepki seçeneği açısından sürekli ve iki kategorili olmak üzere iki düzey oluşturmaktadır. Bulgulara göre Yamaç Birikinti Testi Optimal Koordinat ve İvme Faktörü Testlerinin performansının düşük, EGA-TMFG ve KGC'yi orta, PA-TEA ve PA-TBA ile EGA-GLASSO yöntemlerinin yüksek olduğu görülmektedir. Yöntemlerin yanlılığı incelendiğinde ise EGA varyasyonlarının genel olarak yansız ya da düşük oranda pozitif yönlü yanlılık gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca PA varyasyonlarının da negatif yönlü yanlılık gösterdiği saptanmıştır. Tüm koşullar incelendiğinde Yamaç Birikinti Testi Optimal Koordinat ve İvme Faktörü Testleri yalnızca tek faktörlü yapılarda doğru kestirimler yaparken KGC ve EGA-TMFG hem tek faktörlü hem de çok faktörlü yapılarda iyi düzeyde kestirimlerde bulunmuştur. EGA-GLASSO ve PA

varyasyonlarının tüm yapılarda performansı diğerlerine göre ön plana çıkmaktadır. İki kategorili verilerde EGA-TMFG en düşük yanlılıkta ve en yüksek doğrulukla kestirim yapan yöntem olması da bir diğer önemli detaydır. Ayrıca sürekli değişkenlerle yapılan analizlerde tüm yöntemlerin yanlılığı faktörler arası korelasyonun artmasıyla artış göstermiştir. Örneklem büyüklüğü ve ortalama faktör yükünün artması ile yanlılık düzeyleri düşüş göstermiştir. Değişken sayısındaki artış da yöntemlerin genel anlamda performansı üzerinde olumlu etkiye sahiptir.

Güler & Kılıç (2023), çalışmasında Optimal PA, MAP ve MAP4, Hull, FF, EGA-TMFG ve EGA-GLASSO yöntemlerini doğru tahmin yüzdesi ve yanlılık açısından incelemiştir. Simülasyon faktörlerini ortalama faktör yükü (0.40 ve 0.70), örneklem büyüklüğü (200 ve 1000), faktör başına düşen madde sayısı (10 ve 15), faktör sayısı (1, 2 [0.00, 0.30]), değişkenlerin dağılımı sola ve sağa çarpık, kategori sayısı (3 ve 5) olmak üzere manipüle edilmiştir. Tek faktörlü yapılarda madde sayısı 15 ve ortalama faktör yükü 0.70 olduğunda FF yönteminin doğru tahmin yüzdesi %0 olarak raporlanmıştır. Aynı koşullarda ise diğer tüm yöntemlerin kestirimi %100 olarak belirlenmiştir. EGA yöntemlerinin örneklem büyüklüğü 1000 olduğunda daha iyi olduğu ancak örneklem büyüklüğü küçüldüğünde doğruluğun düştüğü saptanmıştır. İki faktörlü yapılarda ise Optimal PA, MAP, MAP4 ve Hull yöntemi faktörler arası korelasyondan etkilenmemiş ve yüksek doğrulukla kestirim yapmıştır. FF yönteminin performansı ise düşük örneklem büyüklüklerinde yeterli olmamıştır. EGA-TMFG yöntemi ise iki faktörlü yapılarda yeterli performans gösterememiş, EGA-GLASSO ise örneklem büyüklüğü 1000 olduğunda yeterli doğrulukla kestirim yapmıştır. Yöntemler performansı ise değişkenlerin çarpıklık yönünden önemli düzeyde etkilenmemiştir.

Kılıç & Uysal (2019), çalışmasında PA, MAP, DETECT, Optimal Koordinat ve İvme Faktörleri yöntemlerini doğru kestirim yüzdesi ve ortalama fark değerleri açısından karşılaştırmıştır. Simülasyon faktörlerini örneklem büyüklüğü (250, 1000 ve 3000), faktör sayısı (1 ve 2), madde sayısı (20 ve 30), ortalama faktör yükü (0.50 ve 0.70) ve korelasyon

matrisi (Pearson ve Tetrakorik) oluşturmaktadır. Yalnızca iki kategorili verilerin incelendiği çalışmada MAP analizi en iyi performansı göstermiştir. PA, Pearson korelasyon matrisiyle büyük örneklerde iyi performans gösterse de küçük örneklem büyüklüklerinde performansı düşmüştür. DETECT yöntemi tek faktörlü yapılarda örneklem büyüklüğü ve ortalama yükünden büyük oranda etkilenmiştir. Optimal Koordinat ve İvme Faktörleri yöntemi tek faktörlü yapılarda yeterli performans sergilemiştir. Ortalama fark değerleri incelendiğinde MAP yöntemi her iki korelasyon matrisinde de yansız kestirimler yapmış, PA ise iki faktörlü yapılarda Tetrakorik korelasyon matrisiyle gerçekleştirildiğinde pozitif yönlü yanlılık göstermiştir.

İlgili araştırmalar incelendiğinde madde puanlarının kategori sayısı, madde sayısı/test uzunluğu, faktör sayısı, faktörler arası korelasyonun düzeyi, ortalama faktör yükü, madde puanlarının dağılımı ve örneklem büyüklüğü açısından oldukça geniş kapsamlı değerlendirmeler yapıldığı görülmektedir. Bununla birlikte korelasyon matrisinin hangi korelasyon ile oluşturulacağı da çalışmaların önemli bir konusu olarak görülmektedir. Çalışmalar sıkça kullanılan Kaiser-Guttman Kuralı, Yamaç Birikinti Grafiği ve varyasyonları, PA varyasyonları, Hull ve varyasyonları, CD, MAP ve MAP4 ile EGA varyasyonlarına odaklanmıştır. Ek olarak SMT, BBK gibi sıkça kullanılmayan yöntemlere de yer verilmiştir. Bunlarla birlikte makine öğrenmesine dayalı FF yönteminin de güncel yöntemler arasında yerini aldığı ve performansının iyi düzeyde olduğu görülmektedir. Farklı araştırmacılar tarafından yöntemlerin kombinasyonları ve uyumlarına ilişkin incelemeler de gerçekleştirilmiştir ancak günümüzde hala faktör sayısını belirlemek için ideal tek bir yöntemin olmadığı açıkça bilinmekte olup araştırmaların da bu yorumu doğrular nitelikte olduğu söylenebilir.

İlgili araştırmaların sıklıkla odaklandığı madde puanlarının kategori sayısı, madde sayısı/test uzunluğu, faktör sayısı, faktörler arası korelasyon düzeyi, ortalama faktör yükü, madde puanlarının dağılımı ve örneklem büyüklüğünün farklı düzeylerine bu çalışmada da yer verilmiştir. Bu nedenle çalışmanın literatürdeki araştırmalar ile benzer simülasyon

faktörlerine odaklandığı yorumu yapılabilir. Böylece çalışmanın ilgili araştırmalar ile tartışılabilir ve karşılaştırılabilir olması sağlanmıştır.

## Bölüm 3

### Yöntem

Bu bölümde araştırmanın yöntemi ve desenine ilişkin bilgiler sunulmaktadır.

#### Araştırmanın Türü

Bu araştırmada, açıklayıcı faktör analizinde faktör sayısı belirleme yöntemlerinin yakınsama oranı, doğru tahmin yüzdesi ve görelî yanlılık değerleri açısından karşılaştırılması amaçlanmıştır. Araştırmada kullanılan veri setleri simülatif olarak üretilmiştir. Araştırma simülatif verilerle gerçekleştirilmesi nedeniyle Monte Carlo simülasyon çalışması özelliği taşımaktadır. Gerçek verilerde karşılaşılabilecek koşulların modellenmesi ve yöntemlerin bu koşullarda gösterdiği performansların araştırılması açısından Monte Carlo simülasyon çalışmaları değer görmektedir. Bir diğer açıdan Monte Carlo simülasyonu çalışmalarından elde edilen bulgular sunulurken hangi yöntemin daha uygun sonuçlar verdiğini ortaya koyması nedeniyle betimsel bir araştırma (Büyüköztürk vd., 2017; Fraenkel vd., 2012) niteliği taşımaktadır. Monte Carlo simülasyon çalışmaları varsayımların ihlal edilmesi, dağılım yapısının değiştirilmesi gibi pek çok farklı gözlem durumunun oluşturulması deneysel bir araştırma niteliği ve sınırlılıkları barındırmaktadır. Bu nedenle simülasyon çalışmalarının sınırlılıklarını inceledikleri koşullar oluşturur (Bandalos & Leite, 2013).

#### Araştırmanın Deseni

Açıklayıcı faktör analizinde faktör sayısı belirleme yöntemlerinin karşılaştırılması amacıyla koşullar için tamamen çaprazlanmış simülasyon deseni kullanılmıştır. Buna göre simülasyonun faktörlerinin tüm koşulları incelenecek olup madde sayısı, değişkenlerin dağılımı, değişkenlere verilen tepkinin kategorisi, örneklem büyüklüğü, ortalama faktör yükü, ölçme modeli simülasyon faktörlerini oluşturmaktadır. Simülasyon faktörleri Tablo 1'de sunulmaktadır.



**Tablo 1***Simülasyon Faktörleri*

Faktörler	Koşullar
Örneklem Büyüklüğü	200, 500, 1000
Test Uzunluğu	8, 16
Madde puanlarının kategori sayısı	3, 5, 7
Madde puanlarının dağılımı	Sağa çarpık, normal, sola çarpık
Ortalama faktör yükü	0.40, 0.60, 0.80
Ölçme modeli	Tek faktörlü
	İki faktörlü
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• İlişkisiz (<math>\varphi=0.00</math>)</li> <li>• İlişkili (<math>\varphi=0.30</math>)</li> </ul>

Araştırmada belirlenen simülasyon faktörlerinin koşulları seçilirken gerçekçi durumlarla birlikte asgari koşulların gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir. Tablo 1’de sunulan simülasyon koşulları incelendiğinde örneklem büyüklüğü (3), test uzunluğu (2), madde puanlarının kategori sayısı (3), madde puanlarının dağılımı (3), ortalama faktör yükü (3), ölçme modeli (3) olmak üzere  $3 \times 2 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 = 486$  koşul 1000 replikasyonda çalışılmıştır. Bu durumda 486000 veri setinde analizler gerçekleştirilmiştir. Harwell vd. (1996), Monte Carlo simülasyon çalışmalarının genellenebilir sonuçlar sunması için en az 25 replikasyon yapılmasını önermektedir. 1000 replikasyon ile araştırmadan elde edilen bulguların gücünün artırılması hedeflenmiştir.

Örneklem büyüklüğü için 200, 500 ve 1000 büyüklükleri belirlenmiştir. Koyuncu & Kılıç (2019), 2006 – 2016 yılları arasında yayınlanan ölçek geliştirme çalışmalarını incelediğinde en çok çalışmanın 500’den büyük örneklem büyüklüğünde ( $n=29$ , %24,78) olduğunu belirlemiştir. Ortalama örneklem büyüklüğü ise 395 olarak gözlenmiştir. Rhemtulla vd. (2012) sistematik tarama çalışmasında en yaygın örneklem büyüklüğünün 200 örneklem büyüklüğü olduğunu belirlemiştir. Fabrigar vd. (1999) faktör analizi gerçekleştirilebilmesi için gerekli minimum örneklem büyüklüğünün 200 olması gerektiğini belirtmektedir. Goretzko

vd. (2019) ise tutarlı bulgular için 400 örneklem büyüklüğünü alt örneklem büyüklüğü sınırı olarak belirtmektedir. Her ne kadar bu büyüklükler önerilse de 50 örneklem büyüklüğüne kadar faktör analizi çalışmaları üzerinde araştırmalar gerçekleştirilmeye devam etmektedir (de Winter vd., 2009; Jung, 2013; Jung & Lee, 2011). MacCallum vd. (1999) ise bir örneklem büyüklüğü önerisi ya da madde sayısı/örneklem büyüklüğü oranından ziyade maddelerin “kaliteli” olmasına yani faktör yüklerinin yüksek olmasına vurgu yapmaktadır. Ampirik çalışmalar, sistematik taramalara ait bulgular doğrultusunda belirlenen 200 örneklem büyüklüğü küçük, 500 örneklem büyüklüğü orta, 1000 örneklem büyüklüğü ise büyük örneklem büyüklüğünü temsil etmek üzere tercih edilmiştir. Aynı zamanda bu örneklem büyüklükleri birçok simülasyon çalışmasında da tercih edilmesi nedeniyle bu çalışmayı karşılaştırılabilir kılmaktadır (Y.-L. Chen & Weng, 2023; Cosemans vd., 2021; Goretzko vd., 2020; Goretzko & Ruscio, 2023; Lim & Jahng, 2019; Lorenzo-Seva vd., 2011; Ruscio & Roche, 2012).

Test uzunluğu olarak 8 ve 16 maddelik test uzunlukları belirlenmiştir. Tek boyutlu yapılar için faktör başına düşen madde 8 ve 16 iken iki faktörlü yapılar için faktör başına düşen madde sayısı 4 ve 8 olmaktadır. Brown (2006), faktör başına düşen madde sayısının en az 3 olması gerektiğini belirtmektedir. Bu görüşe ek olarak Gorsuch (1974, 2015) faktör başına düşen madde sayısının 5, Nunnally & Bernstein (1994) bu oranın 10 olması gerektiğine değinmektedir. Fabrigar vd. (1999) ise her faktör için en az 4 madde olması gerektiğini önerir. Zwick & Velicer (1986), bir faktörün oluşabilmesi için en az iki baskın (faktör yükü yüksek,  $\lambda_i > 0.70$ ) madde olması gerektiğini vurgulamıştır. Faktör başına düşen madde sayısı en az 4, en çok 16 olduğunda literatürdeki minimum koşulu sağlamakta olup bu tercih, aynı zamanda geliştirilmiş ölçeklerin kısa versiyonlarının geliştirilmesi yönelik çalışmalar için (Aluja vd., 2006; Ryan vd., 2018; Siow vd., 2017; Stevelink vd., 2012; Tang vd., 2022) ölçek geliştirme ve uyarlama sürecine ışık tutacağı düşünüldüğünden tercih edilmiştir.

Araştırmada, maddelerin puan kategorileri 3, 5 ve 7 olacak şekilde oluşturulmuştur. Her ne kadar araştırmaların pek çoğunda değişkenler sürekli kabul edilse de sıralama ölçeğinde kabul edildiği durumda gerçek yapı daha doğru elde edilir. Bir başka deyişle Polikorik korelasyon matrisi (değişkenlerin sıralama düzeyinde kabul edildiği durum) ile yapılan analizler Pearson korelasyon matrisiyle (değişkenlerin sürekli kabul edildiği durum) yapılan analizlere göre gizil yapıyı daha iyi ortaya çıkarır (Holgado–Tello vd., 2010). Bu nedenle değişkenler sıralama ölçeğinde kabul edilmiş ve analizler Polikorik korelasyon matrisi ile yapılmıştır. Birçok psikolojik özelliği ölçmeyi hedefleyen ölçek çok kategorili puanlanmaktadır ancak kategori sayısının ölçülen özellik ve örneklemin yaşı gibi özellikleriyle de ilişkili olduğunun göz önünde bulundurulması gerekir (Mellor & Moore, 2014). Özellikle küçük yaş gruplarında 3 kategorili puanlamanın yapı geçerliği için daha güçlü sonuçlar sunduğu bilinmektedir (Alan & Atalay Kabasakal, 2020; Goodman, 1997). 5 kategorili puanlamaların ise bireylerin genelinde yanıtlanma alışkanlıkları ve psikometrik özelliklerin ortaya çıkarılması için daha uygun olacağı belirtilmektedir (Adelson & McCoach, 2010; Mellor & Moore, 2014). Genel olarak psikolojik ölçümlerin birçoğu 2 – 7 kategorili ölçekler ile gerçekleştirilir (Robitzsch, 2020). Carifio & Perla (2007) ise çalışmasında özelliği yansıtmak için 7 kategorinin yeterli olacağına değinmektedir. Rasmussen (1989) ise çalışmasında 5 ve daha çok kategorili ölçeklerden elde edilen verilerin daha tutarlı olacağını belirtmektedir. Bu bağlamda seçilen kategori sayıları i) farklı yaş gruplarında kullanılabilir kategori sayılarının karşılaştırılması ii) sıklıkla tercih edilen kategori sayısında yöntemlerin performansının karşılaştırılması açısından çalışmaya eklenmiştir.

Manipüle edilen bir diğer faktör ise madde puanlarının dağılımıdır. Değişkenler, tek değişkenli sağa çarpık, normal ve sola çarpık dağılım gösterecek biçimde kategorik hale getirilmiştir. Ho & Yu (2015), psikometrinin temel varsayımı olan psikolojik özelliklerin evrende normal dağıldığı varsayımının pratikte ve çalışma gruplarında çoğunlukla sağlanamadığını belirtmektedir. Çarpık dağılım gösteren iki maddenin dahi yapay bir boyut oluşturabileceği (Bandalos & Gerstner, 2016) düşünüldüğünde, madde puanlarının

dağılımının incelenmesi önem kazanmaktadır. Hair (2014),  $\pm 1$  aralığındaki çarpıklığı normal dağılım için sınır olarak göstermektedir. Blanca vd.'nin (2013) çalışmasında 693 araştırmanın %30.9'unda hem yetenek hem de diğer psikolojik değişkenlere ait puanların çarpıklık katsayısının negatif çarpıklık, %35'inde ise pozitif çarpıklık belirlenmiştir. Çok çarpık, aşırı çarpık ve çok aşırı çarpık koşullarda bulunan araştırmalar ise tüm çalışmaların ~%9'unu oluşturmaktadır. Her ne kadar bu oran çalışmaların büyük bir kısmını oluşturmada da mevcut çalışmalar doğrultusunda çarpık veriler içeren koşulların göz ardı edilmesi mümkün değildir. Bu nedenle araştırmada  $\sim \pm 2.5$  çarpıklık tercih edilerek yöntemlerin aşırı çarpık değişkenlerde performansının incelenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca yöntemlerin performansının çarpıklıktan ne düzeyde etkilendiğinin karşılaştırılabilmesi amacıyla her bir değişkenin normal dağıldığı koşul da simülasyon koşullarına dahil edilmiştir.

Araştırmada, tek faktörlü yapılarla birlikte ilişkili ve ilişkisiz iki faktörlü yapılar incelenmiştir. Psikolojik birçok özelliğin çok faktörlü olduğu (Nunnally & Bernstein, 1994) durumlar ile birlikte araştırmacıların açıklanabilirlik ve tekrarlanabilirlik açısından tek faktörlü yapılara geçerlik kanıtı bulması kaygısına hitaben tek faktörlü yapılar tercih edilmiştir (Gorsuch, 1974; Guilford, 1954). Faktör analizinin temel amacı olarak mevcut değişkenler ile ölçülen yapının en basit biçimde, mümkün olduğunda tek faktörlü ancak "anlamli faktör/faktörler" (Gorsuch, 1974) ile açıklanması bu tercih ile uyumludur. İlişkili iki faktörlü yapılar, genel anlamda ilişkinin alt sınırı olan 0.30 düzeyinde ilişkili olacak biçimde modellenmiştir. Bu bağlamda ilişki düzeyinin minimum olması halinde yöntemlerin performansının iki faktörlü yapılardaki performansı karşılaştırılabilir hale getirilmiştir.

Maddelerin faktör yüklerinin ortalaması manipüle edilen bir diğer faktördür. Literatürde yer alan birçok çalışma maddelerin faktör yüklerini yalnızca bir değer olacak şekilde sabitlemektedir (Beauducel & Herzberg, 2006; Flora & Curran, 2004; Li, 2016). Bu durumda ölçümün paralel olduğu söylenebilir. Her ne kadar faktör yüklerinin bu biçimde düzenlenmesi hata teriminin de kontrol edilmesini sağlıyor olsa da ampirik olarak psikolojik ölçümler çoğunlukla konjenerik ölçümlerdir, bir başka deyişle her bir maddenin yükü

birbirinden farklılık göstermektedir. Bu nedenle bu araştırmada maddelerin faktör yükleri sabit tutulmamış olup ortalama faktör yükü koşul olarak seçilmiştir. Bir maddenin yüklendiği boyutta önemli sayılması için faktör yükünün en az 0.30 olması gerektiği belirtilir (Costello & Osborne, 2005). Faktör yükü için literatürde çeşitli alt sınırlar yer almaktadır (Gorsuch, 1974; Hinkin, 1995; Howard, 2016). Ortalama faktör yükünün 0.40 seçildiği durumda uniform (tek biçimli) dağılımdan elde edilen faktör yüklerinin minimum 0.30 koşulunun üstünde olduğu belirlenmiştir. Bu bağlamda 0.40 ortalama faktör yükü düşük, 0.60 ortalama faktör yükü orta, 0.80 ortalama faktör yükü ise yüksek kalitedeki maddeleri temsil etmektedir.

### **Verilerin Üretilmesi**

Araştırma çerçevesinde incelenen verilerin üretilme sürecine ilişkin detaylar bu bölümde sunulmaktadır.

### ***Simülasyon Verisinin Üretilmesi***

Araştırmanın her bir koşulunda öncelikle normal dağılım gösteren sürekli veri setleri üretilmiştir. Sürekli veri setlerinin, sürekli gizil değişkenlerin, üretilmesi psikolojik özelliklerin normal dağıldığı varsayımıyla uyum göstermektedir (Crocker & Algina, 2008). Üretilecek sürekli veri setleri, simülasyon koşullarında yer alan kategori faktörü doğrultusunda alanyazında sıklıkla kullanıldığı gibi belirlenen eşik değerleri (thresholds) ile kategorik ve normal/çarpık hale getirilmiştir (Y.-L. Chen & Weng, 2023; Cosemans vd., 2021; Garrido vd., 2011; Goretzko, 2021; Goretzko & Bühner, 2022; Holgado–Tello vd., 2010; Lim & Jahng, 2019; Lorenzo-Seva, 2011; Ruscio & Roche, 2012). Çalışmada verilerin belirlenen çarpıklıkta kategorik hale getirilmesi amacıyla Uysal & Kılıç (2022) tarafından belirlenen eşik değerleri düzenlenerek kullanılmıştır. Tablo 2’de eşik değerleri sunulmaktadır.

**Tablo 2***Eşik Değerleri*

Kategori Sayısı	Normal Dağılım	Sağa Çarpık Dağılım Ortalama Ç.K. ~ +2.5	Sola Çarpık Dağılım Ortalama Ç.K. ~ -2.5
3	$Y = \begin{cases} 1, y_i \leq -1.00 \\ 2, -1.00 < y_i \leq 1.00 \\ 3, y_i > 1.00 \end{cases}$	$Y = \begin{cases} 1, y_i \leq 1.075 \\ 2, 1.075 < y_i \leq 1.80 \\ 3, y_i > 1.80 \end{cases}$	$Y = \begin{cases} 1, y_i \leq -1.80 \\ 2, -1.80 < y_i \leq -1.075 \\ 3, y_i > -1.075 \end{cases}$
5	$Y = \begin{cases} 1, y_i \leq -1.50 \\ 2, -1.50 < y_i \leq -0.50 \\ 3, -0.50 < y_i \leq 0.50 \\ 4, 0.50 < y_i \leq 1.50 \\ 5, y_i > 1.50 \end{cases}$	$Y = \begin{cases} 1, y_i \leq 1 \\ 2, 1 < y_i \leq 1.189 \\ 3, 1.189 < y_i \leq 1.50 \\ 4, 1.50 < y_i \leq 2.10 \\ 5, y_i > 2.1 \end{cases}$	$Y = \begin{cases} 1, y_i \leq -2.00 \\ 2, -2.00 < y_i \leq -1.70 \\ 3, -1.70 < y_i \leq -1.20 \\ 4, -1.20 < y_i \leq -0.99 \\ 5, y_i > -0.99 \end{cases}$
7	$Y = \begin{cases} 1, y_i \leq -2.154 \\ 2, -2.154 < y_i \leq -1.230 \\ 3, -1.230 < y_i \leq -0.402 \\ 4, -0.402 < y_i \leq 0.402 \\ 5, 0.402 < y_i \leq 1.230 \\ 6, 1.230 < y_i \leq 2.156 \\ 7, y_i > 2.156 \end{cases}$	$Y = \begin{cases} 1, y_i \leq 0.5 \\ 2, 0.5 < y_i \leq 1.1 \\ 3, 1.1 < y_i \leq 1.7 \\ 4, 1.7 < y_i \leq 1.9 \\ 5, 1.9 < y_i \leq 2.2 \\ 6, 2.2 < y_i \leq 2.5 \\ 7, y_i > 2.5 \end{cases}$	$Y = \begin{cases} 1, y_i \leq -2.5 \\ 2, -2.5 < y_i \leq -2.2 \\ 3, -2.2 < y_i \leq -1.9 \\ 4, -1.9 < y_i \leq -1.7 \\ 5, -1.7 < y_i \leq -1.1 \\ 6, -1.1 < y_i \leq -0.5 \\ 7, y_i > -0.5 \end{cases}$

*Not. Belirtilen aralıkta yer alan her bir değer Likert Tipi ölçekleri temsil etmesi amacıyla 1'den başlayacak şekilde düzenlenmiştir.*

Üretilen veri setlerine ilişkin çarpıklık katsayıları ek A'da sunulmuştur.

**Verilerin Analizi**

Monte Carlo simülasyonu çalışmalarında kestirilen değerler ile gerçek değerlerin karşılaştırılması için sıkça kullanılan istatistikler yakınsama oranı, doğru tahmin yüzdesi göreliliği. Çalışmanın bağımlı değişkenleri yakınsama oranı (YO), göreliliği (GY) ve doğru tahmin yüzdesi (DTY) olarak belirlenmiştir. Kestirilen değerlerin gerçek değerlerden ne kadar uzaklaştığı, ne kadarının doğru kestirildiği ve kaç kez kestirim yapıldığı simülasyon çalışmasının geçerliği ve bulguların açıklanması açısından önemlidir.

Araştırmanın ilk alt problemine yanıt verilmesi amacıyla kullanılacak yakınsama oranı için; yakınsama, yöntemin uyum fonksiyonunu tekrarlayan iterasyonlar sonucu en küçük yapan parametre değerini hesaplayabilmesi, bir başka deyişle çözüme ulaşılabilmesi anlamına gelir. Yakınsama sağlanamayan veri setinde kestirim yapılamadığı için ilgili

yöntem tarafından herhangi bir faktör sayısı önerilmez. YO ise tüm replikasyonlar için, yüzde kaçında yakınsama sağlandığını gösterir. YO;

$$YO = \frac{\sum_{i=1}^{n_{rep}} c_i}{n_{rep}} \cdot 100 \quad \text{eşitlik 4}$$

Araştırmanın ikinci alt problemine yanıt vermek amacıyla kullanılacak doğru tahmin yüzdesi (DTY), araştırma için güç analizi olarak ele alınabilir. Her bir koşul için gerçekleştirilen 1000 replikasyondan gerçek boyut sayısına eşit olan ve olmayan önerilen faktör sayıları belirlenmiştir. Önerilen faktör sayısı ile gerçek faktör sayısı eşit ise ilgili replikasyondaki yönteme ait kestirim 1, eşit değil ise 0 olarak kodlanır. Bir parçalı fonksiyon olarak  $F_r$ ;

$$F_r = \begin{cases} 1, \text{ÖFS} = \text{GFS} \\ 0, \text{ÖFS} \neq \text{GFS} \end{cases} \quad \text{eşitlik 5}$$

Fonksiyonundan elde edilecek doğru kestirimler ve yanlış kestirimler ile belirlenecektir. Burada  $F_r$  ifadesindeki r replikasyonu, ÖFS önerilen faktör sayısı, GFS gerçek faktör sayısını temsil etmektedir. Daha sonra DTY;

$$DTY = \frac{\sum_{r=1}^{n_{rep}} (F_r)}{n_{rep}} \cdot 100 \quad \text{eşitlik 6}$$

Eşitliği ile hesaplanmıştır. Böylelikle replikasyonların kaçında önerilen faktör sayısı ile gerçek faktör sayısının eşit olduğu yüzdelik biçiminde ifade edilmiştir. Yöntemlerin DTY değeri 100'e yaklaştıkça artış gösterdiği ve faktör sayısını daha doğru kestirdiği yorumu yapılır. DTY değerleri için %10'luk hata, örneğin yöntemin ilgili koşula ait yakınsama sağlanan 1000 replikasyonda en az 900'ünü doğru kestirmesi, kabul edilebilir olarak ele alınmıştır (Collins vd., 2001).

Araştırmanın üçüncü alt problemine yanıt verilmesi amacıyla kullanılacak görelî yanlılık değeri;

$$GY = \frac{\hat{\theta} - \theta_{gerçek}}{\theta_{gerçek}} \quad \text{eşitlik 7}$$

Eşitliği ile hesaplanmıştır. İlgili eşitlikte  $\hat{\theta}$ , 1000 replikasyon sonucu elde edilen ortalama faktör sayısını ifade eder.  $\theta_{gerçek}$  ise simülasyonun bir faktörü olarak üretilen gerçek parametre değerini (gerçek faktör sayısını) ifade eder. GY değerinin negatif olması durumunda yöntemin faktör sayısını gerçek faktör sayısından daha az, pozitif olması durumunda ise faktör sayısını gerçek faktör sayısından daha fazla olacak şekilde kestirdiği yorumu yapılır. Faktör sayısının olduğundan daha az ya da daha çok belirlenmesi istendik bir durum değildir. Alanyazında |GY|'nin kabul edilebilir aralığı olarak  $|GY| \leq 0.10$  olduğu durumlar (orta düzey yanlılık) belirtilmiştir (Flora & Curran, 2004; Moshagen & Musch, 2014). Bu nedenle araştırmada anılan durumlar kabul edilebilir sınırlar olarak değerlendirilmiştir.

Her bir koşul için replikasyon sayısının %50'sinden fazlasında kestirim yapılamadığında ilgili koşul için yapılan "hatalı" olduğu yönünde raporlama yapılacak ve araştırmadan uygun çözümler bulunamayan veri setleri alanyazında da görüldüğü üzere çıkarılmıştır (Flora & Curran, 2004). Kalan replikasyonlar üzerinden hesaplama yapılması durumunda araştırmacının dış geçerliliği artıracak olup DTY ve GY değerleri geri kalan replikasyon sayısı üzerinden hesaplanarak gerçek değerine ulaşılmıştır. Çözüm yapılamayan veri setlerinin replikasyonlardan çıkarılmaması halinde oluşacak DTY ve GY değerlerinin yorumlarda yanlılık oluşturacağı öngörülmektedir (Yang-Wallentin vd., 2010).

Yöntemin üretilmiş 1000 replika veri setinde 950'sinde yakınsama sağlayabildiğini ve bu 950 yakınsama sağlanan replikasyonun 860'ında faktör sayısını belirlediği varsayalım. Yakınsama sağlanamayan replikasyonlar DTY değerlerinin hesaplanması sürecinde çıkarılmaması halinde Eşitlik 6 doğrultusunda  $\frac{860}{1000} = \%86$  DTY elde edilir. Bu durumda yöntemin belirlenen kriter değerinin altında kaldığı ve faktör sayısını doğru belirleyemediği yorumu yapılmalıdır. Yakınsama yapılamayan replikasyonlar hesaplama dışında tutulduğu durumda ise Eşitlik 6 doğrultusunda  $\frac{860}{950} = \%90.5$  DTY elde edilir.



Yöntemin yakınsama yapabildiği replikasyonlarda faktör sayısını belirlenen kriter oranının üzerinde bir doğrulukla kestirebildiği yorumu yapılır. Bu durum GY değerleri için de hesaplanabilir. Bu nedenle yakınsama oranı, örnekte de yer aldığı üzere DTY ve GY değerlerinin yorumlanması açısından önemlidir.

Simülasyon faktörlerinin YO, DTY ve GY değerleri üzerindeki etkisi tek yönlü ANOVA ile test edilmiş ve etki büyüklükleri raporlanmıştır. Etki büyüklükleri Cohen (1988) tarafından önerilen ölçütlere göre küçük ( $d = 0.010$ ), orta ( $d = 0.059$ ) ve büyük ( $d = 0.138$ ) olarak değerlendirilmiştir.

Simülasyonlardaki veri üretimi R yazılımı lavaan (Rosseel, 2012) paketi ile gerçekleştirilmiştir. Üretilen veri setlerine ait faktör sayılarının belirlenmesi için EFAtools (Steiner & Grieder, 2020), EGAnet (Golino & Alexander, 2023), EFA.dimensions (O'Connor, 2023) ve Goretzko & Bühner (2022) tarafından paylaşılan "Factor Forest" kodları ve ilgili paketler kullanılmıştır. Factor Forest fonksiyonunda yer alan "cor" fonksiyonu Polikorik korelasyon matrisini elde etmek için EGAnet paketinde yer alan "polychoric.matrix" fonksiyonu ile değiştirilmiştir. YO, DTY ve GY değerleri ve sonuçların görselleştirilmesi için gerekli kodlar araştırmacı tarafından yazılmıştır.

## Bölüm 4

### Bulgular, Yorumlar ve Tartışma

Bu bölümde araştırma problemleri ve alt problemlerine ilişkin bulgular yer almaktadır.

#### **Yakınsama Oranları**

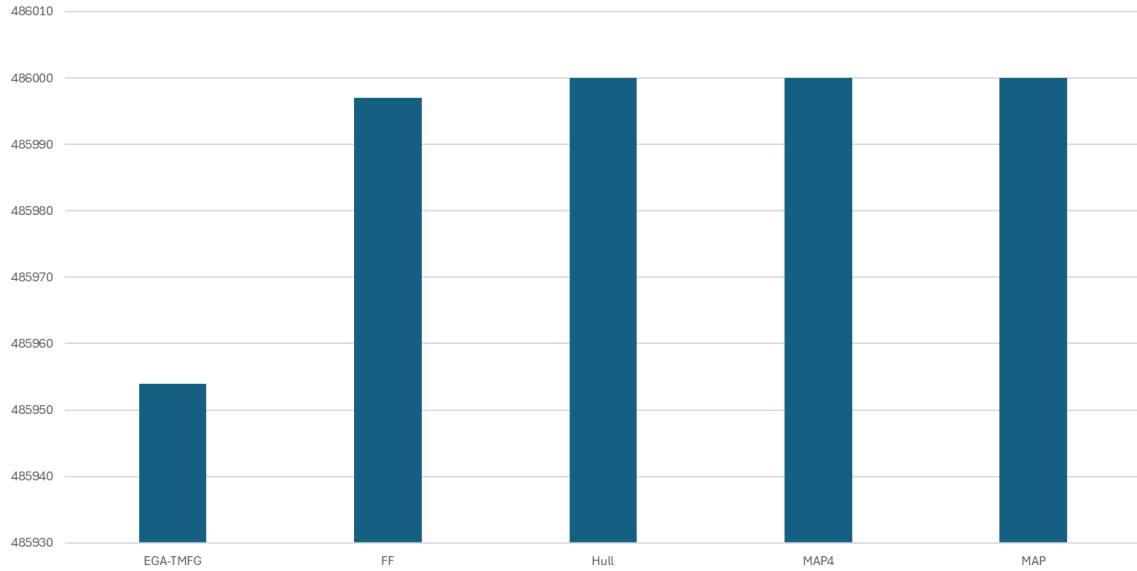
Bu başlıkta “Araştırmada belirlenen tüm simülasyon faktörlerinin koşulları için yakınsama oranı (YO) faktör sayısı belirleme yöntemlerine (MAP, MAP4, Hull, EGA-TMFG, Factor Forest) göre nasıl değişmektedir?” problemine ilişkin yanıtlar sunulmaktadır.

#### ***Yakınsama Oranlarının İncelenmesi***

Hull, MAP ve MAP4 faktör sayısı belirleme yöntemleri, tüm koşullarda %100 YO değerini göstermektedir. Bir başka deyişle tüm koşullar için kestirimde bulunmuştur. EGA-TMFG yöntemi koşulların %94.44’ünde (n=459) replikasyonların tamamında kestirim yapmıştır. EGA-TMFG’nin yakınsama yapamadığı koşullar incelendiğinde değişkenlerin 3 kategorili olma özelliğinin ortak olması göze çarpmaktadır. Bu açıdan tepki kategori sayısının küçük olması EGA-TMFG için bir yakınsama sorunu ve polikorik korelasyon matrisinin tersinin alınmasının parametre kestirimlerini güçleştirmekte olduğu söylenebilir. FF yöntemi ise %98.6 YO değerine sahiptir. FF yöntemi yalnızca örneklem büyüklüğünün 200, yapının ilişkili iki faktörlü olduğu ve ortalama faktör yükünün 0.40, değişkenlerin çarpık dağıldığı koşullarda kestirim sayısı %100 altına düşse de bu sayı %99.9 olarak belirlenmiştir. Şekil 4’te yöntemlerin araştırma kapsamında incelenen 486000 veri setinin kaçında yakınsama sağlayabildiği sunulmuştur.

## Şekil 4

Replikasyonların Tamamında Yöntemlerin Yakınsama Sayıları



Şekil 4 incelendiğinde yöntemlerin araştırma kapsamında incelenen replika veri setleri doğrultusunda yakınsama problemi olmadığı görülmektedir. Tek yönlü ve Faktöriyel ANOVA ile yakınsama oranları üzerinde simülasyon faktörlerinin ve etkileşimlerinin etkisi incelenmiştir. Bulgular Tablo 3'te sunulmaktadır.

**Tablo 3**

Simülasyon Faktörlerinin YO Değerleri Üzerindeki Etkisinin ANOVA ile Analizi

Simülasyon Faktörleri	sd	F	Eta-kare ( $\eta^2$ )
Madde puanlarının kategori sayısı	2	21.110*	0.02
Madde sayısı	1	2.104	0.00
Ortalama faktör yükü	2	2.871	0.00
Faktör sayısı belirleme yöntemi	4	19.230*	0.03
Ölçme modeli	4	2.254	0.00
Maddelerin dağılımı	2	4.331	0.00
Örneklem büyüklüğü	2	18.585*	0.02
Kategori*Yöntem	8	25.635*	0.08
Kategori*Örneklem büyüklüğü	4	22.831*	0.04
Yöntem*Örneklem büyüklüğü	8	20.608*	0.06
Kategori*Yöntem*Örneklem büyüklüğü	16	20.917*	0.12

$p < 0.05$

Tablo 3 doğrultusunda yakınsama oranları üzerinde madde puanlarının kategori sayısı, faktör sayısı belirleme yöntemi ve örneklem büyüklüğü istatistiksel olarak anlamlı düzeyde ve küçük etkiye sahiptir. Tek yönlü ANOVA sonucunda anlamlı etkiye sahip faktörlerin

etkileşimleri Faktöriyel ANOVA ile incelenmiştir. İkili etkileşimlerin üçü de istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olup madde puanlarının kategori sayısı ve faktör sayısı belirleme yöntemi etkileşimi, aynı zamanda faktör sayısı belirleme yöntemi ve örneklem büyüklüğü etkileşimi orta büyüklükte etkiye sahiptir. Madde puanlarının kategori sayısı ve örneklem büyüklüğü etkileşimi ise küçük etkiye sahiptir. Üçlü etkileşim ise büyük etkiye sahiptir.

### **Doğru Tahmin Yüzdelerinin İncelenmesi**

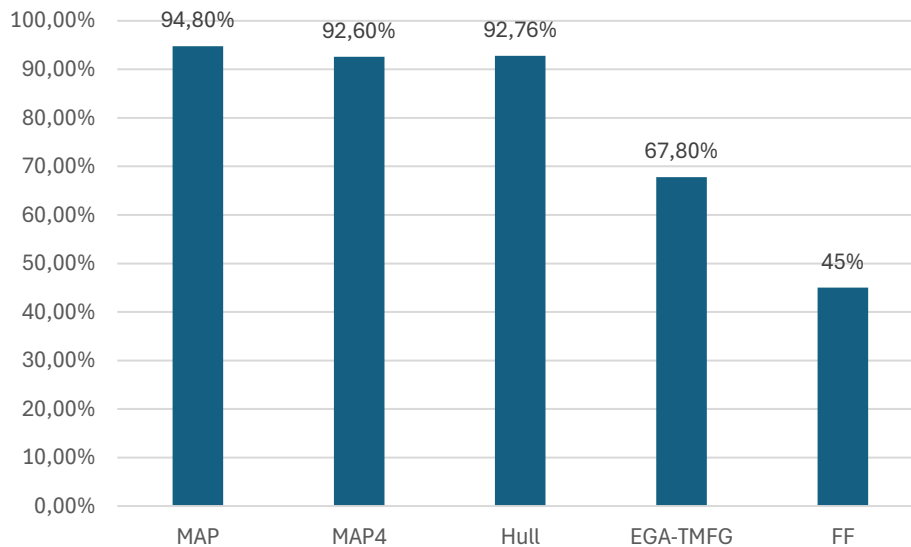
Bu başlıkta araştırmaya ilişkin ikinci problem olan “Araştırmada belirlenen tüm simülasyon faktörlerinin koşullarında doğru tahmin yüzdesi (DTY), faktör sayısı belirleme yöntemlerine (MAP, MAP4, Hull, EGA-TMFG, Factor Forest) göre nasıl değişmektedir?” problemine yanıtlar sunulmuştur. Bu bölümde her bir ölçme modeline göre yöntemlerin DTY değerleri alt başlıklar halinde sunulmaktadır.

#### ***Tek Faktörlü Yapılarda Yöntemlerin DTY Değerlerinin İncelenmesi***

Tek faktörlü yapılarda yöntemlerin DTY değerleri Şekil 5'te sunulmuştur.

### **Şekil 5**

#### ***Tek Faktörlü Yapılarda Yöntemlerin DTY Değerleri***



Şekil 5'te görüldüğü üzere MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri %90 DTY değerinin üzerinde değerler almıştır. Bu doğrultuda ortalama DTY değerleri açısından MAP, MAP4 ve

Hull yöntemleri tek faktörlü yapıları belirlemek için yüksek performans gösterirken EGA-TMFG ve Factor Forest yöntemlerinin performansı yeterli değildir. Şekil 5'te yer alan ortalama DTY değerleri içerisinde çalışma kapsamında içerisinde bulunan madde puanlarının kategori sayısı, örneklem büyüklüğü, ortalama faktör yükü, test uzunluğu, madde puanlarının dağılımı ve ölçme modeli açısından birçok simülasyon faktörünü barındırmaktadır. Bu nedenle daha genel bir bilgi sunduğu yorumu yapılabilir. Her bir simülasyon koşulunda yöntemlerin performansının incelenmesi gereklidir. Bu amaçla ilgili başlık altında değişkenlerin kategori sayısına odaklı bir biçimde tüm simülasyon koşullarına ilişkin bulgular ele alınmıştır.

**Maddelerin 3 Kategorili Olduğu Koşullarda Yöntemlerin DTY Değerlerinin İncelenmesi.** Tek faktörlü yapılarda maddelerin 3 kategorili olduğu simülasyon koşullarında yöntemlerin DTY değerleri Tablo 4'te sunulmaktadır. Bu değerlerin karşılaştırılabilmesini kolaylaştırmak amacıyla oluşturulan grafik ek B'de yer almaktadır.

**Tablo 4**

*Madde Puanlarının Üç Kategorili Olduğu Tek Boyutlu Yapılarda DTY Değerleri*

Faktör Yükü	Yöntem	Madde Sayısı						
		8		16		16		
		Sağ	Normal	Çarpıklık		Normal	Sol	
				Sol	Sağ			
<i>Örneklem büyüklüğü = 200</i>								
OF Y = 0.4 0	OFY = 0.40	MAP	35.2	67.2	35.1	94.3	100.0	91.9
		MAP4	27.3	60.4	26.8	64.6	99.9	61.1
		HULL	67.5	96.0	69.1	9.2	96.1	10.2
		EGAt	1.3	9.6	2.1	0.0	0.0	0.0
		FF	42.9	91.4	43.5	0.0	0.0	0.0
	OFY = 0.60	MAP	99.0	100.0	99.5	98.4	100.0	98.4
		MAP4	96.6	100.0	95.8	88.9	99.7	90.9
		HULL	95.5	97.8	93.8	30.3	96.7	33.5
		EGAt	49.2	96.7	50.1	1.4	47.6	1.1
		FF	94.3	97.5	92.2	0.0	0.0	0.0
OFY = 0.80	MAP	99.8	100.0	99.5	97.3	99.9	98.4	
	MAP4	98.7	100.0	99.0	92.9	98.9	92.6	
	HULL	95.4	98.6	94.3	24.0	94.2	20.5	
	EGAt	99.6	100.0	99.8	95.4	100.0	95.9	
	FF	87.3	100.0	86.1	0.0	0.0	0.0	
<i>Örneklem büyüklüğü = 500</i>								
OF Y = 0.4 0	MAP	58.6	82.0	57.0	100.0	100.0	99.9	
	MAP4	48.2	77.7	45.9	99.1	100.0	99.3	

Faktör Yükü	Yöntem	Madde Sayısı						
		8			16			
		Sağ	Normal	Sol	Sağ	Normal	Sol	
OFY = 0.60	HULL	96.4	98.1	96.4	96.1	96.9	95.9	
	EGAt	9.6	52.9	6.3	0.0	0.1	0.0	
	FF	91.4	99.9	91.0	0.0	0.0	0.0	
	MAP	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.9	
	MAP4	100.0	100.0	100.0	99.4	100.0	99.0	
	HULL	98.9	98.3	97.5	96.6	98.3	95.6	
	EGAt	95.6	100.0	96.1	42.3	99.8	39.2	
	FF	80.7	88.0	82.6	0.0	0.0	0.0	
	MAP	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
	MAP4	100.0	100.0	100.0	99.5	100.0	99.7	
	HULL	98.9	99.1	98.8	96.5	99.5	96.5	
	EGAt	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
	FF	95.2	100.0	96.3	0.0	0.0	0.0	
	<i>Örnekleme büyüklüğü = 1000</i>							
	OFY = 0.40	MAP	72.7	91.8	71.9	100.0	100.0	100.0
MAP4		62.8	90.4	62.3	100.0	100.0	100.0	
HULL		97.5	98.1	96.8	96.2	98.2	97.0	
EGAt		29.9	92.6	29.7	0.0	18.9	0.0	
FF		99.8	100.0	99.4	0.0	0.0	0.0	
OFY = 0.60	MAP	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
	MAP4	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
	HULL	98.9	99.0	98.6	96.5	99.3	97.9	
	EGAt	99.9	100.0	99.9	98.0	100.0	96.8	
	FF	78.2	96.5	75.0	0.0	0.0	0.0	
OFY = 0.80	MAP	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
	MAP4	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
	HULL	99.3	99.7	99.1	97.9	99.7	97.5	
	EGAt	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
	FF	99.8	100.0	99.2	0.0	0.0	0.0	

Not. EGAt = EGA-TMFG

Tablo 4'te bulunan tüm simülasyon faktörlerinin incelenmesi amacıyla bulgular örneklem büyüklüğü faktörünün koşullarına göre alt başlıklara ayrılmıştır.

**Maddelerin 3 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 200 Olduğu Koşullarda DTY Değerlerinin İncelenmesi.** OFY'nin 0.40 olduğu koşulların örneklem büyüklüğünün 1000, test uzunluğu 16 ve madde puanlarının normal dağılım gösterdiği koşulların dışında EGA-TMFG yöntemi gerçek faktör sayısını doğru kestirememiştir. Yöntemlerin DTY değerleri, değişkenlerin her birinin normal dağılım gösterdiği durumlarda daha yüksektir. Değişkenler aşırı çarpık olduğunda ise yöntemlerin performansları düşmektedir. Göze çarpan bir diğer bulgu ise değişkenlerin çarpık dağıldığı koşullarda MAP ve MAP4, 16 maddelik testlerde

Hull yöntemine göre daha doğru kestirimler yapmakta iken 8 maddelik testlerde tam tersi bir DTY değeri gözlenmektedir. Hull yönteminin OFY = 0.80 ve 16 maddelik testlerde, tüm yöntemlerden farklı olarak çarpıklığa karşı direnç gösteremediği, performansının düştüğü görülmektedir. OFY arttıkça tüm faktör sayısı belirleme yöntemlerinin performanslarında iyileşme görülmekte ve DTY değerleri artış göstermektedir.

**Maddelerin 3 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 500 Olduğu Koşullarda DTY Değerlerinin İncelenmesi.** Genel bir bakışla 8 maddelik testlerden elde edilen DTY değerleri 16 maddelik testlerden elde edilen DTY değerlerine göre daha düşüktür. Tüm yöntemler değişkenlerin normal dağıldığı koşullarda, çarpık dağılım gösterdiği koşullara göre daha yüksek DTY değerlerine sahiptir. Bir başka deyişle daha iyi performans göstermiştir. EGA-TMFG yöntemi 8 ve 16 maddelik testlerde OFY = 0.80 olduğu koşullar dışında, kabul edilebilir DTY değerinin altında performans göstermiş olup, çarpık dağılım gösteren değişkenlerin olduğu maddelerde DTY değerleri normal dağılım olan koşullardan daha düşüktür.

Örneklem büyüklüğünün artışı ise tüm yöntemler için (FF yöntemi 16 maddelik testler dışında) DTY değerlerinin yükselmesine neden olmuştur. Bu değişim tüm yöntemlerin DTY değerlerinde gözlenmektedir. Bu bulgu, örneklem büyüklüğünün yöntemlerin performansı üzerindeki etkisine bir işaret olarak değerlendirilebilir.

**Maddelerin 3 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 1000 Olduğu Koşullarda DTY Değerlerinin İncelenmesi.** Örneklem büyüklüğünün 1000 olduğu koşullarda EGA-TMFG ve FF yöntemleri dışındaki tüm yöntemler 16 maddelik testlerde oldukça iyi performans göstermiş olup DTY değerleri %90'ın üzerindedir. 8 maddelik testlerde elde edilen DTY değerleri 16 maddelik testlerde edilen DTY değerlerine göre düşüktür. MAP, MAP4, HULL ve EGA-TMFG yöntemleri, OFY = 0.60 ve OFY = 0.80 olan koşulların tamamında iyi performans göstermiştir (minimum = %96.5). Bu durumda ölçümler kaliteli oldukça bir başka deyişle maddelerin faktör yükleri arttıkça faktör sayısının daha doğru belirlendiği biçiminde söylenebilir.

FF yöntemi OFY=0.60 olduğu ve 8 maddelik testlerde madde puanlarının çarpık dağılımından etkilenmiş ve DTY değerleri %90'ın altında kalmıştır. Bu durumun aksine OFY = 0.40 olduğu ve yine 8 maddelik testlerde çarpık dağılımlarda dahi FF yönteminin DTY değerleri %90'ın üzerindedir.

**Maddelerin 5 Kategorili Olduğu Koşullarda Yöntemlerin DTY Değerlerinin İncelenmesi.** Tek faktörlü yapılarda maddelerin 5 kategorili olduğu simülasyon koşullarında yöntemlerin DTY değerleri Tablo 5'te sunulmaktadır. Bu değerlerin karşılaştırılabilmesini kolaylaştırmak amacıyla oluşturulan grafik ek C'te yer almaktadır.

**Tablo 5**

*Madde Puanlarının Beş Kategorili Olduğu Tek Boyutlu Yapılarda DTY Değerleri*

Faktör Yüğü	Yöntem	Madde Sayısı						
		8		16		16		
		Sağ	Normal	Çarpıklık		Normal	Sol	
<i>Örnekleme büyüklüğü = 200</i>								
OF Y = 0.8 0	OFY = 0.40	MAP	42.3	72.7	40.5	98.0	100.0	97.2
		MAP4	31.6	67.8	31.1	76.7	100.0	77.2
		HULL	79.4	97.4	79.2	33.4	96.4	35.3
		EGAt	1.9	27.3	2.6	0.0	0.0	0.0
		FF	59.8	98.2	43.1	0.0	0.0	0.0
	OFY = 0.60	MAP	99.8	100.0	99.9	98.0	100.0	99.0
		MAP4	98.4	100.0	98.6	91.9	100.0	91.5
		HULL	96.1	98.5	95.9	63.4	98.7	66.9
		EGAt	58.9	99.9	59.4	2.6	92.3	3.2
		FF	95.1	99.5	93.7	0.0	0.0	0.0
OFY = 0.80	MAP	99.8	100.0	99.8	96.8	100.0	98.1	
	MAP4	99.8	100.0	99.8	92.0	100.0	92.7	
	HULL	96.9	99.2	96.5	63.8	98.5	63.2	
	EGAt	100.0	100.0	99.9	98.1	100.0	98.1	
	FF	90.5	100.0	87.3	0.0	0.0	0.0	
<i>Örnekleme büyüklüğü = 500</i>								
OF Y = 0.8 0	OFY = 0.40	MAP	62.6	86.6	61.7	100.0	100.0	100.0
		MAP4	51.1	84.7	49.0	99.9	100.0	99.8
		HULL	96.3	98.5	96.5	95.8	99.0	95.3
		EGAt	10.1	83.6	10.5	0.0	5.5	0.0
		FF	92.7	100.0	91.6	0.0	0.0	0.0
	OFY = 0.60	MAP	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
		MAP4	100.0	100.0	100.0	99.9	100.0	99.6
		HULL	98.1	98.9	98.5	94.9	98.9	97.0
		EGAt	97.3	100.0	98.3	57.1	100.0	56.3
		FF	70.9	100.0	74.1	0.0	0.0	0.0
OFY = 0.80	MAP	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
	MAP4	100.0	100.0	100.0	99.9	100.0	99.9	



Faktör Yükü	Yöntem	Madde Sayısı					
		8			16		
		Sağ	Normal	Sol	Sağ	Normal	Sol
	HULL	98.3	99.5	98.8	98.2	99.3	96.9
	EGAt	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	FF	97.8	100.0	97.8	0.0	0.0	0.0
<i>Örnekleme büyüklüğü = 1000</i>							
OFY = 0.40	MAP	78.7	95.1	74.8	100.0	100.0	100.0
	MAP4	69.0	95.6	65.7	100.0	100.0	100.0
	HULL	97.3	98.1	97.8	96.3	98.9	95.5
	EGAt	39.8	99.0	39.6	0.1	73.2	0.0
	FF	99.9	100.0	99.7	0.0	0.0	0.0
OFY = 0.60	MAP	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	MAP4	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	HULL	98.9	99.7	98.2	96.4	98.8	96.9
	EGAt	100.0	100.0	100.0	99.4	100.0	99.3
	FF	67.5	100.0	62.8	0.0	0.0	0.0
OFY = 0.80	MAP	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	MAP4	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	HULL	99.3	99.5	99.3	98.7	99.6	98.2
	EGAt	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	FF	100.0	100.0	99.5	0.0	0.0	0.0

Not. EGAt = EGA-TMFG

Tablo 5'te bulunan tüm simülasyon faktörlerinin incelenmesi amacıyla bulgular örneklem büyüklüğü faktörünün koşullarına göre alt başlıklara ayrılmıştır.

**Maddelerin 5 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 200 Olduğu Koşullarda DTY Değerlerinin İncelenmesi.** Kategori sayısının artması açıkça MAP, MAP4, EGA-TMFG yöntemlerinin DTY değerlerinin artırmıştır. OFY = 0.40 olan koşullarda ise FF ve EGA-TMFG yöntemlerinin 16 maddelik testlerde boyut sayısını hiçbir replikasyonda doğru kestiremediği görülmüştür. Bu koşullarda yalnızca FF yönteminin maddelerin normal dağılım gösterdiği 8 maddelik testlerde DTY değerinin iyi düzeyde olduğu tespit edilmiştir (%98.2).

Faktör yükü ortalamasının düşük olduğu ve 8 maddelik testlerde yöntemlerin performansı maddelerin çarpık dağılmasından oldukça etkilenmektedir (Hull, maksimum %79.4). Benzer bir durum 16 maddelik testlerde de geçerli olmakla birlikte MAP yöntemi çarpık dağılımlarda dahi %90 DTY referans değerinin üzerinde doğru kestirimlerde bulunmuştur. OFY = 0.80 olduğu koşullarda yöntemler genel olarak %90 DTY referans

değerinin üzerinde performans göstermekte olup EGA-TMFG 16 maddelik test ve çarpık dağılım koşullarında referans değerinin altında kestirimler performansı sergilemiştir.

***Maddelerin 5 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 500 Olduğu Koşullarda DTY Değerlerinin İncelenmesi.*** OFY = 0.40 ve 16 maddelik testlerin olduğu koşullarda örneklemin 200 olduğu koşullardan farklı olarak MAP yöntemine ek olarak, MAP4 ve Hull yöntemleri de çarpıklığa karşı güçlü kestirimlerde bulunmuştur. 8 maddelik testlerde ise yalnızca Hull ve FF yöntemleri hem normal hem de çarpık dağılım koşullarında iyi düzeyde performans göstermiştir. OFY = 0.60 ve OFY = 0.80 olan koşullarda ise yöntemler genel olarak iyi performans göstermiş olup EGA-TMFG yöntemi çarpık dağılım gösteren 16 maddelik testlerde referans DTY değerinin altında kalmıştır (Sağa çarpık %57.1 , Sola çarpık %56.3). 8 maddelik testlerde ise FF yöntemi maddelerin çarpık dağılımdan oldukça etkilenmiştir (Sağa çarpık %70.9, sola çarpık %74.1). MAP, MAP4, Hull yöntemleri orta ve yüksek kalitedeki maddelerin oluşturduğu testlerde oldukça iyi performans göstermiş olup madde sayısı ya da çarpıklıktan etkilenmemiştir.

***Maddelerin 5 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 1000 Olduğu Koşullarda DTY Değerlerinin İncelenmesi.*** Ortalama faktör yükünün düşük olduğu, çarpık dağılım 8 maddelik testlerde %90 DTY değerinin üzerinde performans gösteren yöntemler FF ve Hull'dur. Normal dağılım gösteren 8 maddelik testlerde ise yöntemlerin tamamı iyi performans göstermiştir. MAP, MAP4 ve EGA-TMFG yöntemleri kısa testlerde çarpıklıktan oldukça etkilenmiş ve hiçbir koşulda %90'ın üzerinde DTY değerine sahip yöntem bulunmamaktadır.

Test uzunluğu arttığında ise bulgular farklıdır. MAP ve MAP4 yöntemleri, Hull yöntemi gibi iyi performans göstermekte iken FF yöntemi ve EGA-TMFG yöntemleri %90 DTY değerinin altında DTY değerlerine sahiptir.

OFY = 0.60 ve OFY = 0.80 olan koşullarda ise FF yöntemi dışında tüm yöntemler %90 DTY değerinin üzerinde performans göstermiş ve çarpıklığa karşı güçlü kestirimlerde bulunmuştur. FF yöntemi çarpık dağılım gösteren 8 maddelik testlerde yeterli performans

gösterememiştir. Örneklem büyüklüğünün artması yöntemlerin DTY değerlerinin de artmasına neden olmuştur.

**Maddelerin 7 Kategorili Olduğu Koşullarda Yöntemlerin DTY Değerlerinin İncelenmesi.** Tek faktörlü yapılarda maddelerin 7 kategorili olduğu simülasyon koşullarında yöntemlerin DTY değerleri Tablo 6'da sunulmaktadır. Bu değerlerin karşılaştırılabilmesini kolaylaştırmak amacıyla oluşturulan grafik ek Ç'te yer almaktadır.

**Tablo 6**

*Madde Puanlarının Yedi Kategorili Olduğu Tek Faktörlü Yapılarda DTY Değerleri*

Faktör Yüğü	Yöntem	Madde Sayısı					
		8		16		16	
		Sağ	Normal	Çarpıklık		Normal	Sol
				Sol	Sağ		
<i>Örneklem büyüklüğü = 200</i>							
OFY = 0.40	MAP	61.7	74.7	60.0	100.0	100.0	100.0
	MAP4	53.6	68.6	49.5	99.1	100.0	99.2
	HULL	95.4	97.9	94.8	94.4	97.6	93.0
	EGAt	7.3	30.0	7.2	0.0	0.0	0.0
	FF	78.4	99.7	63.4	0.0	0.0	0.0
OFY = 0.60	MAP	100.0	100.0	100.0	99.9	100.0	100.0
	MAP4	100.0	100.0	100.0	99.2	100.0	99.3
	HULL	98.3	98.8	96.8	94.2	99.1	95.0
	EGAt	93.5	100.0	90.8	31.3	95.2	32.5
	FF	95.1	99.6	96.4	0.0	0.0	0.0
OFY = 0.80	MAP	100.0	100.0	100.0	99.9	100.0	99.9
	MAP4	100.0	100.0	100.0	99.4	100.0	99.1
	HULL	99.2	98.7	98.6	98.2	98.7	98.1
	EGAt	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	FF	97.4	100.0	95.3	0.0	0.0	0.0
<i>Örneklem büyüklüğü = 500</i>							
OFY = 0.40	MAP	78.0	87.5	75.8	100.0	100.0	100.0
	MAP4	71.7	86.0	68.5	100.0	100.0	100.0
	HULL	97.2	98.5	97.7	95.7	99.1	95.8
	EGAt	37.5	85.6	36.5	0.1	9.9	0.1
	FF	98.3	100.0	96.4	0.0	0.0	0.0
OFY = 0.60	MAP	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	MAP4	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	HULL	98.4	99.0	98.3	97.6	98.9	97.5
	EGAt	100.0	100.0	100.0	98.8	100.0	98.8
	FF	62.0	100.0	61.1	0.0	0.0	0.0
OFY = 0.80	MAP	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	MAP4	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	HULL	99.0	99.2	99.1	99.2	99.5	98.8
	EGAt	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	FF	100.0	100.0	99.7	0.0	0.0	0.0
<i>Örneklem büyüklüğü = 1000</i>							

Faktör Yükü	Yöntem	Madde Sayısı					
		8			16		
		Sağ	Normal	Sol	Sağ	Normal	Sol
OFY = 0.40	MAP	88.1	95.5	88.3	100.0	100.0	100.0
	MAP4	86.3	95.8	85.0	100.0	100.0	100.0
	HULL	98.6	99.0	98.7	97.1	99.5	97.2
	EGAt	81.8	99.4	83.1	5.9	80.8	6.4
	FF	99.9	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0
OFY = 0.60	MAP	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	MAP4	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	HULL	99.1	99.5	99.3	98.7	99.7	99.0
	EGAt	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	FF	59.3	100.0	58.2	0.0	0.0	0.0
OFY = 0.80	MAP	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	MAP4	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	HULL	99.3	99.7	99.2	99.7	99.8	99.3
	EGAt	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	FF	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0

Not. EGAt = EGA-TMFG

Tablo 6'da bulunan tüm simülasyon faktörlerinin incelenmesi amacıyla bulgular örneklem büyüklüğü faktörünün koşullarına göre alt başlıklara ayrılmıştır.

**Maddelerin 7 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 200 Olduğu Koşullarda DTY Değerlerinin İncelenmesi.** OFY = 0.40 olan koşulların tamamında EGA-TMFG yönteminin DTY değerlerinin kabul edilebilir sınırlar altında kaldığı görülmektedir. Bununla birlikte OFY'nin artması EGA-TMFG yönteminin DTY değerlerini her bir koşul için artırsa da çarpık dağılım gösteren 16 maddelik testlerde (sağa çarpık = %31.3, sola çarpık = %32.5) %90 DTY referans değerinin altında performans göstermiştir. FF yöntemi de EGA-TMFG yöntemine benzer biçimde OFY = 0.40 ve çarpık dağılım gösteren 8 maddelik testlerdeki performansı %90 DTY değerinin altında kalmıştır. MAP ve MAP4 yöntemleri de OFY = 0.40 olan 8 maddelik testlerin tüm koşullarında yeterli güçte kestirimlerde bulunamamış olup diğer tüm koşullarda %90'ın üzerinde DTY değerlerine sahiptir. Hull yöntemi ise diğer tüm yöntemlerden farklı olarak koşulların tamamında oldukça iyi performans göstermiş olup DTY değerleri %90'ın üzerindedir. Hull yöntemi çok değişkenli normal dağılım gösteren sürekli veri setlerinde geliştirilmiş bir yöntemdir (Lorenzo-Seva vd., 2011). 7 kategoriden oluşan veri setleri, 3 ve 5 kategoriden oluşan veri setlerine nazaran sürekli olarak kabul

edilmeye daha yakındır. Bu nedenle Hull yönteminin performansının da bu durumdan olumlu etkilendiği söylenebilir.

***Maddelerin 7 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 500 Olduğu Koşullarda DTY Değerlerinin İncelenmesi.*** OFY= 0.40 ve 8 maddelik testlerde örneklem büyüklüğü 200 olduğu koşullardaki gibi MAP, MAP4 ve EGA-TMFG yöntemleri %90 DTY referans değerinin altında performans göstermiştir ancak DTY değerleri nispeten artış göstermiştir. EGA-TMFG yöntemi aynı OFY değeri için 16 maddelik testlerde de maddelerin çarpıklığından bağımsız olarak düşük performans sergilemiştir.

FF yöntemi 8 maddelik testler için, OFY= 0.40 koşullarda değişkenlerin hem normal hem de çarpık dağıldığı durumlarda oldukça iyi performans gösterirken OFY = 0.60 ve maddelerin çarpık olduğu koşullarda ise performansı düşmüştür. Goretzko & Bühner (2020) de çalışmasında yöntemi geliştirmek için daha iyi öğrenme gerçekleştirilmesi için “özellik (feature)” eklenebileceğine ve parametre mühendisliğinin önemine değinmiştir.

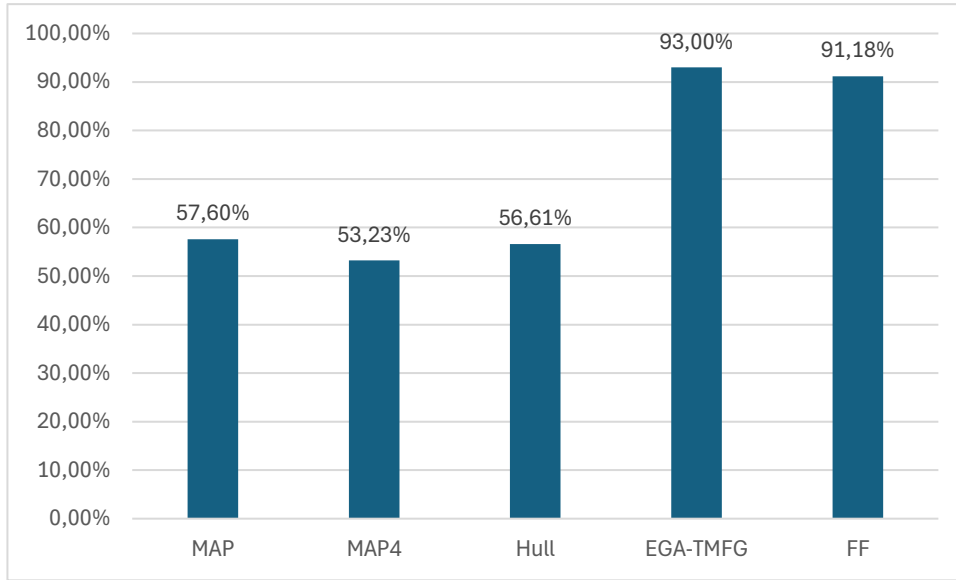
***Maddelerin 7 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 1000 Olduğu Koşullarda DTY Değerlerinin İncelenmesi.*** Bu koşullarda ise yöntemlerin tamamı hem 8 maddelik hem de 16 maddelik testlerde (FF hariç) %90 DTY referans değerinin üstünde doğru kestirimlerde bulunmuştur. MAP, MAP ve EGA-TMFG yönteminin her iki test uzunluğu için de %100 DTY değerine sahip olmasına göze çarpmaktadır. Bulgular örneklem büyüklüğünün kestirimlerin doğruluğu üzerinde etkisine açıkça işaret etmektedir.

### ***İlişkisiz İki Faktörlü Yapılarda Yöntemlerin DTY Değerlerinin İncelenmesi***

İlişkisiz iki faktörlü yapılarda yöntemlerin DTY değerleri Şekil 6'da sunulmuştur.

## Şekil 6

### İlişkisiz İki Faktörlü Yapılarda Yöntemlerin DTY Değerleri



Şekil 6'da görüldüğü üzere MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri %90 DTY değerinin altında değerler almıştır. Bu doğrultuda ortalama DTY değerleri açısından MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri ilişkisiz iki faktörlü yapıları belirlemek için düşük performans gösterirken EGA-TMFG ve Factor Forest yöntemlerinin performansı yeterlidir. Şekil 6'da yer alan ortalama DTY değerleri içerisinde çalışma kapsamında içerisinde bulunan madde puanlarının kategori sayısı, örneklem büyüklüğü, ortalama faktör yükü, test uzunluğu, madde puanlarının dağılımı ve ölçme modeli açısından birçok simülasyon faktörünü barındırmaktadır. Bu nedenle daha genel bir bilgi sunduğu yorumu yapılabilir. Her bir simülasyon koşulunda yöntemlerin performansının incelenmesi gereklidir. Bu amaçla ilgili başlık altında değişkenlerin kategori sayısına odaklı bir biçimde tüm simülasyon koşullarına ilişkin bulgular ele alınmıştır.

**Maddelerin 3 Kategorili Olduğu Koşullarda Yöntemlerin DTY Değerlerinin İncelenmesi.** İlişkisiz iki faktörlü yapılarda maddelerin 3 kategorili olduğu simülasyon koşullarında yöntemlerin DTY değerleri Tablo 7'de sunulmaktadır. Bu değerlerin karşılaştırılabilmesini kolaylaştırmak amacıyla oluşturulan grafik ek D'te yer almaktadır.



Faktör Yükü	Yöntem	Madde Sayısı					
		8			16		
		Sağ	Normal	Sol	Sağ	Normal	Sol
	MAP4	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.9
	HULL	68.1	52.5	70.5	94.3	78.7	94.8
	EGAt	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	FF	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Not. EGAt = EGA-TMFG

Tablo 7'de bulunan tüm simülasyon faktörlerinin incelenmesi amacıyla bulgular örneklem büyüklüğü faktörünün koşullarına göre alt başlıklara ayrılmıştır.

**Maddelerin 3 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 200 Olduğu Koşullarda DTY Değerlerinin İncelenmesi.** Maddelerin 3 kategorili, OFY = 0.40 olduğu koşulların tamamında hem test uzunluğu hem de çarpıklığın tüm düzeylerinde yöntemlerin kestirimlerinin güçlü olmadığı bir başka deyişle DTY değerleri %90'ın altında kaldığı belirlenmiştir. EGA-TMFG yönteminin performansı ise 8 maddelik testlerde nispeten diğer yöntemlere göre yüksek olsa da %90 DTY'nin altındadır.

OFY = 0.60 olduğu koşullarda ise 8 maddelik testlerde EGA-TMFG ve FF yöntemi çarpık dağılımlarda dahi oldukça iyi performans göstermiştir. Ancak bulgular 16 maddelik testlerde benzer değildir. Değişkenlerin normal dağılım gösterdiği 16 maddelik koşullarda ise MAP, MAP4, EGA-TMFG ve FF oldukça iyi performans göstermekte iken çarpık dağılımlarda yöntemlerin gücü düşmüştür. Hull yöntemi her iki test uzunluğunda da oldukça düşük DTY değerlerine sahiptir.

OFY = 0.80 olduğu koşullarda, yöntemlerin genel olarak DTY değerleri artış göstermiştir. MAP, EGA-TMFG ve FF yöntemleri her iki test uzunluğunda da iyi performans göstermiş, çarpıklıktan önemli ölçüde etkilenmemiştir. MAP4 yönteminin yalnızca kısa testlerde, değişkenlerin çarpık dağılım gösterdiği durumlarda performansı %90 DTY değerinin altında kalmıştır, ancak uzun testlerde ise performansı %90 DTY değerinin üstündedir. Bu bulgulara ek olarak Hull yöntem ise ortalama faktör yükünün artmasına rağmen hatalı kestirimlerde bulunduğu ön plana çıkmaktadır. Hull yönteminin temel olarak



çok değişkenli normallik gösteren veri setlerinde geliştirilmesi nedeniyle stabil olmadığı düşünölmektedir.

***Maddelerin 3 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 500 Olduğu Koşullarda DTY Değerlerinin İncelenmesi.*** OFY = 0.40 olduğu koşullarda yöntemlerden elde edilen DTY değerleri örneklem büyüklüğünün 200 olduğu koşullar ile benzerlik göstermektedir. EGA-TMFG ve FF yönteminin 500 örneklem büyüklüğünde normal dağılım gösteren değişkenlerden oluşan her iki test uzunluğunda da performansı %90 DTY değerinin üzerindedir. Ancak değişkenlerin çarpık olduğu durumda tüm yöntemler gibi EGA-TMFG ve FF yöntemlerinin performansı da referans değerin altında kalmaktadır. FF yöntemi, değişkenlerin çarpık dağıldığı 16 maddelik testlerde örneklem büyüklüğünün 200 olduğu koşullardan farklı olarak kestirimler yapabilmıştır ancak performansı düşüktür.

OFY = 0.60 olduğu koşullarda ise yöntemlerin genel olarak performansı artış göstermiştir. 8 maddelik testlerde MAP, MAP4, Hull yönteminin kestirim gücü düşük iken, EGA-TMFG ve FF yöntemleri oldukça iyi performans göstermiştir. 16 maddelik testlerde ise MAP ve MAP4 yöntemleri de EGA-TMFG ve FF yöntemleri gibi %90 DTY değerinin üzerinde performans göstermiştir ancak Hull yöntemi, 16 maddelik testlerde de doğru kestirimler yapamamıştır.

OFY = 0.80 olduğu koşullarda ise Hull yöntemi her iki test uzunluğunda da iyi performans gösterememiştir. Yalnızca değişkenlerin normal dağılım gösterdiği 16 maddelik testlerde %91.8 DTY değerine ulaşan Hull yöntemi dışında tüm yöntemler, her koşulda %90 DTY değerinin üzerinde performans göstermiştir. EGA-TMFG ve FF yöntemlerinin değişkenlerin çarpık dağılım gösterdiği durumlarda dahi %100 DTY değerlerine sahip olması yöntemlerin kestirimlerinin gücüne işaret etmektedir.

***Maddelerin 3 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 1000 Olduğu Koşullarda DTY Değerlerinin İncelenmesi.*** OFY = 0.40 olduğu koşullarda MAP, MAP4, Hull yöntemleri hem 8 hem de 16 maddelik testlerin tamamında %90 DTY değerinin altında performans göstermiştir. EGA-TMFG ve FF yöntemleri ise yalnızca değişkenlerin normal dağılım

gösterdiği koşullarda hem 8 hem de 16 maddelik testlerde iyi performans göstermiştir. Değişkenlerin çarpık dağılım gösterdiği koşullarda yöntemlerin performansı düşmüştür.

OFY = 0.60 olduğu koşullarda MAP, MAP4 yöntemlerinin performansı 16 maddelik testlerde oldukça yüksek olup 8 maddelik testlerde ise düşüktür. Hull yönteminin DTY değerleri artış gösterse de örneklem büyüklüğünden diğer yöntemler kadar etkilenmediği görülmekte ve DTY değerleri %90'ın altında kalmıştır. EGA-TMFG ve FF yöntemlerinin ise performansları oldukça yüksek olup %99 DTY'nin üzerinde değerler almıştır.

OFY = 0.80 olduğu koşullarda ise Hull yöntemi (değişkenlerin normal dağılım gösterdiği 16 maddelik testler) dışında tüm yöntemlerin performansı %90 DTY değerinin üstündedir. Hull yönteminin faktör doyumluğundan ve örneklem büyüklüğünden önemli ölçüde etkilenmediği görülmektedir. Bununla birlikte test uzunluğu arttığında -çok faktörlü yapılar için faktör başına düşen madde sayısı arttığında- ise performansı değişkenlerin normal dağılım gösterdiği durumlar için daha yüksektir.

**Maddelerin 5 Kategorili Olduğu Koşullarda Yöntemlerin DTY Değerlerinin İncelenmesi.** İlişkisiz iki faktörlü yapılarda maddelerin 5 kategorili olduğu simülasyon koşullarında yöntemlerin DTY değerleri Tablo 8'de sunulmaktadır. Bu değerlerin karşılaştırılabilmesini kolaylaştırmak amacıyla oluşturulan grafik ek E'da yer almaktadır.

**Tablo 8**

*Madde Puanlarının Beş Kategorili Olduğu İlişkisiz İki Boyutlu Yapılarda DTY Değerleri*

Faktör Yükü	Yöntem	Madde Sayısı					
		8			16		
		Sağ	Normal	Çarpıklık Sol	Sağ	Normal	Sol
<i>Örneklem büyüklüğü = 200</i>							
OFY = 0.40	MAP	0.0	0.0	0.0	5.3	30.7	4.6
	MAP4	0.3	0.0	0.4	5.5	21.7	5.6
	HULL	11.5	32.4	12.2	2.3	69.1	2.2
	EGAt	82.1	93.6	83.8	23.5	81.5	23.1
	FF	63.9	93.1	67.0	13.4	87.3	11.5
OFY = 0.60	MAP	20.5	40.5	20.6	96.1	100.0	95.2
	MAP4	22.5	17.9	21.2	79.5	100.0	80.6
	HULL	41.9	53.1	42.3	7.3	75.2	8.9
	EGAt	96.2	100.0	96.3	81.6	99.9	83.3
	FF	98.7	100.0	98.6	85.9	100.0	75.7

Faktör Yükü	Yöntem	Madde Sayısı					
		8			16		
		Sağ	Normal	Sol	Sağ	Normal	Sol
OFY = 0.80	MAP	97.0	100.0	96.8	98.6	100.0	98.4
	MAP4	94.4	100.0	94.9	94.8	100.0	94.7
	HULL	66.8	61.6	68.6	1.9	91.1	2.0
	EGAt	99.9	100.0	100.0	97.1	100.0	97.6
	FF	100.0	100.0	100.0	99.7	100.0	99.9
<i>Örneklem büyüklüğü = 500</i>							
OFY = 0.40	MAP	0.0	0.0	0.0	15.7	27.3	15.3
	MAP4	0.0	0.0	0.0	14.9	12.2	12.1
	HULL	23.9	43.5	23.6	48.3	74.0	44.9
	EGAt	90.2	99.6	90.3	52.2	99.1	54.6
	FF	50.5	99.1	51.5	87.1	100.0	82.3
OFY = 0.60	MAP	35.6	35.1	33.1	100.0	100.0	100.0
	MAP4	24.4	4.9	22.0	99.9	100.0	99.8
	HULL	51.9	49.8	53.6	76.7	75.1	77.5
	EGAt	100.0	100.0	99.8	99.6	100.0	99.7
	FF	99.8	100.0	100.0	99.9	100.0	99.8
OFY = 0.80	MAP	99.8	100.0	100.0	99.9	100.0	99.9
	MAP4	99.8	100.0	99.9	99.1	100.0	99.9
	HULL	79.7	54.3	81.2	88.1	78.0	86.1
	EGAt	100.0	100.0	100.0	99.9	100.0	100.0
	FF	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
<i>Örneklem büyüklüğü = 1000</i>							
OFY = 0.40	MAP	0.0	0.0	0.0	15.8	14.8	19.0
	MAP4	0.0	0.0	0.0	8.6	5.5	10.2
	HULL	33.1	48.7	34.4	71.1	74.9	73.0
	EGAt	96.3	100.0	95.6	89.5	100.0	90.4
	FF	76.2	100.0	77.2	100.0	100.0	99.9
OFY = 0.60	MAP	31.7	16.3	28.9	100.0	100.0	100.0
	MAP4	10.6	0.9	10.2	100.0	100.0	100.0
	HULL	51.8	52.7	52.6	80.1	75.5	80.7
	EGAt	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	FF	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
OFY = 0.80	MAP	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	MAP4	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	HULL	60.1	53.8	61.0	94.3	77.5	93.3
	EGAt	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	FF	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Not. EGAt = EGA-TMFG

Tablo 8'de bulunan tüm simülasyon faktörlerinin incelenmesi amacıyla bulgular örneklem büyüklüğü faktörünün koşullarına göre alt başlıklara ayrılmıştır.

**Maddelerin 5 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 200 Olduğu Koşullarda DTY Değerlerinin İncelenmesi.** OFY = 0.40 olduğu koşullarda yalnızca EGA-TMFG ve FF yöntemlerinin 8 maddelik testlerde, değişkenlerin normal dağılım gösterdiği durumlar için

DTY değerleri kabul edilebilir sınırın üzerindedir. MAP, MAP4, Hull yöntemleri her iki test uzunluğu ve çarpıklığın tüm düzeylerinde yeterli performans gösterememiştir. EGA-TMFG ve FF yöntemleri de 16 maddelik testlerde, değişkenlerin normal dağılım gösterdiği koşullarda diğer yöntemlere göre yüksek doğrulukla kestirim yapsa da DTY değerleri %90'ın altındadır.

***Maddelerin 5 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 500 Olduğu Koşullarda DTY Değerlerinin İncelenmesi.*** OFY = 0.40 ve test uzunluğunun her iki koşulunda da MAP, MAP4 ve Hull yöntemlerinin performansları %90 DTY değerinin altındadır. EGA-TMFG yöntemi ise 8 maddelik testlerde çarpıklığa karşı güçlü performans göstermiştir. 16 maddelik testlerde ise yalnızca değişkenlerin normal dağıldığı durumlarda iyi performans gösterebilmiştir. FF yöntemi ise yalnızca değişkenlerin normal dağılım gösterdiği her iki test uzunluğunda %90 DTY değerinin üzerinde performans göstermiştir.

OFY = 0.60 olduğu koşullarda MAP, MAP4 ve HULL yöntemleri 8 maddelik testlerde %90 DTY'nin altında kalmıştır. EGA-TMFG ve FF yöntemleri ise 8 maddelik testlerde %90 DTY'nin üzerinde performans göstermiştir. 16 maddelik testlerde MAP, MAP, EGA-TMFG ve FF yöntemleri %90 DTY'nin üzerinde ve çarpıklığa karşı güçlü olduğu görülmektedir. Ancak Hull yöntemi her iki test uzunluğunda da %90 DTY'nin altındadır.

OFY = 0.80 olduğu koşullarda Hull yöntemi dışında tüm yöntemler hem test uzunluğuna hem de çarpıklığa karşı güçlü olup %90 DTY'nin üzerinde değerler almıştır.

***Maddelerin 5 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 1000 Olduğu Koşullarda DTY Değerlerinin İncelenmesi.*** OFY = 0.40 olduğu koşullarda MAP, MAP4, Hull yöntemleri her iki test uzunluğunda yeterli performans gösterememiştir. Ancak EGA-TMFG yöntemi her iki test uzunluğu için çarpıklığa karşı güçlü olup %90 DTY değerinin üzerindedir. 16 maddelik testlerde değişkenlerin sağa çarpık dağılım gösterdiği koşul için %89.5 DTY değerine sahip olması üretilen veri setlerinde yer alan değişkenlerin çarpıklığının %1 düzeyinde değişmesinden kaynaklanıyor olabilir. Bu bulgu yöntemin simetrik olarak sola çarpık dağılımlarda gösterdiği performanstan önemli ölçüde değişmediği biçiminde yorumlanmalıdır. FF yöntemi ise 8 maddelik ve 16 maddelik testlerde değişkenlerin normal



Faktör Yükü	Yöntem	Madde Sayısı					
		8			16		
		Sağ	Normal	Sol	Sağ	Normal	Sol
	FF	100.0	100.0	100.0	99.9	100.0	100.0
<i>Örnekleme büyüklüğü = 500</i>							
OFY = 0.40	MAP	0.0	0.0	0.0	25.4	27.2	24.6
	MAP4	0.0	0.0	0.0	15.4	10.1	16.2
	HULL	34.8	44.8	36.8	72.3	76.8	72.8
	EGAt	95.8	99.6	95.6	89.6	99.3	88.5
OFY = 0.60	FF	75.8	99.4	78.1	93.9	100.0	94.9
	MAP	39.5	34.9	36.6	100.0	100.0	100.0
	MAP4	14.2	5.4	12.4	100.0	100.0	100.0
	HULL	49.5	50.4	50.2	80.6	77.9	83.8
OFY = 0.80	EGAt	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	FF	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	MAP	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	MAP4	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
OFY = 0.80	HULL	57.8	54.6	58.2	90.5	78.5	91.8
	EGAt	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	FF	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	FF	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
<i>Örnekleme büyüklüğü = 1000</i>							
OFY = 0.40	MAP	0.0	0.0	0.0	18.2	14.5	18.7
	MAP4	0.0	0.0	0.0	5.9	4.7	5.9
	HULL	43.3	50.4	45.3	82.4	75.6	79.7
	EGAt	99.5	100.0	99.7	99.3	100.0	98.7
OFY = 0.60	FF	94.8	100.0	94.9	100.0	100.0	99.9
	MAP	26.7	16.4	23.9	100.0	100.0	100.0
	MAP4	4.2	1.1	3.5	100.0	100.0	100.0
	HULL	48.0	51.1	50.2	81.7	78.3	80.7
OFY = 0.80	EGAt	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	FF	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	MAP	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	MAP4	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
OFY = 0.80	HULL	52.1	56.0	56.5	78.6	77.0	77.2
	EGAt	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	FF	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	FF	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Not. EGAt = EGA-TMFG

Tablo 9'da bulunan tüm simülasyon faktörlerinin incelenmesi amacıyla bulgular örnekleme büyüklüğü faktörünün koşullarına göre alt başlıklara ayrılmıştır.

**Maddelerin 7 Kategorili Örnekleme Büyüklüğünün 200 Olduğu Koşullarda DTY Değerlerinin İncelenmesi.** OFY = 0.40 olan koşullarda MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri her iki test uzunluğu ve tüm çarpıklıklar için yetersiz performans göstermiştir. EGA-TMFG ve FF yöntemleri ise yalnızca 8 maddelik testlerde ve değişkenlerin normal dağılım gösterdiği

koşullar için %90 DTY değerinin üzerinde performans sergilemiştir. 16 maddelik testlerde kriter değerinin üzerinde performans sergileyen yöntem bulunmamaktadır.

OFY = 0.60 olan koşullarda yöntemlerin genel olarak DTY değerleri artış göstermiştir. Hull yöntemi dışında MAP, MAP, EGA-TMFG ve FF yöntemleri hem normal hem de çarpık dağılımlarda 16 maddelik testler için %90 DTY'nin üzerinde (minimum = %97.9) performans sergilemiştir. Ancak 8 maddelik testlerde yöntemlerin performansı değişkenlik göstermektedir. MAP, MAP4 ve Hull yöntemi tüm çarpıklıklar için güçlü kestirimlerde bulunamamış olup EGA-TMFG ve FF yöntemleri %90 DTY değerinin üzerinde (minimum = %99.6) performans sergilemiş ve çarpıklığa karşı güçlüdür.

OFY = 0.80 olan koşullarda Hull yöntemi dışında tüm yöntemler, koşulların tamamında %90 DTY değeri üzerinde performans göstermiş. Aynı zamanda yöntemler çarpıklığa karşı dirençlidir. Hull yöntemi ise hem çarpık hem de normal dağılım gösteren her iki test uzunluğunda da yeterli performans gösterememiştir. Hull yöntemine ait DTY değeri (%90.5) değişkenlerin sola çarpık dağıldığı 16 maddelik testlerde kritik değerin üzerinde olsa da bu durum testte yer alan maddelerin çarpıklıklarının ortalama yaklaşık  $\pm 2.5$  olarak ayarlanması nedeniyle bu farkın oluştuğu söylenebilir.

***Maddelerin 7 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 500 Olduğu Koşullarda DTY Değerlerinin İncelenmesi.*** OFY = 0.40 olan koşullarda her iki test uzunluğu için de MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri oldukça düşük performans göstermiş ve elde edilen DTY değerleri %90'ın altında kalmıştır. EGA-TMFG yöntemi ise 8 maddelik testlerde ait tüm çarpıklık düzeylerinde iyi performans göstermekte iken 16 maddelik testlerde yalnızca değişkenlerin normal dağılım gösterdiği durumlarda performansı yeterlidir. Bu bulgu, esasen sürekli veri setleri için geliştirilmiş EGA-TMFG yönteminin kategorik değişkenlerin çarpık dağılım gösterdiği durumlardan etkilendiğine bir örnek olarak gösterilebilir. FF yöntemi ise EGA-TMFG yönteminin aksine uzun testlerde daha iyi performans göstermiştir. Bu durumda değişkenlerin tepki kategori sayısı 7 olduğu durumlarda madde sayısına bağlı olarak EGA-TMFG ve FF yöntemi arasında tercih yapılmalıdır. Her iki yöntemden elde edilecek bulgular

birbiri ile çatışabilir ve olduğundan fazla ya da az faktör çıkartmaya neden olabilir, dolayısıyla yapının yeniden üretilebilirliğini tehlikeye atabilir.

OFY = 0.60 olduğu koşullarda ise MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri 8 maddelik testlerin tüm koşullarında yeterli performans gösterememiştir. EGA-TMFG ve FF yöntemleri %100 DTY değeri ile performans göstermiştir. 16 maddelik testlerde ise Hull yönteminin dışında tüm yöntemler faktör doygunluğundan etkilenmiş ve çarpık dağılımlarda dahi güçlü kestirimlerde bulunmuştur.

OFY = 0.80 olduğu koşullardaki bulgular, OFY = 0.60 olduğu koşullar ile benzerlik göstermekte olup Hull yöntemi dışında tüm yöntemler hem test uzunluğu hem de çarpıklığın değişen koşullarında %100 DTY değerine sahip olup gerçek boyut sayısını tüm koşullarda doğru kestirmiştir.

***Maddelerin 7 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 1000 Olduğu Koşullarda DTY Değerlerinin İncelenmesi.*** OFY = 0.40 olduğu koşullarda yöntemlerden elde edilen DTY değerleri incelendiğinde, her iki test uzunluğu için de MAP, MAP4 ve Hull yöntemlerinin performansları kriter değerinin altında kalmıştır. EGA-TMFG yöntemi ise örneklem büyüklüğünün 500 olduğu koşullardan farklı olarak 8 maddelik testlerde olduğu gibi 16 maddelik testlerde de oldukça iyi performans göstermiştir. FF yöntemi ise değişkenlerin normal dağılım gösterdiği 8 maddelik testlerde ve tüm çarpıklıkların için 16 maddelik testlerde oldukça iyi düzeyde performans göstermiştir.

OFY = 0.60 olan koşullarda ise test uzunluğunun 8 olduğu durumlarda MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri değişkenlerin normal dağıldığı durumlarda dahi iyi performans gösteremezken, test uzunluğu arttığında MAP ve MAP4 yöntemlerinin DTY değerleri büyük bir artış göstermiş olup %100 DTY değerine ulaşmıştır. Ancak Hull yönteminin DTY değerleri %90 DTY kriter değerinin altında kalmıştır. EGA-TMFG ve FF yöntemleri ise replikasyonların tamamında boyut sayısını doğru belirlemiştir.

OFY = 0.80 olan koşullarda test uzunluğu ve değişkenlerin çarpıklığından bağımsız olarak MAP, MAP4, EGA-TMFG ve FF yöntemleri gerçek boyut sayısını replikasyonların tamamında boyut sayısını doğru belirlemiştir. Hull yönteminin 16 maddelik testlerdeki



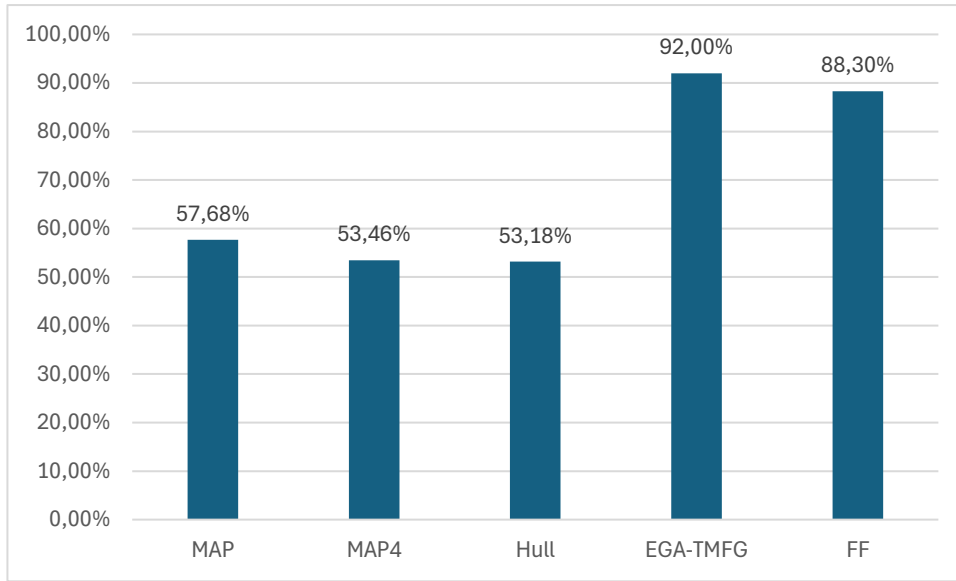
performansı, 8 maddelik testlerdeki performansına göre nispeten yüksek olsa da hiçbir koşulda %90 DTY'nin üzerinde değer almamıştır.

### ***İlişkili İki Faktörlü Yapılarda Yöntemlerin DTY Değerlerinin İncelenmesi***

İlişkili iki faktörlü yapılarda yöntemlerin DTY değerleri Şekil 7'de sunulmuştur.

#### **Şekil 7**

#### ***İlişkili İki Faktörlü Yapılarda Yöntemlerin DTY Değerleri***



Şekil 7'te görüldüğü üzere MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri %90 DTY değerinin üzerinde değerler almıştır. Bu doğrultuda ortalama DTY değerleri açısından MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri ilişkili iki faktörlü yapıları belirlemek için yetersiz performans gösterirken EGA-TMFG yönteminin performansı yeterli, Factor Forest yöntemi ise %90 kriter DTY değerine oldukça yakın performans göstermiştir. Şekil 7'de yer alan ortalama DTY değerleri içerisinde çalışma kapsamında içerisinde bulunan madde puanlarının kategori sayısı, örneklem büyüklüğü, ortalama faktör yükü, test uzunluğu, madde puanlarının dağılımı ve ölçme modeli açısından birçok simülasyon faktörünü barındırmaktadır. Bu nedenle daha genel bir bilgi sunduğu yorumu yapılabilir. Her bir simülasyon koşulunda yöntemlerin performansının incelenmesi gereklidir. Bu amaçla ilgili başlık altında değişkenlerin kategori sayısına odaklı bir biçimde tüm simülasyon koşullarına ilişkin bulgular ele alınmıştır.

**Maddelerin 3 Kategorili Olduğu Koşullarda Yöntemlerin DTY Değerlerinin İncelenmesi.** İlişkili iki faktörlü yapılarda maddelerin 3 kategorili olduğu simülasyon koşullarında yöntemlerin DTY değerleri Tablo 10'da sunulmaktadır. Bu değerlerin karşılaştırılabilmesini kolaylaştırmak amacıyla oluşturulan grafik ek G'de yer almaktadır.

**Tablo 10**

*Madde Puanlarının Üç Kategorili Olduğu İlişkili İki Boyutlu Yapılarda DTY Değerleri*

Faktör Yükü	Yöntem	Madde Sayısı					
		8			16		
		Sağ	Normal	Sol	Sağ	Normal	Sol
<i>Örnekleme büyüklüğü = 200</i>							
OFY = 0.40	MAP	0.0	0.0	0.0	1.9	11.8	2.4
	MAP4	0.1	0.0	0.2	5.1	13.9	5.3
	HULL	10.7	20.9	8.4	0.2	45.2	0.5
	EGAt	83.7	90.0	83.7	21.2	46.2	21.0
	FF	64.6	65.8	59.1	6.0	30.9	8.2
OFY = 0.60	MAP	15.8	39.7	18.2	85.8	100.0	86.0
	MAP4	16.8	28.6	19.6	77.5	99.5	77.4
	HULL	27.8	44.8	26.9	3.2	76.1	3.7
	EGAt	94.4	99.5	94.8	72.0	98.4	70.7
	FF	90.9	98.8	90.0	56.0	99.7	54.8
OFY = 0.80	MAP	95.5	100.0	95.2	97.6	100.0	98.5
	MAP4	95.4	100.0	94.1	94.4	99.5	96.1
	HULL	61.6	65.1	63.7	1.2	87.0	1.3
	EGAt	99.9	100.0	99.9	97.8	99.9	98.2
	FF	100.0	100.0	100.0	99.5	100.0	99.5
<i>Örnekleme büyüklüğü = 500</i>							
OFY = 0.40	MAP	0.0	0.0	0.0	6.7	7.8	6.7
	MAP4	0.0	0.0	0.0	10.8	5.8	10.1
	HULL	16.2	29.2	17.5	27.4	74.8	25.7
	EGAt	88.0	96.6	89.3	42.6	84.6	40.0
	FF	37.9	77.9	38.9	77.9	99.2	70.5
OFY = 0.60	MAP	33.7	52.1	36.4	100.0	100.0	100.0
	MAP4	28.9	17.3	30.6	99.2	100.0	99.6
	HULL	45.9	48.8	46.3	71.2	82.0	71.4
	EGAt	99.6	100.0	99.8	97.6	99.7	98.0
	FF	99.7	100.0	99.3	99.6	100.0	99.3
OFY = 0.80	MAP	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	MAP4	100.0	100.0	99.9	99.6	100.0	99.4
	HULL	65.9	51.7	65.5	84.0	80.8	85.8
	EGAt	100.0	100.0	100.0	99.6	100.0	99.6
	FF	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
<i>Örnekleme büyüklüğü = 1000</i>							
OFY = 0.40	MAP	0.0	0.0	0.0	6.7	3.6	5.7
	MAP4	0.0	0.0	0.0	8.5	0.2	6.8
	HULL	20.5	40.0	20.8	62.2	83.2	60.4

Faktör Yükü	Yöntem	Madde Sayısı					
		8			16		
		Sağ	Normal	Sol	Sağ	Normal	Sol
OFY = 0.60	EGAt	92.2	99.1	92.8	75.0	96.6	71.4
	FF	44.5	87.9	45.2	99.1	100.0	98.8
	MAP	43.3	52.9	41.2	100.0	100.0	100.0
	MAP4	20.9	4.5	19.6	100.0	100.0	100.0
	HULL	49.2	52.8	50.5	79.4	76.0	80.6
OFY = 0.80	EGAt	100.0	100.0	99.9	99.7	99.9	99.5
	FF	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	MAP	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	MAP4	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	HULL	51.1	52.6	53.2	88.6	75.2	88.9
	EGAt	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	FF	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Not. EGAt = EGA-TMFG

Tablo 10'da bulunan tüm simülasyon faktörlerinin incelenmesi amacıyla bulgular örneklem büyüklüğü faktörünün koşullarına göre alt başlıklara ayrılmıştır.

**Maddelerin 3 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 200 Olduğu Koşullarda DTY Değerlerinin İncelenmesi.** OFY = 0.40 olduğu koşullarda tüm test uzunluğu ve çarpıklık koşullarında yöntemlerin performansı oldukça düşüktür. Yalnızca EGA-TMFG yöntemi değişkenlerin normal dağılım gösterdiği 8 maddelik testlerde %90 DTY değerine sahiptir. MAP, MAP4, Hull ve FF yöntemleri her iki test uzunluğunda ve tüm çarpıklık düzeylerinde düşük performans göstermiştir.

OFY = 0.60 olduğu değişkenlerin hem normal hem de çarpık dağıldığı koşulların tamamında MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri %90 DTY değerinin atlında performans göstermiştir. EGA-TMFG ve FF yöntemlerinin performansı kriter değerinin üzerindedir. 16 maddelik testler de ise yalnızca MAP yöntemi tüm çarpıklıklarda iyi performans göstermiştir. MAP4, EGA-TMFG ve FF yöntemleri ise yalnızca değişkenlerin normal dağılım gösterdiği durumlarda %90'ın üzerinde DTY değerlerine sahiptir.

OFY = 0.80 olduğu koşullarda ise genel olarak Hull yöntemi hariç tüm yöntemlerin DTY değerleri %90'ın üzerindedir. Bu doğrultuda Hull yönteminin ilişkisiz iki faktörlü yapılarda olduğu gibi ilişkili iki faktörlü yapılarda da oldukça performansı düşüktür. Bu

bulgunun boyut sayısı, örneklem büyüklüğü ya da boyutlar arası korelasyondan kaynaklanmadığı ancak madde sayısından kaynaklandığı söylenebilir.

***Maddelerin 3 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 500 Olduğu Koşullarda DTY Değerlerinin İncelenmesi.*** OFY = 0.40 olduğu koşullarda ise yalnızca değişkenlerin normal dağılım gösterdiği 8 maddelik testler için EGA-TMFG, 16 maddelik testler için FF yöntemi %90 DTY değerinin üzerinde performans göstermiştir. MAP, MAP4 ve Hull yöntemlerinin DTY değerleri kriter değerinin altında kalmıştır. MAP ve MAP4 yöntemlerinin 8 maddelik koşullara ilişkin replikasyonların tamamında boyut sayısını yanlış belirlemiş olduğu göze çarpmaktadır.

OFY = 0.60 olduğu koşullarda ise yöntemlerden elde edilen DTY değerleri arasında test uzunluğuna göre bir farklılık ön plana çıkmaktadır. MAP ve MAP4 yöntemlerinin performansları 8 maddelik testlerde, çarpıklıktan bağımsız olarak oldukça düşük iken 16 maddelik testlerde değişkenlerin çarpık dağıldığı durumlarda dahi oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Hull yöntemi ise hem 8 hem de 16 maddelik testlerde yeterli performans gösterememiştir. EGA-TMFG ve FF yöntemleri ise her iki test uzunluğu ve tüm çarpıklıklarda %90 DTY'nin üzerinde performans göstermiştir.

OFY = 0.80 olduğu koşullarda ise Hull yöntemi dışında tüm yöntemlerin, neredeyse replikasyonların tamamında boyut sayısını doğru kestirmiştir. Bu bulgular büyük oranda faktör doygunluğu ile ilişkilidir (Zwick & Velicer, 1986).

***Maddelerin 3 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 1000 Olduğu Koşullarda DTY Değerlerinin İncelenmesi.*** OFY = 0.40 olduğu koşullarda örneklem büyüklüğü her ne kadar artıyor olsa da MAP, MAP4 ve Hull yöntemlerinin kestirim performansı her iki test uzunluğu ve tüm çarpıklıklar için düşüktür. Ancak EGA-TMFG yöntemi örneklem büyüklüğünden olumlu yönde etkilenmiş ve çarpık dağılımlarda dahi test uzunluğu 8 iken %90'ın üzerinde performans göstermiştir, ancak 16 maddelik testlerde yalnızca değişkenlerin normal dağıldığı durumlar için performansı yüksektir. FF yöntemi ise 16 maddelik testlerde çarpıklıktan bağımsız olarak yüksek performans gösterse de 8 maddelik testlerde performansı %90'ın altında kalmıştır.

OFY = 0.60 olduğu koşullarda MAP ve MAP4 yöntemlerinin 8 maddelik testlerde performansı düşük iken 16 maddelik testlerin tüm koşullarına ait replikasyonların tamamında boyut sayısını doğru belirlemiştir. Hull yönteminin performansı her iki test uzunluğuna ait koşullarda düşüktür. EGA-TMFG ve FF yöntemlerinin performansı her iki test uzunluğuna ait tüm çarpıklık koşullarında yüksektir. FF yöntemini her iki test uzunluğunda da %100 DTY değerine sahip olması ön plana çıkmaktadır.

OFY = 0.80 olduğu koşullarda MAP, MAP4, EGA-TMFG ve FF yöntemleri tüm koşullarında yer alan replikasyonların tamamında boyut sayısını doğru kestirmiştir. Hull yönteminin performansı ise 8 maddelik testler için %50 civarında iken, 16 maddelik testlerde ise %90 DTY değerine yakın olmakla birlikte altında kalmıştır.

**Maddelerin 5 Kategorili Olduğu Koşullarda Yöntemlerin DTY Değerlerinin İncelenmesi.** İlişkili iki faktörlü yapılarda maddelerin 5 kategorili olduğu simülasyon koşullarında yöntemlerin DTY değerleri Tablo 11'de sunulmaktadır. Bu değerlerin karşılaştırılabilmesini kolaylaştırmak amacıyla oluşturulan grafik ek G'de yer almaktadır.

**Tablo 11**

*Madde Puanlarının Beş Kategorili Olduğu İlişkili İki Boyutlu Yapılarda DTY Değerleri*

Faktör Yükü	Yöntem	Madde Sayısı					
		8			16		
		Sağ	Normal	Sol	Sağ	Normal	Sol
<i>Örnekleme büyüklüğü = 200</i>							
OFY = 0.40	MAP	0.0	0.0	0.0	3.5	12.9	3.6
	MAP4	0.0	0.0	0.0	5.9	11.3	5.5
	HULL	12.2	23.0	11.7	1.7	61.4	2.1
	EGAt	84.1	93.1	84.8	24.5	67.7	23.9
	FF	65.2	86.1	59.2	6.3	82.9	7.3
OFY = 0.60	MAP	21.8	45.3	23.3	93.6	100.0	95.6
	MAP4	23.3	20.0	25.3	84.8	99.9	85.2
	HULL	37.1	51.6	34.1	15.9	72.4	16.7
	EGAt	95.6	99.9	95.8	81.6	99.6	81.0
	FF	93.2	99.8	90.8	64.8	100.0	64.7
OFY = 0.80	MAP	98.5	100.0	98.6	98.1	100.0	98.5
	MAP4	98.0	100.0	98.5	95.2	100.0	95.3
	HULL	73.4	54.0	72.8	8.2	79.4	9.4
	EGAt	99.9	100.0	99.9	98.8	99.9	99.2
	FF	100.0	100.0	100.0	99.6	100.0	99.8

*Örnekleme büyüklüğü = 500*

Faktör Yüğü	Yöntem	Madde Sayısı					
		8			16		
		Sağ	Normal	Sol	Sağ	Normal	Sol
OFY = 0.40	MAP	0.0	0.0	0.0	8.1	8.7	8.6
	MAP4	0.0	0.0	0.0	10.3	3.1	10.0
	HULL	16.6	38.2	18.9	39.1	73.9	37.6
	EGAt	91.2	98.5	89.1	46.5	95.4	45.7
	FF	41.5	93.4	45.0	82.2	100.0	72.3
OFY = 0.60	MAP	37.1	54.9	39.8	100.0	100.0	100.0
	MAP4	25.7	8.2	29.5	99.9	100.0	99.9
	HULL	48.6	50.8	48.3	72.8	77.7	73.7
	EGAt	99.9	100.0	99.7	98.5	100.0	98.6
	FF	100.0	100.0	99.8	99.6	100.0	99.9
OFY = 0.80	MAP	100.0	100.0	100.0	99.9	100.0	100.0
	MAP4	100.0	100.0	100.0	99.9	100.0	99.8
	HULL	64.9	55.9	61.9	90.1	77.4	90.3
	EGAt	100.0	100.0	100.0	99.7	100.0	99.9
	FF	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
<i>Örnekleme büyüklüğü = 1000</i>							
OFY = 0.40	MAP	0.0	0.0	0.0	5.5	2.0	6.0
	MAP4	0.0	0.0	0.0	6.7	0.1	6.5
	HULL	24.4	48.7	26.4	66.1	76.4	71.0
	EGAt	93.4	99.8	94.0	78.5	98.8	78.9
	FF	48.4	98.0	49.5	99.5	100.0	99.4
OFY = 0.60	MAP	43.0	55.6	43.1	100.0	100.0	100.0
	MAP4	18.6	1.4	17.7	100.0	100.0	100.0
	HULL	48.9	52.1	47.8	81.9	74.7	80.7
	EGAt	100.0	100.0	99.9	99.7	100.0	99.8
	FF	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
OFY = 0.80	MAP	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	MAP4	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	HULL	51.5	55.5	51.6	85.2	76.3	86.3
	EGAt	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	FF	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Not. EGAt = EGA-TMFG

Tablo 11'de bulunan tüm simülasyon faktörlerinin incelenmesi amacıyla bulgular örnekleme büyüklüğü faktörünün koşullarına göre alt başlıklara ayrılmıştır.

**Maddelerin 5 Kategorili Örnekleme Büyüklüğünün 200 Olduğu Koşullarda DTY Değerlerinin İncelenmesi.** OFY = 0.40 olduğu koşullarda MAP, MAP4, Hull ve FF yöntemleri her iki test uzunluğuna ait çarpıklık koşullarında %90 DTY değerinin altında performans göstermiştir. EGA-TMFG ise yalnızca 8 maddelik testlerde, değişkenlerin normal dağıldığı koşullarda %90'ın üzerinde performans göstermiştir. MAP, MAP4, Hull ve

FF yöntemleri her iki test uzunluğunda ve çarpıklığın tüm düzeylerinde düşük performans sergilemiştir.

OFY = 0.60 olduğu koşullarda ise MAP, MAP ve Hull yöntemleri 8 maddelik testlere ait tüm çarpıklık koşullarda düşük DTY değerlerine sahiptir. Ancak EGA-TMFG ve FF yöntemleri 8 maddelik testlerde çarpıklıktan bağımsız olarak %90'ın üzerinde DTY değerlerine sahiptir. 16 maddelik testlerde ise çarpıklığın etkisi ön plana çıkmaktadır. Her iki çarpıklık için de yalnızca MAP yöntemi %90'ın üzerinde performans göstermiştir. MAP ile birlikte MAP4, EGA-TMFG ve FF yöntemleri değişkenlerin normal dağıldığı 16 maddelik testlerde %90'ın üzerinde DTY değerine sahiptir. Hull yöntemi ise iki koşulda da yeterli performans gösterememiştir.

OFY = 0.80 olduğu koşullarda MAP, MAP4, EGA-TMFG ve FF yöntemleri hem test uzunluğu hem de çarpıklığın tüm koşullarında %90 DTY değerinin üzerinde performans göstermiştir. Hull yönteminin performansının ise kriter değerinin altında kaldığı görülmektedir.

***Maddelerin 5 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 500 Olduğu Koşullarda DTY Değerlerinin İncelenmesi.*** OFY = 0.40 olduğu koşullarda MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri her iki test uzunluğunda da %90'ın altında DTY değerlerine sahiptir. EGA-TMFG yöntemi ve FF yöntemleri ise her iki test uzunluğunda da yalnızca değişkenler normal dağıldığında iyi performans gösterebilmiştir. EGA-TMFG 8 maddelik testlerde, değişkenlerin sola çarpık olduğu durumlarda %89.1 değerine sahip olsa %90 DTY sınırından yalnızca 9 replikasyon uzaktadır. Bu nedenle bu koşulda da yöntemin nispeten güçlü çalıştığı yorumu yapılabilir.

OFY = 0.60 olduğu koşullarda MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri, 8 maddelik testlerin tüm çarpıklıklarında yeterli performans gösteremezken, EGA-TMFG ve FF yöntemleri %99'un üzerinde DTY değerlerine sahiptir. Bulgular 16 maddelik testlerde MAP ve MAP4 için değişmektedir. Bu koşullarda yöntemlerin performansının açıkça test uzunluğundan etkilendiği görülmektedir. MAP yöntemi tüm çarpıklıklarda %100 DTY, MAP4 ise en az %99.9 DTY değerine sahiptir. EGA-TMFG ve FF yöntemleri 8 maddelik testlerde olduğu gibi güçlü kestirimlerde bulunmuştur. Hull yönteminin performansı ise 16 maddelik testlerde de %90'ın altında kalmıştır.

OFY = 0.80 olduğu koşullarda 8 maddelik testlerin tüm çarpıklık koşullarında Hull yöntemi hariç %100 DTY değerine sahip iken, 16 maddelik testlerde ise Hull yöntemi de yalnızca çarpık dağılımlarda iyi performans göstermiştir. Bu durum Hull yönteminin stabil olmamasına dair bir göstergedir.

**Maddelerin 5 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 1000 Olduğu Koşullarda DTY Değerlerinin İncelenmesi.** OFY = 0.40 olduğu koşullarda MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri her iki test uzunluğunda da %90'ın altında DTY değerlerine sahiptir. EGA-TMFG yöntemi 8 maddelik koşullarda tüm çarpıklıklarda iyi performans gösterirken FF yöntemi ise 16 maddelik koşullarda çarpıklığa karşı güçlüdür. Bu bulgu yöntemlerin çarpıklıktan etkilenme düzeyleri arasında fark olduğuna işaret etmektedir.

OFY = 0.60 olduğu koşullarda MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri 8 maddelik testlerde yeterli performans gösteremezken EGA-TMFG ve FF yöntemleri %90 DTY değerinin üzerinde performans sergilemiştir. 16 maddelik testlerde ise MAP ve MAP4 yönteminin kestirim gücü artmıştır. Hull yönteminin performansı %90 DTY'nin altındadır. EGA-TMFG ve FF yöntemleri ise 16 maddelik testlerde de neredeyse replikasyon tamamında boyut sayısını doğru kestirmiştir.

OFY = 0.80 olduğu koşullarda Hull yöntemi dışında tüm yöntemler boyut sayısını hem test uzunluğu hem de çarpıklığın tüm düzeylerinde doğru belirlemiştir. Hull yönteminin performansı 8 maddelik testlere göre nispeten 16 maddelik testlerde daha yüksektir.

**Maddelerin 7 Kategorili Olduğu Koşullarda Yöntemlerin DTY Değerlerinin İncelenmesi.** İlişkili iki faktörlü yapılarda maddelerin 7 kategorili olduğu simülasyon koşullarında yöntemlerin DTY değerleri Tablo 12'de sunulmaktadır. Bu değerlerin karşılaştırılabilmesini kolaylaştırmak amacıyla oluşturulan grafik ek H'de yer almaktadır.

#### **Tablo 12**

*Madde Puanlarının Yedi Kategorili Olduğu İlişkili İki Boyutlu Yapılarda DTY Değerleri*





Faktör Yükü	Yöntem	Madde Sayısı					
		8			16		
		Sağ	Normal	Sol	Sağ	Normal	Sol
Not. EGA <sub>t</sub> = EGA-TMFG							

Tablo 12'de bulunan tüm simülasyon faktörlerinin incelenmesi amacıyla bulgular örneklem büyüklüğü faktörünün koşullarına göre alt başlıklara ayrılmıştır.

**Maddelerin 7 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 200 Olduğu Koşullarda DTY Değerlerinin İncelenmesi.** OFY = 0.40 olduğu koşullarda hem test uzunluğu hem de çarpıklığın tüm koşullarda MAP, MAP4, Hull ve FF yöntemleri %90 DTY'nin altında performans göstermiştir. Yöntemlerin performansı genel anlamda 16 maddelik testlerde nispeten daha iyi olsa da %77'nin üzerinde doğru kestirim yapan yöntem bulunmamaktadır. 8 maddelik testlerde ise EGA-TMFG yöntemi değişkenlerin normal dağıldığı koşullarda %93.6 performans göstermiştir. Bununla birlikte değişkenlerin çarpık dağıldığı 8 maddelik testlerde ise DTY değerleri %90'a oldukça yakındır.

OFY = 0.60 olan koşullarda ise yöntemlerin performansı test uzunluğuna göre önemli farklılıklar göstermektedir. Yalnızca EGA-TMFG ve FF yöntemleri 8 maddelik testlerde hem normal hem de çarpık dağılımlarda oldukça iyi performans göstermiş olup DTY değerleri %90'ın üzerindedir. Ancak 16 maddelik testlerde MAP, MAP4, EGA-TMFG ve FF yöntemleri oldukça yüksek performans göstermiştir. FF yönteminin sağa çarpık dağılım gösteren değişkenlerin olduğu testlerde performansı %90'a oldukça yakın ancak altındadır (%87.5). Hull yöntemi ise her iki test uzunluğunda da yeterli performans göstermemiştir.

OFY = 0.80 olan koşullarda koşullarda Hull yöntemi dışında tüm yöntemler, replikasyonların neredeyse tamamında boyut sayısını doğru kestirmiştir. MAP ve FF yöntemlerinin tüm çarpıklıklarda %100 DTY değerine sahip olması ön plana çıkmaktadır. Hull yönteminin performansı nispeten 16 maddelik testlerde, değişkenlerin çarpık olduğu koşullar için daha iyi olsa da %90'ın üzerinde değer elde edilmemiştir.

**Maddelerin 7 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 500 Olduğu Koşullarda DTY Değerlerinin İncelenmesi.** OFY = 0.40 olan koşullarda 8 maddelik testlerde değişkenlerin dağılımdan bağımsız olarak EGA-TMFG, 16 maddelik testlerde ise FF yöntemi boyut sayısını yüksek doğrulukla kestirmiştir. FF yöntemi değişkenlerin sola çarpık olduğu koşullarda %90 DTY değerine oldukça yakın değer almıştır (%86.2). İki test uzunluğunda da EGA-TMFG ve FF yöntemlerinin performansı %90'ın üzerindedir. MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri ise yeterli performans gösterememiştir.

OFY = 0.60 olduğu koşullarda 8 maddelik testlerde, değişkenlerin çarpıklığından bağımsız olarak EGA-TMFG ve FF %90 DTY üzerinde değerler almıştır. 16 maddelik testlerde ise MAP, MAP4, EGA-TMFG ve FF yöntemlerinin her biri %90 DTY değerinin üzerinde performans göstermiştir. Hull yönteminin performansı her iki test uzunluğunda da yeterli değildir.

OFY = 0.80 olduğu koşullarda MAP, MAP4, EGA-TMFG ve FF yöntemleri her iki test uzunluğunun tüm çarpıklıklarına ait replikasyonların tamamında boyut sayısını doğru belirlemiştir. Hull yönteminin performansı diğer OFY koşullarında olduğu gibi %90'ın altındadır.

**Maddelerin 7 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 1000 Olduğu Koşullarda DTY Değerlerinin İncelenmesi.** OFY = 0.40 olduğu koşullarda yöntemlerden elde edilen DTY değerleri incelendiğinde MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri her iki test uzunluğunda ve tüm çarpıklıklarda %90'ın altında olduğu görülmüştür. EGA-TMFG 8 maddelik testlerin tüm çarpıklık düzeylerinde, FF ise yalnızca değişkenlerin normal dağıldığı koşullarda %90 DTY üzerinde değer almıştır. 16 maddelik testlerde ise EGA-TMFG ve FF yöntemleri %90'ın üzerinde DTY değeri alırken FF yönteminin tüm çarpıklıklarda %100 değerine sahip olması öne çıkmaktadır.

OFY = 0.60 olduğu koşullarda 8 maddelik testlerde MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri yeterli performans gösterememiştir. EGA-TMFG ve FF yöntemleri ise %100 DTY değerlerine sahiptir. 16 maddelik testlerde ise MAP, MAP4, EGA-TMFG ve FF yöntemleri tüm çarpıklıklarda %100 DTY değerinde performans göstermiştir.

OFY = 0.80 olduğu koşullarda ise her iki test uzunluğu ve tüm çarpıklıklarda Hull yöntemi hariç tüm yöntemler %100 DTY değerine sahiptir. Bir başka deyişle MAP, MAP4, EGA-TMFG ve FF yöntemleri tüm replikasyonlarda boyut sayısını doğru belirlemiştir.

### **Simülasyon Faktörlerinin DTY Değerleri Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi.**

Araştırmada seçilen simülasyon faktörlerinin DTY değerleri üzerindeki etkisinin incelenmesi için tek yönlü ANOVA yapılmıştır. ANOVA sonucu elde edilen bulgular Tablo 13'te yer almaktadır.

**Tablo 13**

*Simülasyon Faktörlerinin DTY Değerleri Üzerindeki Etkisinin ANOVA ile Analizi*

Simülasyon Faktörleri	MAP	MAP4	Hull	EGA-TMFG	Factor Forest
Madde puanlarının kategori sayısı	0.00	0.00	<b>0.07*</b>	0.03*	0.00
Madde sayısı	0.19*	0.21*	0.07*	0.10*	<b>0.27*</b>
Ortalama faktör yükü	<b>0.65*</b>	0.62*	0.17*	0.44*	0.10*
Ölçme modeli	0.42*	0.40*	<b>0.51*</b>	0.28*	0.40*
Madde puanlarının dağılımı	0.00	0.00	<b>0.07*</b>	<b>0.07*</b>	0.03*
Örnekleme büyüklüğü	0.00	0.00	<b>0.21*</b>	0.13*	0.04*

\* $p < 0.05$

Tablo 13 incelendiğinde kategori sayısının MAP, MAP4 ve FF yöntemleri üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olmadığı görülmektedir. Kategori sayısı Hull yöntemi için orta, EGA-TMFG için ise küçük etkiye sahiptir. Madde sayısı tüm yöntemler üzerinde anlamlı etkiye sahiptir. En yüksek etkiyi FF yöntemi, en düşük etki ise Hull yönteminde gözlenmiştir. Ortalama faktör yükü yöntemler için anlamlı etkiye sahip olmakla birlikte FF hariç tüm yöntemler üzerinde büyük etkiye sahiptir. En yüksek etki MAP, en düşük etki FF yönteminde gözlenmiştir. Ölçme modeli tüm yöntemler üzerinde anlamlı ve büyük etkiye sahip olmakla birlikte en yüksek etki Hull, en düşük etki ise MAP4 ve FF yöntemlerinde gözlenmiştir. Değişkenlerin dağılımı MAP ve MAP4 yöntemleri üzerinde anlamlı etkiye sahip değildir. Hull, EGA-TMFG ve FF yöntemleri üzerindeki etkisi ise orta düzeydedir. Örnekleme büyüklüğü değişkenlerin dağılımına benzer şekilde MAP ve MAP4 yöntemleri için anlamlı etkiye sahip değildir. Hull, EGA-TMFG ve FF yöntemleri üzerinde ise anlamlı ve büyük etkiye sahiptir. En yüksek etki Hull yönteminde gözlenmiştir.

Her bir yöntemin araştırma kapsamında ele alınan simülasyon faktöründen farklı etki büyüklüklerinden ve düzeylerinden etkileniyor olması öne çıkmaktadır. Madde puanlarının kategori sayısı, madde sayısı, örneklem büyüklüğü ve madde puanlarının dağılımı gibi veri karakteristikleri faktör sayısının belirleneceği aşamada yöntem seçimi konusunda önem arz etmektedir. Ayrıca gizil yapı ile ilgili faktör yükleri ve ölçme modelinin de faktör sayısı belirleme yöntemleri üzerindeki etkisi değerlendirildiğinde belirlenen faktör sayısı kadar faktör çıkartma işlemi sonrasında da elde edilen değerlerin incelenmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

## Görelî Yanlılık Değerlerinin İncelenmesi

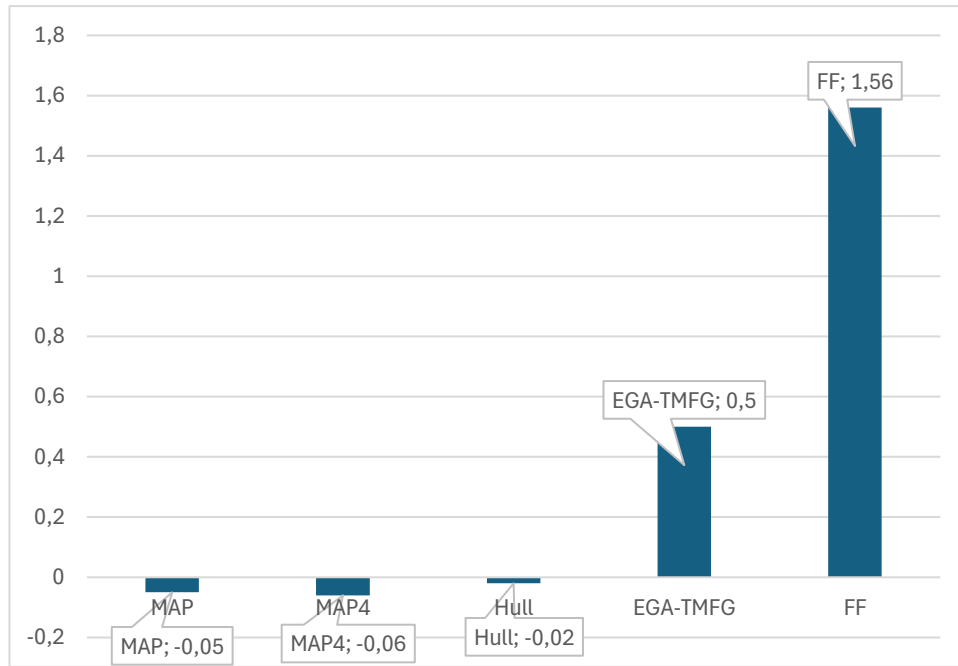
Bu başlıkta araştırmaya ilişkin ikinci problem olan “Araştırmada belirlenen tüm simülasyon faktörlerinin koşullarında görelî yanlılık (GY), faktör sayısı belirleme yöntemlerine (MAP, MAP4, Hull, EGA-TMFG, Factor Forest) göre nasıl değişmektedir?” problemine yanıtlar sunulmuştur. Bu bölümde her bir ölçme modeline göre yöntemlerin GY değerleri alt başlıklar halinde sunulmaktadır.

### Tek Faktörlü Yapılarda Yöntemlerin GY Değerlerinin İncelenmesi

Tek faktörlü yapılarda yöntemlerin GY değerleri Şekil 8’de sunulmuştur.

#### Şekil 8

Tek Faktörlü Yapılarda Yöntemlerin GY Değerleri



Şekil 8’de görüldüğü üzere MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri kriter  $|GY|$  değerinin altında değerler almıştır. Bu doğrultuda ortalama GY değerleri açısından MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri tek faktörlü yapıları belirlemek için yansız kestirimler yaparken EGA-TMFG ve Factor Forest yöntemlerinin ise önemli düzeyde pozitif yönlü yanlılık göstermiştir. Şekil 8’de yer alan ortalama GY değerleri içerisinde çalışma kapsamında içerisinde bulunan madde puanlarının kategori sayısı, örneklem büyüklüğü, ortalama faktör yükü, test

uzunluğu, madde puanlarının dağılımı ve ölçme modeli açısından birçok simülasyon faktörünü barındırmaktadır. Bu nedenle daha genel bir bilgi sunduğu yorumu yapılabilir. Her bir simülasyon koşulunda yöntemlerin performansının incelenmesi gereklidir. Bu amaçla ilgili başlık altında değişkenlerin kategori sayısına odaklı bir biçimde tüm simülasyon koşullarına ilişkin bulgular ele alınmıştır.

**Maddelerin 3 Kategorili Olduğu Koşullarda Yöntemlerin GY Değerlerinin İncelenmesi.** Tek faktörlü yapılarda maddelerin 3 kategorili olduğu simülasyon koşullarında yöntemlerin GY değerleri Tablo 14'te sunulmaktadır. Bu değerlerin karşılaştırılabilmesini kolaylaştırmak amacıyla oluşturulan grafik ek l'da yer almaktadır.

**Tablo 14**

*Madde Puanlarının Üç Kategorili Olduğu Tek Faktörlü Yapılarda GY Değerleri*

Faktör Yükü	Yöntem	Madde Sayısı					
		8			16		
		Sağ	Normal	Sol	Sağ	Normal	Sol
<i>Örnekleme büyüklüğü = 200</i>							
OFY = 0.40	MAP	-0.65	-0.33	-0.65	-0.05	0.00	-0.07
	MAP4	-0.72	-0.40	-0.73	-0.20	0.00	-0.22
	HULL	-0.17	0.04	-0.16	-0.89	0.06	-0.89
	EGAt	1.09	0.96	1.08	2.00	1.88	2.02
	FF	0.57	0.09	0.57	2.54	1.56	2.60
OFY = 0.60	MAP	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02
	MAP4	-0.00	0.00	-0.01	0.12	0.00	0.10
	HULL	0.01	0.02	0.01	-0.60	0.04	-0.53
	EGAt	0.53	0.03	0.51	1.76	0.95	1.81
	FF	0.06	0.02	0.08	2.60	3.00	2.57
OFY = 0.80	MAP	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.02
	MAP4	0.01	0.00	0.01	0.08	0.01	0.08
	HULL	0.03	0.01	0.04	-0.50	0.00	-0.52
	EGAt	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.08
	FF	0.13	0.00	0.16	3.18	3.31	3.18
<i>Örnekleme büyüklüğü = 500</i>							
OFY = 0.40	MAP	-0.41	-0.18	-0.43	0.00	0.00	0.00
	MAP4	-0.52	-0.22	-0.54	0.00	0.00	0.00
	HULL	0.04	0.02	0.04	0.04	0.06	0.05
	EGAt	0.97	0.48	0.99	1.89	1.82	1.86
	FF	0.09	0.00	0.09	1.99	2.91	2.00
OFY = 0.60	MAP	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	MAP4	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
	HULL	0.01	0.02	0.02	0.05	0.03	0.06
	EGAt	0.04	0.00	0.04	1.04	0.00	1.07

Faktör Yükü	Yöntem	Madde Sayısı					
		8			16		
		Sağ	Normal	Sol	Sağ	Normal	Sol
OFY = 0.80	FF	0.19	0.12	0.17	2.96	3.00	2.95
	MAP	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	MAP4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	HULL	0.01	0.01	0.02	0.08	0.00	0.05
	EGAt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	FF	0.05	0.00	0.04	3.05	3.00	3.05
<i>Örneklem büyüklüğü = 1000</i>							
OFY = 0.40	MAP	-0.27	-0.08	-0.28	0.00	0.00	0.00
	MAP4	-0.37	-0.10	-0.38	0.00	0.00	0.00
	HULL	0.02	0.02	0.03	0.06	0.02	0.04
	EGAt	0.73	0.08	0.73	1.80	1.48	1.86
	FF	0.00	0.00	0.01	2.99	3.00	2.98
OFY = 0.60	MAP	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	MAP4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	HULL	0.01	0.01	0.01	0.05	0.01	0.04
	EGAt	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.06
	FF	0.22	0.03	0.25	3.00	3.00	3.00
OFY = 0.80	MAP	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	MAP4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	HULL	0.01	0.00	0.01	0.03	0.00	0.03
	EGAt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	FF	0.00	0.00	0.01	3.00	3.00	3.00

Not. EGAt = EGA-TMFG

Tablo 14'te bulunan tüm simülasyon faktörlerinin incelenmesi amacıyla bulgular örneklem büyüklüğü faktörünün koşullarına göre alt başlıklara ayrılmıştır.

**Maddelerin 3 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 200 Olduğu Koşullarda GY Değerlerinin İncelenmesi.** OFY = 0.40 olduğu koşullarda yöntemlerden elde edilen GY değerleri test uzunluğuna göre farklılık göstermektedir. 8 maddelik testlerde yalnızca değişkenlerin normal dağılım gösterdiği koşullar için Hull ve FF yöntemleri kabul edilebilir yanlılıkta kestirimler yapmıştır. MAP, MAP4 ve EGA-TMFG yöntemleri 8 maddelik testlerde çarpıklığın tüm koşullarında kabul edilebilir yanlılığın dışında kestirimlerde bulunmuştur. MAP ve MAP4 yöntemleri boyut sayısını olduğundan daha düşük, EGA-TMFG ise olduğundan daha yüksek kestirmiştir. 16 maddelik testlerde ise yalnızca MAP yöntemi boyut sayısını kabul edilebilir yanlılıkta kestirmiştir. MAP4 ve Hull yöntemleri boyut sayısını olduğundan düşük, EGA-TMFG ve FF yöntemleri ise olduğundan yüksek kestirmiştir.



OFY = 0.60 olduğu koşullara ait 8 maddelik testlerde MAP, MAP4, Hull ve FF yöntemleri tüm çarpıklık düzeylerinde kabul edilebilir yanlılıkta kestirimlerde bulunmuştur. EGA-TMFG yöntemi değişkenlerin çarpık dağılım gösterdiği koşullarda boyut sayısını gerçekten daha yüksek kestirmiştir. Değişkenlerin normal dağılım gösterdiği koşullara ait replikasyonlarda ise kestirimleri kabul edilebilir GY aralığındadır. 16 maddelik testlerde MAP yöntemi en iyi performans gösteren yöntem olmuştur ve çarpıklığa karşı güçlüdür. MAP4 ve Hull yöntemleri ise yalnızca değişkenlerin normal dağılım gösterdiği koşullarda kabul edilebilir GY değerlerine sahiptir. EGA-TMFG ve FF yöntemleri boyut sayısını olduğundan daha yüksek kestirme eğilimi göstermiştir.

OFY = 0.80 olduğu koşullarda yöntemlerin genel olarak performansı daha yüksektir. 8 maddelik testlere ait tüm çarpıklık düzeylerinde MAP, MAP4, Hull ve EGA-TMFG yöntemleri kabul edilebilir GY değerine sahiptir. FF yöntemi ise çarpıklıktan etkilenmiş ve boyut sayısını olduğundan yüksek kestirme eğilimindedir. Değişkenlerin normal dağılım gösterdiği replikasyonlarda ise FF yöntemi kabul edilebilir GY değerine sahiptir. 16 maddelik testlerde ise MAP, MAP4 ve EGA-TMFG yöntemleri tüm çarpıklık düzeylerinde yansız kestirimlerde bulunmuştur. Hull yöntemi çarpıklıktan etkilenmiş ve boyut sayısını olduğundan düşük kestirmiştir. Tek faktörlü yapılar incelendiği göz önünde bulundurulduğunda ise Hull yönteminin faktörlü yapıları belirlemede güçlü olmadığı söylenebilir. Ancak değişkenlerin normal dağılım gösterdiği replikasyonlarda GY değeri uygundur. FF yöntemi ise boyut sayısını oldukça yüksek kestirmiştir.

***Maddelerin 3 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 500 Olduğu Koşullarda GY Değerlerinin İncelenmesi.*** OFY = 0.40 ve 8 maddelik testlerde Hull ve FF yöntemi kabul edilebilir yanlılıkta kestirimlerde bulunmuştur. MAP ve MAP4 yöntemleri boyut sayısını olduğundan daha az, EGA-TMFG ise olduğundan daha yüksek kestirme eğilimindedir. 16 maddelik testlerde ise MAP, MAP4 ve Hull yöntemlerinin yanlılığı kabul edilebilir aralıktadır. EGA-TMFG ve FF yöntemleri boyut sayısını tüm çarpıklık düzeylerinde olduğundan yüksek kestirmiştir.

OFY = 0.60 ve 8 maddelik testlerde MAP, MAP4, Hull ve EGA-TMFG yöntemleri kabul edilebilir GY değerlerinde kestirimler yapmış ve çarpıklığa karşı dirençlidir. FF yöntemi ise kabul edilebilir aralığa yakın GY değerlerine sahip olsa da boyut sayısını olduğundan yüksek kestirmiştir. 16 maddelik testlerde ise tüm çarpıklık düzeylerinde yalnızca MAP, MAP4 ve Hull yöntemlerinden uygun GY değerleri elde edilmiştir. EGA-TMFG yöntemi çarpıklıktan etkilenmiş olup yalnızca değişkenlerin normal dağılım gösterdiği koşullar için uygun GY değerine sahiptir. FF yöntemi ise 8 maddelik testlerde olduğu gibi boyut sayısını olduğundan yüksek kestirmiştir.

OFY = 0.80 ve 8 maddelik testlerin olduğu koşullarda tüm yöntemler kabul edilebilir GY değerlerine sahiptir. Aynı zamanda yöntemler çarpıklığa karşı dirençlidir. 16 maddelik testlerde ise yalnızca FF yöntemi kriter GY aralığının dışında olup boyut sayısını olduğundan fazla kestirmiştir.

***Maddelerin 3 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 1000 Olduğu Koşullarda GY Değerlerinin İncelenmesi.*** OFY = 0.40 ve 8 maddelik testlerde yalnızca Hull ve FF yöntemi tüm çarpıklıklarda uygun GY değerlerine sahiptir. EGA-TMFG, değişkenlerin normal dağılım gösterdiği replikasyonlarda kriter GY aralığında iken çarpıklıktan etkilenmiş ve boyut sayısını olduğundan fazla kestirmiştir. MAP yöntemi ise EGA-TMFG yöntemine benzer biçimde yalnızca değişkenlerin normal dağılım gösterdiği replikasyonlar için uygun GY değerlerine sahipken, çarpıklık koşullarında boyut sayısını olduğundan daha düşük kestirmiştir. MAP4 yönteminden elde edilen GY değerleri tüm çarpıklıklarda kriter GY aralığının dışındadır.

OFY = 0.60 olduğu koşullarda her iki test uzunluğu ve tüm çarpıklık düzeylerinde MAP, MAP4, Hull ve EGA-TMFG yöntemlerinin GY değerleri  $|GY| < 0.10$  aralığındadır. FF yöntemi yalnızca 8 maddelik testlerde, değişkenlerin normal dağıldığı koşullarda iyi performans göstermiştir. 16 maddelik testlerde, hiçbir çarpıklık koşulunda performansı yeterli olmayıp boyut sayısını olduğundan fazla kestirmiştir.

OFY = 0.80 olduğu koşullar incelendiğinde tüm yöntemler test uzunluğunun 8 olduğu koşullarda neredeyse yansız kestirimler yapmıştır ve kriter GY aralığındadır. Yöntemler



Faktör Yükü	Yöntem	Madde Sayısı					
		8			16		
		Sağ	Normal	Sol	Sağ	Normal	Sol
	FF	0.02	0.00	0.03	3.12	4.94	3.17
<i>Örnekleme büyüklüğü = 1000</i>							
OFY = 0.40	MAP	-0.21	-0.05	-0.25	0.00	0.00	0.00
	MAP4	-0.31	-0.04	-0.34	0.00	0.00	0.00
	HULL	0.03	0.02	0.02	0.05	0.01	0.07
	EGAt	0.62	0.01	0.62	1.79	0.47	1.82
OFY = 0.60	FF	0.00	0.00	0.00	3.00	2.95	2.98
	MAP	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	MAP4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	HULL	0.01	0.00	0.02	0.06	0.01	0.05
OFY = 0.80	EGAt	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
	FF	0.32	0.00	0.37	3.00	3.00	3.00
	MAP	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	MAP4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	HULL	0.01	0.00	0.01	0.02	0.00	0.02
	EGAt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	FF	0.00	0.00	0.00	3.01	5.00	3.02

Not. EGAt = EGA-TMFG

Tablo 15'te bulunan tüm simülasyon faktörlerinin incelenmesi amacıyla bulgular örneklem büyüklüğü faktörünün koşullarına göre alt başlıklara ayrılmıştır.

**Maddelerin 5 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 200 Olduğu Koşullarda GY Değerlerinin İncelenmesi.** OFY = 0.40 ve 8 maddelik testlerin olduğu koşullarda yalnızca Hull yöntemi tüm çarpıklıklarda kriter GY aralığındadır. FF yöntemi yalnızca değişkenlerin normal dağılım gösterdiği koşullarda iyi performans göstermiştir. MAP, MAP4 ve EGA-TMFG yöntemlerinden elde edilen GY değerleri uygun aralıkta değildir. MAP ve MAP4 yöntemleri boyut sayısını olduğundan daha düşük kestirirken EGA-TMFG ise olduğundan daha yüksek kestirmiştir. 16 maddelik testlerde ise MAP ve MAP4 yöntemleri tüm çarpıklık düzeylerinde kriter GY aralığında performans göstermiştir. Hull yöntemi ise yalnızca değişkenlerin normal dağılım gösterdiği koşullarda iyi performans sergilerken EGA-TMFG ve FF yöntemleri boyut sayısını olduğundan fazla kestirmiş ve uygun GY değerlerine sahip değildir.

OFY = 0.60 olduğu koşullarda MAP ve MAP4 yöntemleri her iki test uzunluğunda da uygun GY değerlerine sahiptir. Hull yöntemi ise yalnızca 8 maddelik testlerde tüm çarpıklık

düzeylerinde ve 16 maddelik testlerde değişkenlerin normal dağılım gösterdiği replikasyonlar için uygun GY aralığında performans sergilemiştir. EGA-TMFG yöntemi yalnızca değişkenlerin normal dağılım gösterdiği 8 maddelik testlerde iyi performans göstermiş olup diğer tüm koşullarda boyut sayısını olduğundan yüksek kestirmiştir. FF yöntemi 8 maddelik testlerin tüm çarpıklık düzeylerinde uygun GY değerlerine sahip olup 16 maddelik testlerde boyut sayısını olduğundan yüksek kestirmiştir.

OFY = 0.80 olduğu koşullarda, 8 maddelik testler incelendiğinde MAP, MAP4, Hull ve EGA-TMFG tüm çarpıklık düzeylerinde uygun GY değerlerine sahiptir. FF yöntemi çarpıklıktan etkilenmiştir, yalnızca değişkenlerin normal dağılım gösterdiği koşula ait replikasyonlarda kriter GY aralığındadır. 16 maddelik testler incelendiğinde ise MAP, MAP4 ve EGA-TMFG yöntemleri uygun GY aralığında performans göstermiş ve çarpıklığa karşı güçlü kestirimlerde bulunmuştur. Hull yöntemi çarpıklıktan etkilenmiş olup yalnızca değişkenlerin normal dağılım gösterdiği durumlarda uygun GY değerine sahiptir. FF yöntemi ise boyut sayısını olduğundan oldukça yüksek kestirmiştir.

***Maddelerin 5 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 500 Olduğu Koşullarda GY Değerlerinin İncelenmesi.*** OFY = 0.40 olduğu koşullarda yöntemlerin performansı test uzunluğuna göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. 8 maddelik testlerde, Hull ve FF yöntemleri kriter GY aralığında performans gösterirken MAP, MAP4 ve EGA-TMFG yöntemlerinden elde edilen GY değerleri kabul edilebilir aralığında dışındadır. 16 maddelik testlerde ise Hull ile MAP ve MAP4 yöntemleri kriter GY aralığında kestirim yapmıştır. EGA-TMFG ve FF yöntemleri ise boyut sayısını olduğundan çok kestirmiştir.

OFY = 0.60 ve 8 maddelik testler incelendiğinde MAP, MAP4, Hull ve EGA-TMFG yöntemleri tüm çarpıklık düzeylerinde kriter GY aralığında değer alırken FF yöntemi yalnızca değişkenlerin normal dağılım gösterdiği koşullarda uygun GY değerine sahiptir. Bir başka deyişle FF yöntemi çarpıklıktan etkilenmiş ve boyut sayısını olduğundan yüksek kestirmiştir. 16 maddelik testlerde ise MAP, MAP4 ve Hull yöntemlerinin GY değerleri kriter aralıkta yer almaktadır. EGA-TMFG yöntemi ise yalnızca değişkenlerin normal dağıldığı koşullarda uygun GY değerine sahip iken çarpıklıktan etkilenmiş ve boyut sayısını

olduğundan yüksek kestirmiştir. FF yöntemi ise 16 maddelik testlerin tüm çarpıklık düzeylerinde boyut sayısını olduğundan en az yaklaşık 3 (~2.98) fazla kestirmiştir.

OFY = 0.80 olduğu koşullarda ise MAP, MAP4, Hull, EGA-TMFG yöntemleri her iki test uzunluğunda da kabul edilebilir GY aralığında değer almaktadır. FF yöntemi ise yalnızca 8 maddelik testlerde iyi performans göstermiştir, 16 maddelik testlerde ise boyut sayısını olduğundan daha fazla kestirmiştir.

**Maddelerin 5 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 1000 Olduğu Koşullarda GY Değerlerinin İncelenmesi.** OFY = 0.40 olduğu koşullarda Hull ve FF yöntemi, 8 maddelik testlerde değişkenlerin tüm çarpıklık düzeylerinde kabul edilebilir yanlılıkta kestirimlerde bulunmuştur. MAP, MAP4 ve EGA-TMFG yöntemleri ise yalnızca değişkenler normal dağılım gösterdiğinde kabul edilebilir GY aralığında değer almıştır. MAP ve MAP4 yöntemlerinin çarpık dağılımlarda boyut sayısını olduğundan daha düşük, EGA-TMFG yönteminin ise boyut sayısını olduğundan daha çok kestirmesi göze çarpmaktadır. 16 maddelik testler incelendiğinde ise MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri kabul edilebilir yanlılıkta kestirimlerde bulunmuştur. EGA-TMFG ve FF yöntemleri ise boyut sayısını olduğundan yüksek kestirmiştir.

OFY = 0.60 olduğu koşullarda ise her iki test uzunluğunda da MAP, MAP4, Hull ve EGA-TMFG yöntemleri kabul edilebilir GY aralığında kestirimlerde bulunmuştur. FF yöntemi ise 8 maddelik testlerde yalnızca değişkenlerin normal dağıldığı koşullarda kabul edilebilir yanlılıkta performans göstermiştir. 16 maddelik testlerde ise FF yönteminin performansı yeterli değildir.

OFY = 0.80 olduğu koşullarda ise her iki test uzunluğunun tüm çarpıklık düzeylerinde MAP, MAP4, Hull ve EGA-TMFG yöntemleri kabul edilebilir GY aralığında kestirimlerde bulunmuştur. FF yöntemi ise 8 maddelik testlerin tüm çarpıklık düzeylerinde kabul edilebilir yanlılıkta performans gösterirken 16 maddelik testlerde hiçbir çarpıklık düzeyinde uygun GY aralığında değerler almamıştır.

**Maddelerin 7 Kategorili Olduğu Koşullarda Yöntemlerin GY Değerlerinin İncelenmesi.** Tek faktörlü yapılarda maddelerin 7 kategorili olduğu simülasyon koşullarında



Faktör Yükü	Yöntem	Madde Sayısı					
		8			16		
		Sağ	Normal	Sol	Sağ	Normal	Sol
OFY = 0.80	HULL	0.01	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01
	EGAt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	FF	0.41	0.00	0.42	3.00	3.00	3.00
	MAP	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	MAP4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	HULL	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
	EGAt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	FF	0.00	0.00	0.00	3.35	5.00	3.37

Not. EGAt = EGA-TMFG

Tablo 16'da bulunan tüm simülasyon faktörlerinin incelenmesi amacıyla bulgular örneklem büyüklüğü faktörünün koşullarına göre alt başlıklara ayrılmıştır.

**Maddelerin 7 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 200 Olduğu Koşullarda GY Değerlerinin İncelenmesi.** OFY = 0.40 olduğu koşullarda yöntemlerin GY değerleri incelendiğinde, 8 maddelik testlerde yalnızca Hull yöntemi tüm çarpıklık düzeylerinde kabul edilebilir düzeyde performans gösterirken FF yöntemi ise yalnızca değişkenler normal dağılım gösterdiğinde uygun GY değerlerine sahiptir. MAP ve MAP4 yöntemlerinden elde edilen GY değerleri  $|GY| > 0.10$  olup boyut sayısını olduğundan daha düşük kestirdiğine işaret etmektedir. EGA-TMFG ve değişkenlerin çarpık dağılım gösterdiği koşullarda FF yöntemi ise boyut sayısını olduğundan daha yüksek kestirmiştir. 16 maddelik testlerde ise MAP ve MAP4 yöntemlerinin performansı güçlenmiş olup çarpıklık düzeylerinde dahi kabul edilebilir GY değerlerine sahip kestirimlerde bulunmuştur. Hull yöntemi de MAP ve MAP4 yöntemleri gibi kabul edilebilir GY değerlerine sahiptir. EGA-TMFG ve FF yöntemleri ise boyut sayısını olduğundan daha çok kestirmiştir.

OFY = 0.60 olduğu koşullarda 8 maddelik testlerin tüm çarpıklık düzeylerinde MAP, MAP4, Hull, EGA-TMFG ve FF yöntemleri kabul edilebilir yanlılıkta kestirimler yapmıştır. 16 maddelik testlerde ise yöntemler performansı farklılık göstermektedir. MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri tüm çarpıklık düzeylerinde uygun GY değerlerine sahiptir. EGA-TMFG yöntemi ise çarpıklıktan etkilenmiş olup boyut sayısını olduğundan daha çok kestirmiştir. Bu bulgularla birlikte EGA-TMFG yöntemi yalnızca değişkenlerin normal dağılım gösterdiği



koşulda uygun GY değerine sahiptir. FF yöntemi ise tüm çarpıklık düzeylerinde boyut sayısını olduğundan daha çok sayıda kestirmiş ve GY değerleri kabul edilebilir aralık dışındadır.

OFY = 0.80 olduğu koşullarda 8 maddelik testler için değişkenlerin tüm çarpıklık düzeylerinde dahi MAP, MAP4, Hull, EGA-TMFG ve FF yöntemleri kabul edilebilir GY değerlerine sahiptir. 16 maddelik testlerde ise yalnızca FF yöntemi kabul edilebilir GY aralığı dışında kestirimlerde bulunmuş olup boyut sayısını olduğundan daha yüksek belirlemiştir.

***Maddelerin 7 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 500 Olduğu Koşullarda GY Değerlerinin İncelenmesi.*** OFY = 0.40 olduğu koşullarda 8 maddelik testler için MAP ve MAP4 yöntemi negatif yönlü ve kabul edilebilir aralığın dışında yanlılık değerine sahiptir. Bu durum MAP ve MAP4 yöntemlerinin boyut sayısını olduğundan daha düşük kestirme eğiliminde olduğuna işaret etmektedir. EGA-TMFG yöntemi ise pozitif yönlü ve kabul edilebilir aralığın dışında yanlılık değeri ile kestirimler yapmıştır, bir başka deyişle boyut sayısını olduğundan daha yüksek kestirme eğilimi göstermiştir. Madde sayısı 16 olduğunda ise EGA-TMFG ve FF yöntemlerinin GY değerleri pozitif yönlü ve önemli düzeydedir.

OFY = 0.60 olduğu koşullarda MAP, MAP4, Hull ve EGA-TMFG yöntemlerinin kestirimleri her iki test uzunluğu ve tüm çarpıklık düzeylerinde yanlılık göstermemektedir. FF yöntemi 8 maddelik testlerde değişkenlerin çarpık dağılım gösterdiği koşullarda pozitif ve önemli düzeyde; 16 maddelik testlerde ise tüm çarpıklık düzeylerinde pozitif ve önemli düzeyde yanlılıkla kestirimler yapmıştır.

OFY = 0.80 olduğu koşullarda, 8 maddelik testlerin tüm çarpıklık düzeylerinde yöntemlerin kestirimleri yanlılık göstermemektedir. 16 maddelik testlerde ise FF yönteminin kestirimleri pozitif ve önemli düzeydedir.

***Maddelerin 7 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 1000 Olduğu Koşullarda GY Değerlerinin İncelenmesi.*** OFY = 0.40 ve 8 maddelik testlerin olduğu koşullarda MAP ve MAP4 yöntemleri negatif ve önemli düzeyde yanlılık göstermektedir. EGA-TMFG yöntemi ise değişkenlerin çarpık dağılım gösterdiği koşullarda pozitif ve önemli düzeyde yanlılık barındırmaktadır. 16 maddelik testlerde, EGA-TMFG ve FF yönteminin yanlılık düzeyleri

önemli ve pozitif yönlü olup boyut sayısını olduğundan daha yüksek kestirmeye eğilim gösterdiklerine işaret etmektedir.

OFY = 0.60 olduğu koşullarda FF yöntemi dışında tüm yöntemler, iki test uzunluğu ve çarpıklığın her düzeyinde de yanlılık göstermemiştir. FF yöntemi ise 8 maddelik testlerde değişkenlerin çarpık dağıldığı koşullarda pozitif ve önemli düzeyde, 16 maddelik testlerde ise tüm çarpıklıklarda pozitif ve önemli düzeyde yanlılık barındırmaktadır.

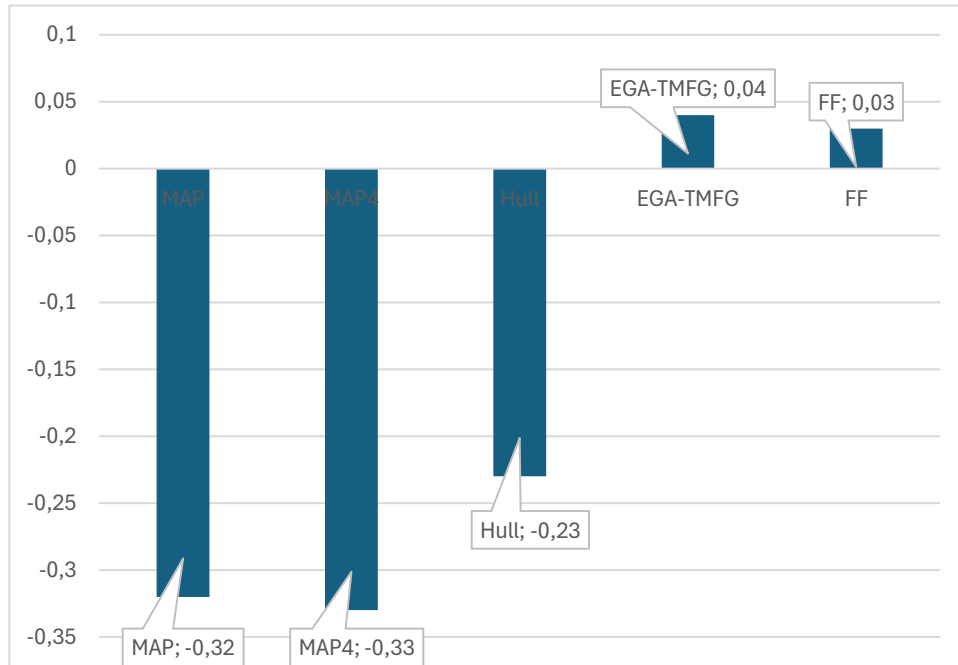
OFY = 0.80 olduğu koşullarda 8 maddelik testlerin tüm çarpıklık düzeylerinde yöntemler yanlılık göstermemiştir. 16 maddelik testlerde ise FF yöntemi pozitif yönlü ve önemli düzeyde yanlılıkla kestirimler yapmıştır.

### ***İlişkisiz İki Faktörlü Yapılarda Yöntemlerin GY Değerlerinin İncelenmesi***

İlişkisiz iki faktörlü yapılarda yöntemlerin GY değerleri Şekil 9'da sunulmuştur.

#### **Şekil 9**

#### ***İlişkisiz İki Faktörlü Yapılarda Yöntemlerin GY Değerleri***



Şekil 9'da görüldüğü üzere MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri kriter |GY| değerinin üzerinde değerler almıştır. Bu doğrultuda ortalama GY değerleri açısından MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri ilişkisiz iki faktörlü yapıları belirlemek için önemli düzeyde negatif yönlü

kestirimler yaparken EGA-TMFG ve Factor Forest yöntemlerinin ise yansız kestirimler yaptığı görülmektedir. Şekil 9'da yer alan ortalama GY değerleri içerisinde çalışma kapsamında içerisinde bulunan madde puanlarının kategori sayısı, örneklem büyüklüğü, ortalama faktör yükü, test uzunluğu, madde puanlarının dağılımı ve ölçme modeli açısından birçok simülasyon faktörünü barındırmaktadır. Bu nedenle daha genel bir bilgi sunduğu yorumu yapılabilir. Her bir simülasyon koşulunda yöntemlerin performansının incelenmesi gereklidir. Bu amaçla ilgili başlık altında değişkenlerin kategori sayısına odaklı bir biçimde tüm simülasyon koşullarına ilişkin bulgular ele alınmıştır.

**Maddelerin 3 Kategorili Olduğu Koşullarda Yöntemlerin GY Değerlerinin İncelenmesi.** İlişkisiz iki faktörlü yapılarda maddelerin 3 kategorili olduğu simülasyon koşullarında yöntemlerin GY değerleri Tablo 17'de sunulmaktadır. Bu değerlerin karşılaştırılabilmesini kolaylaştırmak amacıyla oluşturulan grafik ek K'de yer almaktadır.

**Tablo 17**

*Madde Puanlarının Üç Kategorili Olduğu İlişkisiz İki Boyutlu Yapılarda GY Değerleri*

Faktör Yükü	Yöntem	Madde Sayısı					
		8		16			
		Sağ	Normal	Çarpıklık		Normal	Sol
<i>Örneklem büyüklüğü = 200</i>							
OFY = 0.40	MAP	-0.98	-1.00	-0.99	-0.84	-0.42	-0.84
	MAP4	-0.97	-0.99	-0.96	-0.73	-0.44	-0.73
	HULL	-0.73	-0.34	-0.74	-0.99	-0.07	-0.99
	EGAt	0.09	0.06	0.09	0.54	0.24	0.55
	FF	-0.20	-0.09	-0.18	0.83	0.71	0.79
OFY = 0.60	MAP	-0.66	-0.33	-0.66	-0.04	0.00	-0.06
	MAP4	-0.61	-0.38	-0.60	-0.13	0.00	-0.15
	HULL	-0.51	-0.20	-0.53	-0.97	-0.00	-0.98
	EGAt	0.03	0.00	0.04	0.17	0.00	0.19
	FF	-0.01	0.00	-0.01	0.20	0.00	0.22
OFY = 0.80	MAP	-0.05	0.00	-0.05	0.01	0.00	0.01
	MAP4	-0.07	0.00	-0.07	0.03	0.00	0.03
	HULL	-0.47	-0.08	-0.45	-0.94	-0.00	-0.94
	EGAt	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.03
	FF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Örneklem büyüklüğü = 500</i>							
OFY = 0.40	MAP	-1.00	-1.00	-1.00	-0.54	-0.37	-0.54
	MAP4	-0.99	-1.00	-0.99	-0.57	-0.42	-0.57
	HULL	-0.38	-0.28	-0.38	-0.22	-0.01	-0.20
	EGAt	0.06	0.01	0.05	0.34	0.02	0.34

Faktör Yükü	Yöntem	Madde Sayısı					
		8			16		
		Sağ	Normal	Sol	Sağ	Normal	Sol
OFY = 0.60	FF	-0.29	-0.05	-0.27	0.18	0.00	0.19
	MAP	-0.41	-0.32	-0.42	0.00	0.00	0.00
	MAP4	-0.40	-0.45	-0.41	0.00	0.00	0.00
	HULL	-0.21	-0.23	-0.20	-0.05	-0.05	-0.05
	EGAt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
OFY = 0.80	FF	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	MAP	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00
	MAP4	-0.00	0.00	-0.00	0.01	0.00	0.00
	HULL	-0.06	-0.21	-0.05	-0.19	-0.03	-0.25
	EGAt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Örnekleme büyüklüğü = 1000</i>							
OFY = 0.40	MAP	-1.00	-1.00	-1.00	-0.45	-0.42	-0.43
	MAP4	-1.00	-1.00	-1.00	-0.48	-0.47	-0.46
	HULL	-0.30	-0.24	-0.32	-0.07	-0.03	-0.04
	EGAt	0.03	0.00	0.03	0.09	0.00	0.09
	FF	-0.15	-0.00	-0.15	0.00	0.00	0.00
OFY = 0.60	MAP	-0.36	-0.38	-0.38	0.00	0.00	0.00
	MAP4	-0.43	-0.48	-0.44	0.00	0.00	0.00
	HULL	-0.22	-0.24	-0.23	-0.05	-0.09	-0.05
	EGAt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	FF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
OFY = 0.80	MAP	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	MAP4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	HULL	-0.14	-0.24	-0.13	0.04	-0.10	0.03
	EGAt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	FF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Not. EGAt = EGA-TMFG

Tablo 17'de bulunan tüm simülasyon faktörlerinin incelenmesi amacıyla bulgular örneklem büyüklüğü faktörünün koşullarına göre alt başlıklara ayrılmıştır.

**Maddelerin 3 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 200 Olduğu Koşullarda DTY Değerlerinin İncelenmesi.** OFY = 0.40 ve test uzunluğu 8 madde olduğunda yalnızca EGA-TMFG yöntemi tüm çarpıklık düzeylerinde yansız kestirimlerde bulunmuştur. MAP, MAP4, Hull ve FF (değişkenlerin normal dağılım gösterdiği durumlar dışında) yöntemleri negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılığa sahiptir. Bu durum, yöntemler boyut sayısını olduğundan daha düşük kestirildiğine işaret etmektedir. 16 maddelik testlerde ise MAP ve MAP4 yöntemleri negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılık barındırmaktadır. EGA-TMFG ve FF yönteminin yanlılığı ise pozitif ve önemli düzeydedir. MAP ve MAP4 yöntemleri ile EGA-

TMFG ve FF yöntemlerinin yanlılıklarının yönlerinin farklı olması ön plana çıkmaktadır. Hull yöntemi ise değişkenlerin çarpık dağılım gösterdiği koşullarda negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılık göstermiştir.

OFY = 0.60 olduğu koşullarda MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri 8 maddelik testlerde negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılık ile kestirimlerde bulunmuştur. 16 maddelik testlerde yöntemlerin tamamı değişkenlerin normal dağılım gösterdiği koşullarda yansız kestirimler yapmıştır. Değişkenlerin çarpık dağılım gösterdiği koşullarda ise MAP4 ve Hull yöntemleri negatif yönlü ve önemli düzeyde; EGA-TMFG ve FF yöntemleri ise pozitif ve önemli düzeyde yanlılık göstermiştir.

OFY = 0.80 ve değişkenlerin çarpık dağılım gösterdiği koşullar için Hull yöntemi her iki test uzunluğunda da negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılık göstermiştir. MAP, MAP4, EGA-TMFG ve FF yöntemleri ise her iki test uzunluğu ve çarpıklığın tüm düzeylerinde yansız kestirimler yapmıştır.

***Maddelerin 3 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 500 Olduğu Koşullarda DTY Değerlerinin İncelenmesi.*** OFY = 0.40 ve test uzunluğunun 8 olduğu koşullar incelendiğinde MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri, çarpıklığın tüm düzeylerinde negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlı kestirimler yapmıştır. FF yöntemi ise değişkenlerin çarpık dağılım gösterdiği koşullarda negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılığa sahiptir. 16 maddelik testlerde ise MAP ve MAP yöntemleri negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılıkla kestirimlerde bulunmuştur. Hull yöntemi değişkenler normal dağılım gösterirken yansız kestirimler yaparken çarpık dağılım gösterdiği koşullarda negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılığa sahiptir. EGA-TMFG ve FF yöntemleri ise diğer yöntemlerden farklı olarak değişkenlerin çarpık dağılım gösterdiği koşullarda pozitif yönlü ve önemli düzeyde yanlı kestirimler yapmıştır.

OFY = 0.60 olduğu koşullarda MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri 8 maddelik testlerde negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılığa sahiptir. 16 maddelik testlerde ise tüm yöntemler yansız kestirimler yapmıştır.

OFY = 0.80 olduğu koşullarda Hull yöntemi 8 maddelik testlerin, değişkenler normal dağıldığı koşullarda negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılığa sahiptir. 16 maddelik testlerde ise değişkenlerin çarpık dağılım gösterdiği koşullarda Hull yönteminin negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılık gösterdiği belirlenmiştir.

**Maddelerin 3 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 1000 Olduğu Koşullarda DTY Değerlerinin İncelenmesi.** OFY = 0.40 olduğu koşullarda 8 maddelik testler incelendiğinde MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri tüm çarpıklık düzeylerinde negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılığa sahiptir. FF yöntemi ise değişkenlerin çarpık dağılım gösterdiği koşullarda negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlı kestirimler yapmıştır. 16 maddelik testler incelendiğinde MAP ve MAP4 yöntemleri negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılığa sahiptir.

OFY = 0.60 olduğu koşullarda 8 testler için MAP, MAP4 ve Hull yöntemi negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılığa sahiptir, bir başka deyişle boyut sayısını olduğundan daha düşük kestirmiştir.

OFY = 0.80 ve 8 maddelik testlerde Hull yöntemi negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılığa sahiptir. 16 maddelik testlerde ise yalnızca değişkenlerin normal dağılım gösterdiği koşulda Hull yönteminin yanlılığı sınır düzeydedir. Diğer yöntemlerin tamamının yansız kestirimlerde bulunduğu görülmektedir.

**Maddelerin 5 Kategorili Olduğu Koşullarda Yöntemlerin GY Değerlerinin İncelenmesi.** İlişkisiz iki faktörlü yapılarda maddelerin 5 kategorili olduğu simülasyon koşullarında yöntemlerin GY değerleri Tablo 18'de sunulmaktadır. Bu değerlerin karşılaştırılabilmesini kolaylaştırmak amacıyla oluşturulan grafik ek L'de yer almaktadır.

**Tablo 18**

*Madde Puanlarının Beş Kategorili Olduğu İlişkisiz İki Boyutlu Yapılarda GY Değerleri*

Faktör Yükü	Yöntem	Madde Sayısı					
		8		16			
		Sağ	Normal	Çarpıklık		Normal	Sol
<i>Örneklem büyüklüğü = 200</i>							
OFY = 0.40	MAP	-0.98	-1.00	-0.99	-0.75	-0.37	-0.76
	MAP4	-0.97	-0.99	-0.96	-0.73	-0.41	-0.72
	HULL	-0.61	-0.31	-0.60	-0.95	-0.05	-0.94

Faktör Yükü	Yöntem	Madde Sayısı						
		8		Çarpıklık		16		
		Sağ	Normal	Sol	Sağ	Normal	Sol	
OFY = 0.60	EGAt	0.08	0.03	0.08	0.49	0.11	0.50	
	FF	-0.18	-0.03	-0.16	0.81	0.09	0.82	
	MAP	-0.59	-0.31	-0.58	-0.01	0.00	-0.02	
	MAP4	-0.53	-0.41	-0.54	-0.05	0.00	-0.05	
	HULL	-0.37	-0.23	-0.35	-0.86	-0.10	-0.86	
	EGAt	0.02	0.00	0.02	0.10	0.00	0.09	
	FF	-0.01	0.00	-0.01	0.08	0.00	0.14	
	MAP	-0.02	0.00	-0.02	0.01	0.00	0.01	
	MAP4	-0.03	0.00	-0.02	0.03	0.00	0.03	
	HULL	-0.25	-0.19	-0.22	-0.97	-0.04	-0.96	
OFY = 0.80	EGAt	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	
	FF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	<i>Örnekleme büyüklüğü = 500</i>							
	OFY = 0.40	MAP	-1.00	-1.00	-1.00	-0.50	-0.36	-0.50
		MAP4	-0.99	-1.00	-1.00	-0.51	-0.44	-0.52
		HULL	-0.38	-0.26	-0.36	-0.15	-0.08	-0.15
		EGAt	0.05	0.00	0.05	0.28	0.00	0.26
		FF	-0.25	-0.00	-0.24	0.13	0.00	0.17
	OFY = 0.60	MAP	-0.38	-0.33	-0.39	0.00	0.00	0.00
		MAP4	-0.40	-0.48	-0.42	0.00	0.00	0.00
HULL		-0.21	-0.25	-0.20	-0.03	-0.12	-0.03	
EGAt		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
FF		-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
OFY = 0.80	MAP	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	MAP4	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	
	HULL	-0.09	-0.23	-0.07	0.01	-0.11	-0.01	
	EGAt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	FF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
<i>Örnekleme büyüklüğü = 1000</i>								
OFY = 0.40	MAP	-1.00	-1.00	-1.00	-0.43	-0.43	-0.42	
	MAP4	-1.00	-1.00	-1.00	-0.47	-0.47	-0.46	
	HULL	-0.30	-0.26	-0.30	-0.03	-0.10	-0.03	
	EGAt	0.02	0.00	0.02	0.05	0.00	0.05	
	FF	-0.12	0.00	-0.11	0.00	0.00	0.00	
OFY = 0.60	MAP	-0.35	-0.42	-0.37	0.00	0.00	0.00	
	MAP4	-0.45	-0.50	-0.45	0.00	0.00	0.00	
	HULL	-0.22	-0.24	-0.21	-0.04	-0.12	-0.04	
	EGAt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	FF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
OFY = 0.80	MAP	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	MAP4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	HULL	-0.19	-0.23	-0.18	0.03	-0.11	0.02	
	EGAt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	FF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Not. EGAt = EGA-TMFG

Tablo 18'de bulunan tüm simülasyon faktörlerinin incelenmesi amacıyla bulgular örneklem büyüklüğü faktörünün koşullarına göre alt başlıklara ayrılmıştır.

***Maddelerin 5 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 200 Olduğu Koşullarda GY Değerlerinin İncelenmesi.*** OFY = 0.40 olduğu koşulların her iki test uzunluğu için de MAP ve MAP4 yöntemleri negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılık göstermiştir. Hull yöntemi 8 maddelik koşulların tüm çarpıklık düzeylerinde negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılıkta kestirimler yaparken 16 maddelik testlerde, değişkenlerin normal dağılım gösterdiği replikasyonlar için performansı kabul edilebilir yanlılık düzeyindedir. FF yöntemi her iki test uzunluğunda, değişkenlerin çarpıklığından etkilenmiş olup 8 maddelik testlerde negatif yönlü ve önemli düzeyde, 16 maddelik testlerde ise pozitif yönlü ve önemli düzeyde yanlılık göstermiştir.

OFY = 0.60 olduğu koşullara ait 8 maddelik testler incelendiğinde MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılık göstermiştir. 16 maddelik testlerde ise Hull yöntemi değişkenlerin çarpık dağıldığı koşullarda negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlı kestirimlerde bulunmuştur. FF yönteminin yanlılık düzeyi, değişkenlerin sağa ve sola çarpık olduğu durumlarda 0.06 GY(0.14 – 0.08) derecesi farklılık göstermektedir. Bu farklılık, çarpıklık düzeyleri özelinde yorumlama farklılığına neden olsa da yöntemin genel anlamda performansının değişkenlerin çarpık olduğu koşullarda sınır GY değerleri civarında olduğu ve bu biçimde değerlendirilerek pratik olarak kullanım zorluğu yaratabileceği, boyut sayısını olduğundan daha yüksek kestirebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

OFY = 0.80 ve test uzunluğu 8 olduğunda, Hull yöntemi tüm çarpıklık düzeylerinde negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılığa sahiptir. 16 maddelik testlerde ise yalnızca değişkenlerin çarpık dağıldığı koşullarda negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılık barındırdığı görülmektedir.

***Maddelerin 5 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 500 Olduğu Koşullarda GY Değerlerinin İncelenmesi.*** OFY = 0.40 olduğu koşullarda MAP ve MAP4 yöntemleri her iki test uzunluğuna ait tüm çarpıklık düzeylerinde negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılığa



sahiptir. Hull yöntemi ise 8 maddelik testlere ait tüm çarpıklıklar ve 16 maddelik testlerde değişkenlerin çarpık dağılım gösterdiği koşullarda negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılıkla kestirimlerde bulunduğu görülmektedir. FF yönteminin 8 maddelik testlerde değişkenlerin çarpık dağılım gösterdiği durumlarda negatif yönlü ve önemli düzeyde, 16 maddelik testlerde ise değişkenlerin çarpık dağıldığı durumlarda pozitif yönlü ve önemli düzeyde yanlılık barındırdığı belirlenmiştir. EGA-TMFG yöntemi, FF yöntemine benzer biçimde 16 maddelik testlerde değişkenlerin çarpık dağıldığı durumlarda pozitif yönlü ve önemli düzeyde yanlılık göstermiştir.

OFY = 0.60 olduğu koşullara ait 8 maddelik testlerde MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılık göstermiştir. Hull yönteminin aynı zamanda 16 maddelik testlerde, değişkenlerin normal dağıldığı koşullar için negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılıkla kestirim yaptığı belirlenmiştir.

OFY = 0.80 olduğu koşullarda Hull yöntemi her iki test uzunluğunda, yalnızca değişkenlerin normal dağılım gösterdiği koşullara ait replikasyonlarda negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılıkta kestirimler yaptığı görülmektedir.

***Maddelerin 5 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 1000 Olduğu Koşullarda GY Değerlerinin İncelenmesi.*** OFY = 0.40 olduğu koşullarda MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri 8 maddelik testlerin tüm çarpıklık düzeylerinde negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılığa sahiptir. FF yöntemi ise 8 maddelik testlerde değişkenlerin çarpık dağıldığı koşullarda kabul edilebilir aralığa çok yakın ancak üstünde yanlılıkla kestirimler yapmıştır. 16 maddelik testler incelendiğinde MAP ve MAP4 yöntemleri tüm çarpıklık düzeylerinde negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılık gösterirken Hull yöntemi değişkenlerin normal dağılım gösterdiği koşul için sınır GY değerini almıştır.

OFY = 0.60 olduğu 8 maddelik testlere ait koşullarda MAP, MAP4 ve Hull yöntemi negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılıkla kestirimler yapmıştır. 16 maddelik testlerde ise Hull yöntemi, değişkenler normal dağılım gösterdiğinde negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılık göstermiştir.



Faktör Yükü	Yöntem	Madde Sayısı					
		8			16		
		Sağ	Normal	Sol	Sağ	Normal	Sol
	FF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Örnekleme büyüklüğü = 1000</i>							
OFY = 0.40	MAP	-1.00	-1.00	-1.00	-0.41	-0.43	-0.41
	MAP4	-1.00	-1.00	-1.00	-0.47	-0.48	-0.47
	HULL	-0.25	-0.24	-0.25	-0.02	-0.11	0.00
	EGAt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
OFY = 0.60	FF	-0.03	0.00	-0.03	0.00	0.00	0.00
	MAP	-0.37	-0.42	-0.38	0.00	0.00	0.00
	MAP4	-0.48	-0.49	-0.48	0.00	0.00	0.00
	HULL	-0.26	-0.24	-0.25	-0.07	-0.11	-0.06
OFY = 0.80	EGAt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	FF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	MAP	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	MAP4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	HULL	-0.24	-0.22	-0.22	-0.10	-0.12	-0.11
	EGAt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	FF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Not. EGAt = EGA-TMFG

Tablo 19'da bulunan tüm simülasyon faktörlerinin incelenmesi amacıyla bulgular örneklem büyüklüğü faktörünün koşullarına göre alt başlıklara ayrılmıştır.

**Maddelerin 7 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 200 Olduğu Koşullarda GY Değerlerinin İncelenmesi.** OFY = 0.40 ve test uzunluğu 8 olduğunda MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılıkla kestirimlerde bulunmuştur. FF yöntemi ise yalnızca değişkenlerin çarpık dağıldığı koşullarda sınır GY değerine oldukça yakın ancak üzerinde yanlılık değerine sahip kestirimler yapmıştır. 16 maddelik testlerde ise MAP ve MAP4 yöntemi tüm çarpıklık düzeylerinde negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılığa sahiptir. Değişkenlerin çarpık dağıldığı koşullarda ise Hull yöntemi negatif yönlü, EGA-TMFG ve FF ise pozitif yönlü önemli düzeyde yanlılıkla kestirimlerde bulunmuştur.

OFY = 0.60 olduğu koşullarda MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri 8 maddelerde negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılık göstermiştir. 16 maddelik testlerde ise Hull yöntemi yalnızca değişkenler normal dağılım gösterdiğinde negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılığa sahiptir.

OFY = 0.80 olduğu koşullarda Hull yöntemi yalnızca test uzunluğu 8 olduğunda ve değişkenler normal dağıldığında negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılığa sahip kestirimler yapmıştır.

***Maddelerin 7 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 500 Olduğu Koşullarda GY Değerlerinin İncelenmesi.*** OFY = 0.40 olduğu koşullara ait her iki test uzunluğunda da MAP ve MAP4 yöntemleri negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılık göstermiştir. Hull yöntemi, 8 maddelik testlere ait tüm çarpıklık düzeylerinde negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılıkla kestirimler yapmıştır. FF yöntemi ise yalnızca 8 maddelik testlerde değişkenlerin çarpıklığı arttığı durumlar için yanlı kestirimler yapmıştır ve GY değeri negatif yönlü, önemli düzeydedir.

OFY = 0.60 ve test uzunluğu 8 olduğunda MAP ve MAP4 yöntemlerinin GY değerleri negatif yönlü ve önemli düzeydedir. OFY = 0.60 ve test uzunluğu 8 olduğunda Hull yönteminin yanlılığı negatif yönlü ve önemli düzeydedir. 16 maddelik testlerde ise yalnızca değişkenler normal dağılım gösterdiğinde negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlı kestirimler yapmıştır. Hull yöntemine ait bulgular OFY = 0.80 olduğunda da benzerlik göstermektedir.

***Maddelerin 7 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 1000 Olduğu Koşullarda GY Değerlerinin İncelenmesi.*** OFY = 0.40 olduğunda MAP ve MAP4 yöntemleri her iki test uzunluğuna ait tüm çarpıklık düzeylerinde negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılığa sahiptir. Hull yöntemi ise 8 maddelik testlere ait tüm çarpıklık düzeylerinde ve 16 maddelik testlerde yalnızca değişkenlerin normal dağıldığı koşulda negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlı kestirimler yapmıştır.

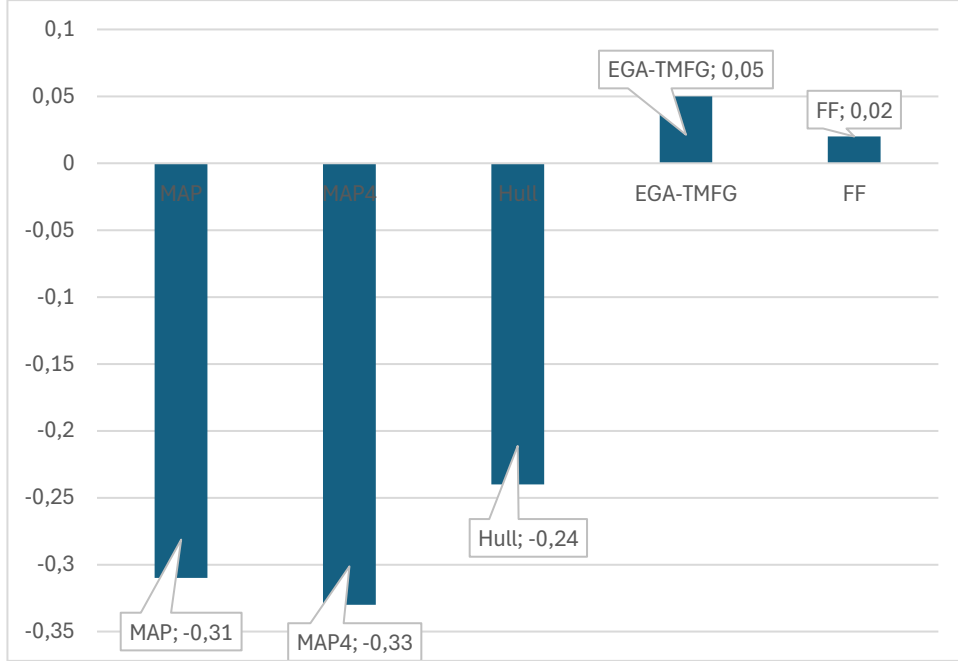
OFY = 0.60 olduğunda MAP ve MAP4 yöntemleri 8 maddelik testlere ait tüm çarpıklık düzeylerinde negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılık göstermiştir. OFY = 0.60 veya 0.80 olduğu koşullarda ise Hull yöntemi negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlı kestirimlerde bulunurken 16 maddelik testlerin yalnızca değişkenlerin normal dağıldığı koşulunda negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılık barındırdığı görülmektedir.

### ***İlişkili İki Faktörlü Yapılarda Yöntemlerin GY Değerlerinin İncelenmesi***

İlişkili iki faktörlü yapılarda yöntemlerin GY değerleri Şekil 10'da sunulmuştur.

#### **Şekil 10**

#### ***İlişkili İki Faktörlü Yapılarda Yöntemlerin GY Değerleri***



Şekil 10'da görüldüğü üzere MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri kriter  $|GY|$  değerinin üzerinde değerler almıştır. Bu doğrultuda ortalama GY değerleri açısından MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri ilişkisiz iki faktörlü yapıları belirlemek için önemli düzeyde negatif yönlü kestirimler yaparken EGA-TMFG ve Factor Forest yöntemlerinin ise yansız kestirimler yaptığı görülmektedir. Şekil 10'da yer alan ortalama GY değerleri içerisinde çalışma kapsamında içerisinde bulunan madde puanlarının kategori sayısı, örneklem büyüklüğü, ortalama faktör yükü, test uzunluğu, madde puanlarının dağılımı ve ölçme modeli açısından birçok simülasyon faktörünü barındırmaktadır. Bu nedenle daha genel bir bilgi sunduğu yorumu yapılabilir. Her bir simülasyon koşulunda yöntemlerin performansının incelenmesi gereklidir. Bu amaçla ilgili başlık altında değişkenlerin kategori sayısına odaklı bir biçimde tüm simülasyon koşullarına ilişkin bulgular ele alınmıştır.

**Maddelerin 3 Kategorili Olduğu Koşullarda Yöntemlerin GY Değerlerinin İncelenmesi.** İlişkili iki faktörlü yapılarda maddelerin 3 kategorili olduğu simülasyon koşullarında yöntemlerin GY değerleri Tablo 20'de sunulmaktadır. Bu değerlerin karşılaştırılabilmesini kolaylaştırmak amacıyla oluşturulan grafik ek N'de yer almaktadır.

**Tablo 20**

*Madde Puanlarının Üç Kategorili Olduğu İlişkili İki Boyutlu Yapılarda GY Değerleri*

Faktör Yükü	Yöntem	Madde Sayısı					
		8		16		16	
		Sağ	Normal	Çarpıklık		Normal	Sol
				Sol	Sağ		
<i>Örnekleme büyüklüğü = 200</i>							
OFY = 0.40	MAP	-0.98	-0.99	-0.98	-0.70	-0.44	-0.72
	MAP4	-0.97	-0.98	-0.97	-0.74	-0.45	-0.76
	HULL	-0.58	-0.36	-0.58	-0.93	-0.08	-0.92
	EGAt	0.08	0.03	0.07	0.49	0.18	0.50
	FF	-0.17	-0.07	-0.20	0.88	0.13	0.86
OFY = 0.60	MAP	-0.51	-0.28	-0.50	-0.02	0.00	-0.01
	MAP4	-0.50	-0.40	-0.49	-0.02	0.00	-0.02
	HULL	-0.33	-0.23	-0.35	-0.75	-0.11	-0.72
	EGAt	0.02	0.00	0.02	0.10	0.00	0.10
	FF	-0.03	-0.00	-0.04	0.22	0.00	0.21
OFY = 0.80	MAP	-0.00	0.00	-0.00	0.01	0.00	0.01
	MAP4	-0.01	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.02
	HULL	-0.14	-0.23	-0.14	-0.88	-0.10	-0.86
	EGAt	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
	FF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Örnekleme büyüklüğü = 500</i>							
OFY = 0.40	MAP	-0.99	-1.00	-0.99	-0.49	-0.46	-0.49
	MAP4	-0.98	-0.99	-0.99	-0.51	-0.48	-0.52
	HULL	-0.40	-0.29	-0.40	-0.22	-0.09	-0.21
	EGAt	0.04	0.01	0.05	0.31	0.02	0.32
	FF	-0.29	-0.03	-0.28	0.17	0.00	0.27
OFY = 0.60	MAP	-0.34	-0.23	-0.32	0.00	0.00	0.00
	MAP4	-0.39	-0.46	-0.37	0.00	0.00	0.00
	HULL	-0.23	-0.25	-0.22	-0.05	-0.10	-0.03
	EGAt	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
	FF	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00
OFY = 0.80	MAP	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	MAP4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	HULL	-0.15	-0.22	-0.17	0.04	-0.11	0.05
	EGAt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	FF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Örnekleme büyüklüğü = 1000</i>							
OFY = 0.40	MAP	-1.00	-1.00	-1.00	-0.47	-0.49	-0.47
	MAP4	-0.99	-1.00	-0.99	-0.47	-0.50	-0.47
	HULL	-0.36	-0.25	-0.34	-0.05	-0.10	-0.01

Faktör Yükü	Yöntem	Madde Sayısı					
		8			16		
		Sağ	Normal	Sol	Sağ	Normal	Sol
OFY = 0.60	EGAt	0.03	0.00	0.03	0.12	0.01	0.11
	FF	-0.26	-0.01	-0.25	0.00	0.00	0.00
	MAP	-0.29	-0.22	-0.29	0.00	0.00	0.00
	MAP4	-0.41	-0.49	-0.41	0.00	0.00	0.00
	HULL	-0.23	-0.24	-0.24	-0.02	-0.13	-0.01
OFY = 0.80	EGAt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	FF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	MAP	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	MAP4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	HULL	-0.23	-0.22	-0.24	-0.03	-0.12	-0.02
	EGAt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	FF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Not. EGAt = EGA-TMFG

Tablo 20'de bulunan tüm simülasyon faktörlerinin incelenmesi amacıyla bulgular örneklem büyüklüğü faktörünün koşullarına göre alt başlıklara ayrılmıştır.

**Maddelerin 3 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 200 Olduğu Koşullarda DTY Değerlerinin İncelenmesi.** OFY = 0.40 ve test uzunluğu 8 olduğunda MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri tüm çarpıklık düzeylerinde negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılık göstermiştir. FF yöntemi ise yalnızca değişkenlerin çarpık dağılım gösterdiği durumlarda negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılık barındırmaktadır. EGA-TMFG yönteminin yansız kestirimler yaptığı görülmektedir. Test uzunluğu 16 olduğunda MAP ve MAP4 yöntemleri negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılıkla kestirimler yapmıştır. Hull yöntemi nispeten uzun testler için değişkenler çarpık dağılım gösterdiğinde negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılığını korumaktadır. FF yöntemi tüm çarpıklık düzeylerinde pozitif yönlü ve önemli düzeyde yanlılıkla kestirimlerde bulunmuştur. EGA-TMFG ise test uzunluğunun artması ile birlikte pozitif yönlü ve önemli düzeyde yanlılık göstermiştir.

OFY = 0.60 olduğu durumda yöntemlerin genel olarak yanlılık düzeyleri nispeten mutlak değer olarak düşmüştür. MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri 8 maddelik testlerin tüm çarpıklık düzeylerinde negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılık göstermiştir. 16 maddelik testlerde ise yalnızca Hull yönteminin yanlılık barındırdığı, yanlılığının negatif yönlü ve önemli düzeyde olduğu görülmektedir.

OFY = 0.80 olduğu koşullarda ise her iki test uzunluğunda da Hull yönteminin negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlı kestirimler yaptığı belirlenmiştir. Diğer yöntemler, faktörün doyunluğunun artması ile birlikte yansız kestirimler yapmıştır.

***Maddelerin 3 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 500 Olduğu Koşullarda GY Değerlerinin İncelenmesi.*** OFY = 0.40 olduğu koşullarda MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri 8 maddelik testlerin tüm çarpıklık düzeylerinde negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılık göstermiştir. FF yöntemi ise değişkenlerin çarpık dağılım gösterdiği koşullarda negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlı kestirimler yapmıştır. 16 maddelik testlerde MAP ve MAP4 yöntemleri tüm çarpıklık düzeylerinde negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılık göstermekte, Hull yöntemi ise MAP ve MAP4 yöntemlerinden farklı olarak değişkenlerin normal dağılım gösterdiği koşulda yansız kestirimler yapmıştır. EGA-TMFG ve FF yöntemleri, değişkenlerin çarpık dağılım gösterdiği koşullarda pozitif yönlü ve önemli düzeyde yanlı kestirimlerde bulunmuştur.

OFY = 0.60 olduğu koşullarda MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri, 8 maddelik testlere ait tüm çarpıklık düzeylerinde negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılığa sahiptir. 16 maddelik testlerde, değişkenlerin normal dağılım gösterdiği koşul için Hull yöntemi sınır düzeyde GY değeri ile kestirimler yapmıştır.

OFY = 0.80 olduğu koşullarda Hull yöntemi 8 maddelik testlere ait tüm çarpıklıklarda ve 16 maddelik testlerde yalnızca değişkenlerin normal dağılım gösterdiği koşul için negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılıkla kestirimler yapmıştır.

***Maddelerin 3 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 1000 Olduğu Koşullarda GY Değerlerinin İncelenmesi.*** OFY = 0.40 olduğu koşullarda MAP ve MAP4 yöntemleri her iki test uzunluğuna ait tüm çarpıklık düzeylerinde negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılık göstermiştir. Hull yöntemi 8 maddelik testlerin tüm çarpıklık düzeylerinde negatif yönlü ve önemli yanlılık taşımakta iken 16 maddelik testlerde yalnızca değişkenlerin normal dağılım gösterdiği koşulda yanlı kestirimler yapmıştır. FF yöntemi 8 maddelik testlerde, değişkenlerin ekstrem çarpıklık gösterdiği koşullarda negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılık göstermiştir. 16 maddelik testlerde FF yöntemi yanlılık göstermemektedir. EGA-



TMFG yöntemi yalnızca 16 maddelik testler için değişkenler çarpık dağılım gösterdiğinde pozitif yönlü ve önemli düzeyde yanlı kestirimler yapmıştır.

OFY = 0.60 olduğu koşullara ait 8 maddelik testler için MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri tüm çarpıklık düzeylerinde negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılık göstermiştir. 16 maddelik testlerde ise Hull yöntemi yalnızca değişkenler normal dağıldığında benzer biçimde yanlı kestirimler yapmıştır. Hull yöntemine ilişkin bulgular OFY = 0.80 olduğu koşullarda da benzerlik göstermektedir. OFY = 0.80 olduğu koşullarda diğer yöntemler yanlılık göstermemektedir.

**Maddelerin 5 Kategorili Olduğu Koşullarda Yöntemlerin GY Değerlerinin İncelenmesi.** İlişkisiz iki faktörlü yapılarda maddelerin 5 kategorili olduğu simülasyon koşullarında yöntemlerin GY değerleri Tablo 21'de sunulmaktadır. Bu değerlerin karşılaştırılabilmesini kolaylaştırmak amacıyla oluşturulan grafik ek O'da yer almaktadır.

**Tablo 21**

*Madde Puanlarının Beş Kategorili Olduğu İlişkisiz İki Boyutlu Yapılarda GY Değerleri*

Faktör Yükü	Yöntem	Madde Sayısı					
		8		Çarpıklık		16	
		Sağ	Normal	Sol	Sağ	Normal	Sol
<i>Örnekleme büyüklüğü = 200</i>							
OFY = 0.40	MAP	-0.98	-0.99	-0.98	-0.70	-0.44	-0.72
	MAP4	-0.97	-0.98	-0.97	-0.74	-0.45	-0.76
	HULL	-0.58	-0.36	-0.58	-0.93	-0.08	-0.92
	EGAt	0.08	0.03	0.07	0.49	0.18	0.50
	FF	-0.17	-0.07	-0.20	0.88	0.13	0.86
OFY = 0.60	MAP	-0.51	-0.28	-0.50	-0.02	0.00	-0.01
	MAP4	-0.50	-0.40	-0.49	-0.02	0.00	-0.02
	HULL	-0.33	-0.23	-0.35	-0.75	-0.11	-0.72
	EGAt	0.02	0.00	0.02	0.10	0.00	0.10
	FF	-0.03	-0.00	-0.04	0.22	0.00	0.21
OFY = 0.80	MAP	-0.00	0.00	-0.00	0.01	0.00	0.01
	MAP4	-0.01	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.02
	HULL	-0.14	-0.23	-0.14	-0.88	-0.10	-0.86
	EGAt	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
	FF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Örnekleme büyüklüğü = 500</i>							
OFY = 0.40	MAP	-0.99	-1.00	-0.99	-0.49	-0.46	-0.49
	MAP4	-0.98	-0.99	-0.99	-0.51	-0.48	-0.52
	HULL	-0.40	-0.29	-0.40	-0.22	-0.09	-0.21
	EGAt	0.04	0.01	0.05	0.31	0.02	0.32

Faktör Yükü	Yöntem	Madde Sayısı					
		8			16		
		Sağ	Normal	Sol	Sağ	Normal	Sol
OFY = 0.60	FF	-0.29	-0.03	-0.28	0.17	0.00	0.27
	MAP	-0.34	-0.23	-0.32	0.00	0.00	0.00
	MAP4	-0.39	-0.46	-0.37	0.00	0.00	0.00
	HULL	-0.23	-0.25	-0.22	-0.05	-0.10	-0.03
	EGAt	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
OFY = 0.80	FF	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00
	MAP	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	MAP4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	HULL	-0.15	-0.22	-0.17	0.04	-0.11	0.05
	EGAt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	FF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Örnekleme büyüklüğü = 1000</i>							
OFY = 0.40	MAP	-1.00	-1.00	-1.00	-0.47	-0.49	-0.47
	MAP4	-0.99	-1.00	-0.99	-0.47	-0.50	-0.47
	HULL	-0.36	-0.25	-0.34	-0.05	-0.10	-0.01
	EGAt	0.03	0.00	0.03	0.12	0.01	0.11
	FF	-0.26	-0.01	-0.25	0.00	0.00	0.00
OFY = 0.60	MAP	-0.29	-0.22	-0.29	0.00	0.00	0.00
	MAP4	-0.41	-0.49	-0.41	0.00	0.00	0.00
	HULL	-0.23	-0.24	-0.24	-0.02	-0.13	-0.01
	EGAt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	FF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
OFY = 0.80	MAP	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	MAP4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	HULL	-0.23	-0.22	-0.24	-0.03	-0.12	-0.02
	EGAt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	FF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Not. EGAt = EGA-TMFG

Tablo 21'de bulunan tüm simülasyon faktörlerinin incelenmesi amacıyla bulgular örneklem büyüklüğü faktörünün koşullarına göre alt başlıklara ayrılmıştır.

**Maddelerin 5 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 200 Olduğu Koşullarda GY Değerlerinin İncelenmesi.** OFY = 0.40 olduğu koşulların her iki test uzunluğu için de MAP ve MAP4 yöntemleri negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılık göstermiştir. Hull yöntemi 8 maddelik koşulların tüm çarpıklık düzeylerinde negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılıkta kestirimler yaparken 16 maddelik testlerde, değişkenlerin normal dağılım gösterdiği replikasyonlar için performansı kabul edilebilir yanlılık düzeyindedir. FF yöntemi her iki test uzunluğunda, değişkenlerin çarpıklığından etkilenmiş olup 8 maddelik testlerde negatif

yönlü ve önemli düzeyde, 16 maddelik testlerde ise pozitif yönlü ve önemli düzeyde yanlılık göstermiştir.

OFY = 0.60 olduğu koşullara ait 8 maddelik testler incelendiğinde MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılık göstermiştir. 16 maddelik testlerde ise Hull yöntemi değişkenlerin çarpık dağıldığı koşullarda negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlı kestirimlerde bulunmuştur. FF yönteminin yanlılık düzeyi, değişkenlerin sağa ve sola çarpık olduğu durumlarda 0.06 GY(0.14 – 0.08) derecesi farklılık göstermektedir. Bu farklılık, çarpıklık düzeyleri özelinde yorumlama farklılığına neden olsa da yöntemin genel anlamda performansının değişkenlerin çarpık olduğu koşullarda sınır GY değerleri civarında olduğu ve bu biçimde değerlendirilerek pratik olarak kullanım zorluğu yaratabileceği, boyut sayısını olduğundan daha yüksek kestirebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

OFY = 0.80 ve test uzunluğu 8 olduğunda, Hull yöntemi tüm çarpıklık düzeylerinde negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılığa sahiptir. 16 maddelik testlerde ise yalnızca değişkenlerin çarpık dağıldığı koşullarda negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılık barındırdığı görülmektedir.

***Maddelerin 5 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 500 Olduğu Koşullarda GY Değerlerinin İncelenmesi.*** OFY = 0.40 olduğu koşullarda MAP ve MAP4 yöntemleri her iki test uzunluğuna ait tüm çarpıklık düzeylerinde negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılığa sahiptir. Hull yöntemi ise 8 maddelik testlere ait tüm çarpıklıklar ve 16 maddelik testlerde değişkenlerin çarpık dağılım gösterdiği koşullarda negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılıkla kestirimlerde bulunduğu görülmektedir. FF yönteminin 8 maddelik testlerde değişkenlerin çarpık dağılım gösterdiği durumlarda negatif yönlü ve önemli düzeyde, 16 maddelik testlerde ise değişkenlerin çarpık dağıldığı durumlarda pozitif yönlü ve önemli düzeyde yanlılık barındırdığı belirlenmiştir. EGA-TMFG yöntemi, FF yöntemine benzer biçimde 16 maddelik testlerde değişkenlerin çarpık dağıldığı durumlarda pozitif yönlü ve önemli düzeyde yanlılık göstermiştir.

OFY = 0.60 olduğu koşullara ait 8 maddelik testlerde MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılık göstermiştir. Hull yönteminin aynı zamanda 16 maddelik testlerde, değişkenlerin normal dağıldığı koşullar için negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılıkla kestirim yaptığı belirlenmiştir.

OFY = 0.80 olduğu koşullarda Hull yöntemi her iki test uzunluğunda, yalnızca değişkenlerin normal dağılım gösterdiği koşullara ait replikasyonlarda negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılıkta kestirimler yaptığı görülmektedir.

**Maddelerin 5 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 1000 Olduğu Koşullarda GY Değerlerinin İncelenmesi.** OFY = 0.40 olduğu koşullarda MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri 8 maddelik testlerin tüm çarpıklık düzeylerinde negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılığa sahiptir. FF yöntemi ise 8 maddelik testlerde değişkenlerin çarpık dağıldığı koşullarda kabul edilebilir aralığa çok yakın ancak üstünde yanlılıkla kestirimler yapmıştır. 16 maddelik testler incelendiğinde MAP ve MAP4 yöntemleri tüm çarpıklık düzeylerinde negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılık gösterirken Hull yöntemi değişkenlerin normal dağılım gösterdiği koşul için sınır GY değerini almıştır.

OFY = 0.60 olduğu 8 maddelik testlere ait koşullarda MAP, MAP4 ve Hull yöntemi negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılıkla kestirimler yapmıştır. 16 maddelik testlerde ise Hull yöntemi, değişkenler normal dağılım gösterdiğinde negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılık göstermiştir.

OFY = 0.80 olduğu koşullara ait 8 maddelik testlerde Hull yöntemi negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılık göstermiştir. 16 maddelik testlerde ise yalnızca değişkenlerin dağılımı normal olduğunda yanlılık düzeyi negatif yönlü ve önemli düzeyde değer almıştır.

**Maddelerin 7 Kategorili Olduğu Koşullarda Yöntemlerin GY Değerlerinin İncelenmesi.** İlişkili iki faktörlü yapılarda maddelerin 7 kategorili olduğu simülasyon koşullarında yöntemlerin GY değerleri Tablo 22'de sunulmaktadır. Bu değerlerin karşılaştırılabilmesini kolaylaştırmak amacıyla oluşturulan grafik ek Ö'de yer almaktadır.



Faktör Yükü	Yöntem	Madde Sayısı					
		8			16		
		Sağ	Normal	Sol	Sağ	Normal	Sol
	MAP4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	HULL	-0.23	-0.22	-0.24	-0.03	-0.12	-0.02
	EGAt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	FF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Not. EGAt = EGA-TMFG

Tablo 22'de bulunan tüm simülasyon faktörlerinin incelenmesi amacıyla bulgular örneklem büyüklüğü faktörünün koşullarına göre alt başlıklara ayrılmıştır.

**Maddelerin 7 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 200 Olduğu Koşullarda GY Değerlerinin İncelenmesi.** OFY = 0.40 ve test uzunluğu 8 olduğunda MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılıkla kestirimlerde bulunmuştur. FF yöntemi ise yalnızca değişkenlerin çarpık dağıldığı koşullarda sınır GY değerine oldukça yakın ancak üzerinde yanlılık değerine sahip kestirimler yapmıştır. 16 maddelik testlerde ise MAP ve MAP4 yöntemi tüm çarpıklık düzeylerinde negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılığa sahiptir. Değişkenlerin çarpık dağıldığı koşullarda ise Hull yöntemi negatif yönlü, EGA-TMFG ve FF ise pozitif yönlü önemli düzeyde yanlılıkla kestirimlerde bulunmuştur.

OFY = 0.60 olduğu koşullarda MAP, MAP4 ve Hull yöntemleri 8 maddelerde negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılık göstermiştir. 16 maddelik testlerde ise Hull yöntemi yalnızca değişkenler normal dağılım gösterdiğinde negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılığa sahiptir.

OFY = 0.80 olduğu koşullarda Hull yöntemi yalnızca test uzunluğu 8 olduğunda ve değişkenler normal dağıldığında negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılığa sahip kestirimler yapmıştır.

**Maddelerin 7 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 500 Olduğu Koşullarda DTY Değerlerinin İncelenmesi.** OFY = 0.40 olduğu koşullara ait her iki test uzunluğunda da MAP ve MAP4 yöntemleri negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılık göstermiştir. Hull yöntemi, 8 maddelik testlere ait tüm çarpıklık düzeylerinde negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılıkla kestirimler yapmıştır. FF yöntemi ise yalnızca 8 maddelik testlerde değişkenlerin

çarpıklığı arttığı durumlar için yanlı kestirimler yapmıştır ve GY değeri negatif yönlü, önemli düzeydedir.

OFY = 0.60 ve test uzunluğu 8 olduğunda MAP ve MAP4 yöntemlerinin GY değerleri negatif yönlü ve önemli düzeydedir. OFY = 0.60 ve test uzunluğu 8 olduğunda Hull yönteminin yanlılığı negatif yönlü ve önemli düzeydedir. 16 maddelik testlerde ise yalnızca değişkenler normal dağılım gösterdiğinde negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlı kestirimler yapmıştır. Hull yöntemine ait bulgular OFY = 0.80 olduğunda da benzerlik göstermektedir.

**Maddelerin 7 Kategorili Örneklem Büyüklüğünün 1000 Olduğu Koşullarda DTY Değerlerinin İncelenmesi.** OFY = 0.40 olduğunda MAP ve MAP4 yöntemleri her iki test uzunluğuna ait tüm çarpıklık düzeylerinde negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılığa sahiptir. Hull yöntemi ise 8 maddelik testlere ait tüm çarpıklık düzeylerinde ve 16 maddelik testlerde yalnızca değişkenlerin normal dağıldığı koşulda negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlı kestirimler yapmıştır.

OFY = 0.60 olduğunda MAP ve MAP4 yöntemleri 8 maddelik testlere ait tüm çarpıklık düzeylerinde negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılık göstermiştir. OFY = 0.60 veya 0.80 olduğu koşullarda ise Hull yöntemi negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlı kestirimlerde bulunurken 16 maddelik testlerin yalnızca değişkenlerin normal dağıldığı koşulunda negatif yönlü ve önemli düzeyde yanlılık barındırdığı görülmektedir.

**Simülasyon Faktörlerinin GY Değerleri Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi.** Araştırmada seçilen simülasyon faktörlerinin GY değerleri üzerindeki etkisinin incelenmesi için tek yönlü ANOVA yapılmıştır. Tek yönlü ANOVA sonucu elde edilen bulgular Tablo 23'te yer almaktadır.

**Tablo 23**

*Simülasyon Faktörlerinin GY Değerleri Üzerindeki Etkisinin Tek Yönlü ANOVA ile Analizi*

Simülasyon Faktörleri	MAP	MAP4	Hull	EGA-TMFG	Factor Forest
Madde puanlarının kategori sayısı	0.00	0.00	<b>0.06*</b>	0.01*	0.00
Madde sayısı	0.31*	<b>0.36*</b>	0.00	0.09*	<b>0.36*</b>
Ortalama faktör yükü	0.66*	<b>0.69*</b>	0.03*	0.27*	0.00
Ölçme modeli	0.35*	0.38*	0.25*	0.30*	<b>0.51*</b>

Madde puanlarının dağılımı	0.00	0.00	<b>0.05*</b>	0.03*	0.00
Örnekleme büyüklüğü	0.01*	0.00	<b>0.21*</b>	0.05*	0.00

\* $p < 0.05$

Tablo 23 incelendiğinde madde puanlarının kategori sayısı yalnızca Hull ve EGA-TMFG yöntemleri üzerinde anlamlı etkiye sahip olup EGA-TMFG için etki büyüklüğü küçük, Hull için orta düzeydedir. Madde sayısı yalnızca Hull yönteminin GY değerleri üzerinde anlamlı etkiye sahip değildir. MAP, MAP4 ve FF yöntemlerinin GY değerleri üzerinde büyük etkiye sahip iken EGA-TMFG yönteminin GY değerleri üzerinde orta etkiye sahiptir. Ortalama faktör yükü FF hariç tüm yöntemler için anlamlı etkiye sahiptir. Hull yöntemi için küçük; MAP, MAP4 ve EGA-TMFG için büyük etkiye sahiptir. En yüksek etki MAP4 yönteminden elde edilen GY değerlerinde gözlenmiştir. Ölçme modeli tüm yöntemler üzerinde anlamlı ve büyük etkiye sahiptir. En yüksek etki FF, en düşük etki ise Hull yönteminden elde edilen GY değerlerinde gözlenmiştir. Madde puanlarının dağılımı ise yalnızca Hull ve EGA-TMFG yöntemleri üzerinde anlamlı etkiye sahip olup etki büyüklüğü her ikisi için de küçüktür. Örnekleme büyüklüğü ise MAP4 ve FF yöntemleri için anlamlı etkiye sahip değildir. MAP ve EGA-TMFG yöntemleri için küçük, Hull yöntemi için ise büyük etkiye sahiptir.

Her bir yöntemin araştırma kapsamında ele alınan simülasyon faktöründen farklı etki büyüklüklerinden ve düzeylerinden etkileniyor olması göze çarpmaktadır. Madde puanlarının kategori sayısı, madde sayısı, örneklem büyüklüğü ve madde puanlarının dağılımı gibi veri karakteristikleri faktör sayısının belirleneceği aşamada yöntem seçimi konusunda önem arz etmektedir. Ayrıca gizil yapı ile ilgili faktör yükleri ve ölçme modelinin de faktör sayısı belirleme yöntemleri üzerindeki etkisi değerlendirildiğinde belirlenen faktör sayısı kadar faktör çıkartma işlemi sonrasında da elde edilen değerlerin incelenmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır. Madde sayısı, ortalama faktör sayısı, faktör sayısı belirleme yöntemi ve ölçme modeli GY değerleri üzerinde madde sayısının istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir etkisi olmadığı saptanmıştır. Etki büyüklükleri incelendiğinde ise en yüksek etkinin faktör sayısı belirleme yöntemine ait ve yüksek düzeyde olduğu görülmektedir ( $\eta^2=0.26$ ). Ölçme modelinin etki büyüklüğü yüksek ( $\eta^2=0.20$ ), madde sayısının etki



büyüklüğü ise orta etki büyüklüğü düzeyindedir ( $\eta^2=0.11$ ). Ortalama faktör yükünün etki büyüklüğü ise küçük etkiye işaret etmektedir ( $\eta^2=0.02$ ).

## **Tartışma**

Bu çalışma, açımlayıcı faktör analizinde faktör sayısı belirleme yöntemlerinin örneklem büyüklüğü, test uzunluğu, değişkenlere tepki kategori sayısı, değişkenlerin dağılımı, ortalama faktör yükü ve ölçme modeline göre yakınsama oranı, doğru tahmin yüzdesi ve görelî yanlılık açısından karşılaştırılması amaçlanmıştır. Ölçek geliştirme ve ölçek uyarlama çalışmalarında yapı geçerliğine bir kanıt olarak kullanılan açımlayıcı faktör analizinde çıkarılması hedeflenen faktör sayısının belirlenmesi yapının genellenebilirliği, yeniden üretilebilirliği ve doğru tanımlanması açısından önemlidir. Bu nedenle çalışmanın faktör sayısı belirleme yöntemlerinin çeşitli koşullarda gösterdiği performansın incelenmesine odaklanması nedeniyle önemli olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmadan elde edilen temel bulgular bağımlı değişkenler açısından şu şekildedir: i) yöntemlerin pratik kullanım açısından sorun yaratabilecek bir yakınsama problemi gözlenmemiştir, ii) doğru tahmin yüzdesinin ortalama faktör yükünden büyük oranda etkilenmiştir, iii) görelî yanlılık değerlerinin ise faktör sayısı belirleme yönteminden, ölçme modelinden ve madde sayısından büyük oranda etkilenmiştir.

Yöntemler açısından incelendiğinde ise ilişkili veya ilişkisiz iki faktörlü yapılarda MAP ve MAP4 yöntemlerinin faktör sayısını olduğundan daha düşük ve hatalı kestirmeye meyilli olduğu belirlenmiştir. Ayrıca kısa testlerde, çarpık dağılımlarda ve düşük ortalama faktör yüklerinde performansının düştüğü saptanmıştır. Çalışmanın MAP ve MAP4 ile ilgili elde edilen bulguları Caron (2019), Cosemans vd. (2021), Garrido vd. (2011), Golino vd. (2020) ve Lorenzo-Seva vd. (2011)'nin çalışmalarında elde edilen bulgular ile benzerlik göstermektedir. MAP ve MAP4 yöntemi ile ilgili elde edilen bu bulgular, özellikle ölçeklerin kısa versiyonlarının geliştirilmesi ya da özellikle küçük yaş gruplarında kullanılmak üzere geliştirilen kısa testlerde kullanımı açısından uygun olmayabileceğine işaret etmektedir. Her ne kadar faktör yükü ortalaması arttığında yöntemin de performansı açıkça artış gösteriyor

olsa da birçok ölçek geliştirme çalışmasında hem baskın hem de baskın olmayan maddeler faktörlere yüklenir. Bu nedenle baskın olmayan ( $\lambda < 0.40$ , (Zwick & Velicer, 1986)) maddelerin çoğunlukta olduğu durumlar, bir açıdan yapıyı ölçecek maddelerin doğru oluşturulmaması MAP ve MAP4 yöntemi ile faktör sayısının da doğru belirlenememesi ve daha az faktör çıkarılması sorununu doğuracaktır. Fabrigar vd. (1999)'nin belirttiği gibi daha az sayıda faktör belirlemek (underfactoring), olduğundan daha çok sayıda faktör belirlemeye (overfactoring) göre pratik açıdan daha büyük bir problemdir.

Hull yöntemiyle ilgili elde edilen bulgular arasında ilişkili iki faktörlü yapılarda, faktör sayısını örneklem büyüdüğünde, madde sayısı arttığında ve ortalama faktör yükü 0.80 olduğunda dahi doğru kestirememesi öne çıkmaktadır. Özellikle kısa testlerde faktör yükleri arttıkça birçok yöntemin hem yanlılığı kabul edilebilir aralıkta yer alıyor hem de doğru kestirim yüzdesi artış gösteriyor olsa da Hull yöntemi için bulgular bu şekilde değildir. Ayrıca tek faktörlü yapılarda Hull yönteminin performansı, iki faktörlü yapılardaki performansına göre çok daha iyidir. Örneklem büyüklüğü, test uzunluğu ve ölçme modeli açısından bulgular Auerswald & Moshagen (2019)'in çalışması ile benzerlik göstermektedir. Auerswald & Moshagen (2019) de çalışmasında Pearson korelasyon matrisi ile gerçekleştirilen Hull yönteminin tek faktörlü yapılarda doğru tahmin yüzdesinin daha yüksek olduğunu raporlamıştır. Bu çalışmada Polikorik korelasyon matrisi ile Hull yöntemi kullanılmıştır. Kategori sayısındaki artış da Hull yönteminin performansını olumlu etkilemiş olup hem DTY hem de GY değerleri kabul edilebilir aralıklarda yer almaya başlamıştır. Bu açıdan Hull yönteminin kategorik verilerden sürekli veri setlerinde ya da değişkenlerin sürekli kabul edildiği durumlarda kullanılması yöntemin performansının açıkça daha iyi olacağına işaret etmektedir. Lorenzo-Seva vd. (2011)'nin çalışmasında Hull-CAF yönteminin iyi performans gösterdiği koşullarında özellikle tek faktörlü yapılara ilişkin koşullar olduğunu belirtmiştir (%87, n=3414). Bu çalışma Lorenzo-Seva vd. (2011)'nin çalışması ile de bu açıdan benzerlik göstermektedir. İki faktörlü yapılarda ise faktörler arası korelasyonun artması ve örneklem büyüklüğündeki düşüş Hull-CAF'ın performansının düşmesine neden olması açısından bu çalışma ile paralel sonuçlar raporlanmıştır. Aynı

zamanda küçük örneklerde Hull-CAF'ın kullanımının sorgulanabilir olması açısından da literatür ile bu çalışmanın benzerlik gösterdiği söylenebilir.

EGA-TMFG yöntemi ile ilgili elde edilen bulgulardan düşük ortalama faktör yüklerinde dahi kısa testlerde ve çok faktörlü yapılar için yüksek DTY değerlerine sahip olması ön plana çıkmaktadır. Ayrıca tek faktörlü yapılarda ise faktör sayısının 1 olduğunu belirlemekte yeterli değildir. Bu açıdan Cosemans vd. (2021)'nin de belirttiği "walktrap" algoritmasının tek faktörlü yapıyı saptamak için zayıf olabileceği yorumu ile benzer bulgular elde edilmiştir. EGA-TMFG yöntemi için öne çıkan bir diğer bulgu ise çarpık dağılımlara karşı diğer yöntemlere göre nispeten daha dirençli olmasıdır. Bu durum EGA-TMFG'nin çok değişkenli normalliği varsaymıyor olması ile ilgili olabilir. Her ne kadar kategorik veriler büyük oranda çok değişkenli normalliği sağlamıyor olsa da (Kaplan, 2004) çarpık verilerin pratik bir problem olduğu ve EGA-TMFG'nin çarpıklığa karşı dirençli olması önemli bir bulgudur. Ancak bu bulgular, yalnızca iki faktörlü yapılar için geçerlidir. Güler & Kılıç (2023)'in çalışmasında EGA-TMFG yönteminin tek faktörlü yapıları belirlemede yetersiz kalabileceği görülmektedir. Güler & Kılıç (2023)'in çalışmasında, iki faktörlü yapılarda EGA-TMFG'nin özellikle ortalama faktör yükü olduğunda düşük DTY değerleri alabileceği koşullar gözlene de Polikorik korelasyon matrisinin gizil yapıyı ortaya daha iyi çıkarması (Holgado–Tello vd., 2010) nedeniyle bu çalışmada EGA-TMFG'nin diğer yöntemlere göre iki faktörlü yapılarda daha iyi performans göstermesini sağlamış olabilir. Küçük örneklerde Polikorik korelasyon matrisinin yumuşatılmasıyla (smoothing) daha sık karşılaşılır. Bu açıdan büyük örneklerde EGA-TMFG'den elde edilen DTY ve GY değerleri çok daha iyidir. Cosemans vd. (2021)'nin de çalışmasında raporlandığı üzere kategorik verilerde polikorik/tetrakorik korelasyon matrisinin kullanılması EGA-TMFG yönteminin daha yüksek yüzde ile doğru kestirim yapması ve yanlılığının düşmesini sağlamaktadır.

FF yöntemi ile ilgili elde edilen bulgular arasında özellikle tek faktörlü yapıların tüm koşullarda hem hatalı hem de pozitif yanlılık göstermesi öne çıkmaktadır. Bu açıdan çalışma Güler & Kılıç (2023)'in çalışması ile benzerlik göstermektedir. FF yöntemi ile ilişkili ya da ilişkisiz iki faktörlü yapılarda ise oldukça yüksek DTY değerleri elde edilmiştir. Goretzko &

Bühner (2022) ve Güler & Kılıç (2023)'in çalışmasında da olduğu gibi iki faktörlü yapılarda FF yönteminin daha iyi performans göstermesi paraleldir. FF yöntemi, faktörler arası korelasyonun düzeyinden önemli düzeyde etkilenmemiş ve neredeyse benzer DTY değerleri ile performans göstermiştir. Madde sayısı açısından FF yönteminin performansı incelendiğinde ise kısa testlerde (faktör başına düşen madde sayısı 4) daha yüksek DTY değerleri aldığı görülmektedir. Bu açıdan Goretzko & Bühner (2022)'in ve Güler & Kılıç (2023)'in çalışmasıyla da bu çalışma paralellik göstermektedir. FF yöntemi sürekli veriler ile geliştirilmiş olsa da (Goretzko & Bühner, 2020), Goretzko & Bühner (2022)'in 2-6 kategori ile yapılan çalışmasında kategori sayısı arttıkça çok daha yüksek doğrulukla kestirim yapmış ve yanlılığı kabul edilebilir aralıkta yer almıştır. Bu çalışma da 3, 5 ve 7 kategorili testlerde FF yönteminin performansının kategori sayısından olumlu etkilendiği görülmektedir. Bu açıdan çalışma literatürdeki örnek bir çalışma ile paralellik göstermektedir. Aynı zamanda Goretzko & Bühner (2022)'in ve Güler & Kılıç (2023)'in çalışmasındaki gibi örneklem büyüklüğündeki artış da FF yönteminin öğrenme setlerinden elde ettiği parametrelerin kesinliği üzerinde de olumlu etki etmiş ve daha yüksek DTY değerleri almıştır. Bu bulgular doğrultusunda parametrelerin elde edilmesi sürecinde CD yöntemini kullanan FF yöntemi üzerindeki örneklem büyüklüğü etkisi açıkça görülmektedir. Değişkenlerin dağılımı diğer yöntemlerin üzerinde etkili olduğu gibi FF yönteminin performansını da etkilemiştir. Bu açıdan özellikle uzun testlerde ve değişkenlerin çarpık dağıldığı koşullarda DTY değerleri düşmüş ve pozitif yanlılık göstermiştir. Bu durum Bandalos & Gerstner (2016)'in belirttiği yapay faktör oluşumundan kaynaklanıyor olabilir. Goretzko & Ruscio (2023) aşırı faktörleştirmeyi, olduğun daha az faktörleştirmeye göre nispeten kabul edilebilir bir sorun olarak görse de yapının yanlış tanımlanmasına neden olması nedeniyle bu bulguların pratik problemler yaratacağına işaret ettiği düşünülmektedir. Benzer biçimde Goretzko & Bühner (2022)'in çalışmasında da FF yöntemi çarpık dağılımlarda nispeten daha düşük DTY değerleri ile performans göstermiştir. Bu bulgular, çarpık dağılımlarda, FF yönteminin performansının olumsuz etkilendiğini göstermektedir.

Özetle, açımlayıcı faktör analizinde faktör sayısı belirleme yöntemlerinin genel anlamda kategori sayısı, örneklem büyüklüğü ve madde sayısı arttıkça DTY değerlerinin arttığı ve yanlılık değerlerinin azaldığı söylenebilir. Değişkenlerin çarpıklığı ve faktör sayısının artması ise yöntemlerin çoğu için olumsuz etkiye sahiptir. Birçok yöntemin bir araya getirilmesi ile geliştirilen Factor Forest yöntemi ile faktör sayısı belirlemeye yeni bir bakış getiren EGA-TMFG yönteminin tek faktörlü yapıları belirlemede yetersiz kaldığı belirlenmiştir. Bununla birlikte Factor Forest ve EGA-TMFG yönteminin yanlılık açısından zıt performans gösterdiği koşullar da bulunmaktadır. Faktör sayısını belirlemek için birden fazla yöntem kullanılması gerektiği durumda bu yöntemlerin uyumsuz olması araştırmacılar için kafa karıştırıcı olabilir.

## Bölüm 5

### Sonuç ve Öneriler

Bu bölümde araştırmanın bulguları ve yorumlarına dayanarak elde edilen sonuçlar ve öneriler sunulmaktadır.

#### **Sonuçlar**

Bu çalışmada açımlayıcı faktör analizinde faktör sayısı belirleme yöntemleri belirlenen simülasyon faktörlerinde yakınsama oranı, doğru tahmin yüzdesi ve görelî yanlılık açısından karşılaştırılmıştır. Bu amaç doğrultusunda elde edilen sonuçlar her bir alt probleme yanıt olacak şekilde sıralanmıştır.

#### ***Birinci Alt Probleme İlişkin Sonuçlar***

Çalışmanın ilk alt probleminde açımlayıcı faktör analizinde faktör sayısı belirleme yöntemlerinin belirlenen simülasyon faktörlerinde yakınsama oranlarının nasıl değiştiğine ilişkin sonuç sunulmaktadır.

Çalışma kapsamında MAP, MAP4, Hull, EGA-TMFG ve FF yöntemlerinin yakınsama oranları incelendiğinde yöntemlerin yakınsama sorunu olmadığı görülmektedir. En düşük yakınsama oranı EGA-TMFG yöntemine ait olsa da hala %90'ın üzerinde bir değer alması nedeniyle pratik açıdan yöntemin kullanımına ilişkin bir problem görülmemektedir. YO oranlarının düşük olması halinde yöntemlerin kestirim yapamadığı, faktör sayısı öneremediği yorumu yapılır. Bu doğrultuda yöntemlerin her birinin çalışma kapsamında incelenen koşullarda kestirim yapabildiği, faktör sayısı önerebildiği belirlenmiştir.

#### ***İkinci Alt Probleme İlişkin Sonuçlar***

Çalışmanın ikinci alt probleminde açımlayıcı faktör analizinde faktör sayısı belirleme yöntemlerinin belirlenen simülasyon faktörlerinde doğru tahmin yüzdelilerinin nasıl değiştiğine ilişkin sonuçlar maddeler halinde sunulmaktadır.

1. FF yönteminin, tek faktörlü yapılarda ve 16 maddelik testlerde DTY değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmüştür. Bu doğrultuda FF yönteminin belirtilen koşullarda faktör sayısını doğru kestiremediği belirlenmiştir.
2. MAP ve MAP4 yöntemlerinin ortalama faktör yükü düşük olan koşullarda iki faktörü yapıları belirlemek için yetersiz olduğu ve düşük DTY değerleri aldığı görülmüştür.
3. Madde sayısı yöntemlerin performansı üzerinde önemli düzeyde etkiye sahiptir. FF ve Hull yöntemleri kısa testlerde daha iyi performans gösterirken MAP ve MAP4 yöntemleri ise uzun testlerde daha iyi performans göstermiştir. EGA-TMFG yönteminin performansında madde sayısının önemli bir etken olmadığı belirlenmiştir.
4. Hull yöntemi, tek faktörlü yapıları iki faktörlü yapılara göre daha iyi belirlemektedir. İki faktörlü yapılarda faktör sayısını olduğundan daha düşük kestirme eğilimindedir.
5. EGA-TMFG yöntemi tek faktörlü yapıları belirlemede yetersiz kalmıştır ve düşük DTY değerleri almıştır.
6. Ortalama faktör yükü arttıkça yöntemlerin performansı artmış ve DTY değerleri yükselmiştir.
7. Örneklem büyüklüğünün artması tüm yöntemlerin performansının genel anlamda artması ve yüksek DTY değerleri almasını sağlamıştır.
8. Değişkenlerin çarpıklığı yöntemlerin DTY değerleri üzerinde olumsuz etkiye sahiptir.
9. EGA-TMFG yöntemi çarpıklığa karşı en dirençli yöntem olarak belirlenmiştir.
10. Kategori sayısının artması yöntemlerin genel anlamda performansını artırmış ve yüksek DTY değerleri almasını sağlamıştır.

### ***Üçüncü Alt Probleme İlişkin Sonuçlar***

Çalışmanın üçüncü alt probleminde açılımlayıcı faktör analizinde faktör sayısı belirleme yöntemlerinin belirlenen simülasyon faktörlerinde görelî yanlılık değerlerinin nasıl değiştiğine ilişkin sonuçlar maddeler halinde sunulmaktadır.

1. Örneklem büyüklüğünün artması yöntemlerin |GY| değerlerinin kabul edilebilir aralıkta yer almasını ve düşmesini sağlamıştır.
2. Ortalama faktör yükünün artması yöntemlerin |GY| değerlerinin kabul edilebilir aralıkta yer almasını ve düşmesini sağlamıştır.
3. Kategori sayısının artması yöntemlerin performansının artmasını ve |GY| değerlerinin düşmesini sağlamıştır.
4. MAP ve MAP4 yöntemlerinin hem tek faktörlü hem de çok faktörlü yapılarda faktör sayısını daha düşük kestirme eğilimi olduğu belirlenmiştir. Özellikle kısa testlerde çarpık dağılımlarda ve OFY'nin düşük olduğu koşullarda bu sonuç öne çıkmaktadır.
5. Hull yönteminin özellikle iki faktörlü yapılarda negatif yönlü yanlılık gösterdiği belirlenmiştir.
6. Tek faktörlü yapılar dışında EGA-TMFG yönteminin diğer tüm yöntemlerde zıt yönlü yanlılık gösterdiği belirlenmiştir.
7. FF yönteminin uzun testlerde ve tek faktörlü yapılarda faktör sayısını olduğundan daha yüksek kestirdiği belirlenmiştir.



## Öneriler

Bu başlık altında, çalışmadan elde edilen sonuçlara dayalı olarak uygulayıcılara ve araştırmacılara yönelik önerilere yer verilmiştir.

### *Uygulayıcılara Yönelik Öneriler*

1. MAP ve MAP4 yöntemleri nispeten uzun testler, değişkenlerin normal dağılım gösterdiği, teorik olarak tek faktörlü yapının beklendiği, yapıyı doğru bir şekilde ölçecek maddelerin yer testlerde kullanılması daha uygun olacaktır.
2. FF yönteminin 16 maddelik testlerde kullanımının faktör sayısının olduğundan fazla kestirilmesi nedeniyle faktör sayısını belirlemek için önerilir. Ayrıca FF yönteminin 8 maddelik testlerde kullanımının uygun olabileceği söylenebilir.
3. Hull yönteminin iki faktörlü yapıların beklendiği testlerde EGA-TMFG ve FF yöntemleri ile birlikte kullanılması önerilebilir.
4. Değişkenlerin çarpık dağılım gösterdiği koşullarda EGA-TMFG yönteminin kullanılmasının uygun olabileceği söylenebilir.
5. Kategori sayısının yöntemlerin performansı üzerinde olumlu etkisinin gözlenmesi nedeniyle, ölçek geliştirme sürecinde mümkünse daha çok sayıda kategoriye yer verilmesi önerilebilir.
6. Küçük örneklerde EGA-TMFG yönteminin faktör sayısı belirlemek için kullanılabilir ancak teorik olarak tek faktörlü bir yapı beklenirse birden fazla yöntem ile kanıt toplanması gerekebilir.
7. Tek faktörlü yapıları belirlemek için üstün bir yöntemin açıkça öne çıkmadığı bu nedenle birden fazla yöntemin faktör sayısını belirlemek için kullanılması önerilebilir.
8. İlişkili çok faktörlü yapılarda EGA-TMFG ve FF yöntemlerinin kullanılması önerilebilir.

***Araştırmacılara Yönelik Öneriler***

1. Çalışma kapsamında 3, 5 ve 7 kategoriye yer verilmiştir. 2 kategorili puanlanan maddelerden oluşan testlerde yöntemlerin performansları incelenebilir.
2. Bu çalışmada ekstrem çarpıklık düzeyleri incelenmiştir. Sonraki araştırmalarda daha düşük çarpıklıklar ve ayrıca basık ya da sivri dağılımlarda yöntemlerin performansı incelenebilir.
3. Bu çalışma 200, 500 ve 1000 örneklem büyüklüklerinde gerçekleştirilmiştir. Çok daha küçük örneklerde yöntemlerin performansları karşılaştırılabilir.
4. Bu çalışmada, çok faktörlü yapılar için maddeler diğerk faktörlere çapraz yüklenmeyecek şekilde manipüle edilmiştir. Gelecek çalışmalarda maddelerin çapraz yüklendiğı modellerde yöntemlerin performansları karşılaştırılabilir.
5. Bu çalışmada, tüm maddeler benzer çarpıklık gösterecek şekilde manipüle edilmiştir. Sonraki çalışmalarda maddelerin farklı çarpıklıklar gösterdiği modellerde yöntemlerin performansı karşılaştırılabilir.
6. Bu çalışmada, tüm maddeler aynı kategoride yanıtlanacak şekilde manipüle edilmiştir. Sonraki çalışmalarda karma testler için yöntemlerin performansı karşılaştırılabilir.
7. Bu çalışma simülatif veri ile gerçekleştirilen koşullar ile sınırlıdır. Gerçek veri setlerinde yöntemlerin performansı karşılaştırılabilir.

## Kaynaklar

- Acock, A. C. (2005). Working with missing values. *Journal of Marriage and Family*, 67(4), Article 4. <https://doi.org/10.1111/j.1741-3737.2005.00191.x>
- Adelson, J. L., & McCoach, D. B. (2010). Measuring the mathematical attitudes of elementary students: The effects of a 4-point or 5-point Likert-type scale. *Educational and Psychological Measurement*, 70(5), 796-807. <https://doi.org/10.1177/0013164410366694>
- AERA, APA ve NCME (2014). *Standarts for educational and psychological testing*. American Educational Research Association.
- Alan, Ü., & Atalay Kabasakal, K. (2020). Effect of number of response options on the psychometric properties of Likert-type scales used with children. *Studies in Educational Evaluation*, 66, 100895. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2020.100895>
- Albayrak, A. S. (2006). *Uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri*. Asil Yayın Dağıtım.
- Allison, P. D. (2000). Multiple imputation for missing data: A cautionary tale. *Sociological Methods & Research*, 28(3), Article 3. <https://doi.org/10.1177/0049124100028003003>
- Allison, P. D. (2002). *Missing data*. Sage Publications.
- Aluja, A., Del Barrio, V., & García, L. F. (2006). Comparison of several shortened versions of the EMBU: Exploratory and confirmatory factor analyses. *Scandinavian Journal of Psychology*, 47(1), 23-31. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9450.2006.00489.x>
- Anastasi, A. (1976). *Psychological testing* (4th ed). Macmillan.
- Auerswald, M., & Moshagen, M. (2019). How to determine the number of factors to retain in exploratory factor analysis: A comparison of extraction methods under realistic conditions. *Psychological Methods*, 24(4), 468-491. <https://doi.org/10.1037/met0000200>
- Bandalos, D. L., & Finney, S. J. (2018). Factor analysis. İçinde G. R. Hancock, L. M. Stapleton, & R. O. Mueller (Ed.), *The Reviewer's Guide to Quantitative Methods in*

- the Social Sciences* (2. bs, ss. 98-122). Routledge.  
<https://doi.org/10.4324/9781315755649-8>
- Bandalos, D. L., & Gerstner, J. J. (2016). Using factor analysis in test construction. İçinde K. Schweizer & C. DiStefano (Ed.), *Principles and methods of test construction: Standards and recent advances* (ss. 26-51). Hogrefe.
- Bandalos, D. L., & Leite, W. L. (2013). Use of Monte Carlo studies in structural equation modeling research. İçinde G. R. Hancock & R. O. Mueller (Ed.), *Structural equation modeling: A second course (2nd ed., pp. 625—667)*. NC:Information Age.
- Baraldi, A. N., & Enders, C. K. (2010). An introduction to modern missing data analyses. *Journal of School Psychology, 48*(1), Article 1.  
<https://doi.org/10.1016/j.jsp.2009.10.001>
- Beauducel, A., & Herzberg, P. Y. (2006). On the performance of maximum likelihood versus means and variance adjusted weighted least squares estimation in CFA. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal, 13*(2), 186-203.  
[https://doi.org/10.1207/s15328007sem1302\\_2](https://doi.org/10.1207/s15328007sem1302_2)
- Bentler, P. M. (1990). Comparative fit indexes in structural models. *Psychological Bulletin, 107*(2), 238-246. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.107.2.238>
- Blanca, M. J., Arnau, J., López-Montiel, D., Bono, R., & Bendayan, R. (2013). Skewness and kurtosis in real data samples. *Methodology, 9*(2), 78-84.  
<https://doi.org/10.1027/1614-2241/a000057>
- Breiman, L. (2001). Random Forests. *Machine Learning, 45*(1), 5-32.  
<https://doi.org/10.1023/A:1010933404324>
- Brown, T. A. (2006). *Confirmatory factor analysis for applied research*. Guilford Press.
- Brown, T. A. (2015). *Confirmatory factor analysis for applied research* (Second edition). The Guilford Press.
- Browne, M. W., & Cudeck, R. (1992). Alternative ways of assessing model fit. *Sociological Methods & Research, 21*(2), 230-258.  
<https://doi.org/10.1177/0049124192021002005>

- Burton, N., Burton, M., Fisher, C., Peña, P. G., Rhodes, G., & Ewing, L. (2021). Beyond Likert ratings: Improving the robustness of developmental research measurement using best–worst scaling. *Behavior Research Methods*, *53*(5), 2273-2279. <https://doi.org/10.3758/s13428-021-01566-w>
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Erkan Akgün, Ö., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2017). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (23. bs). Ankara:Pegem Akademi Yayıncılık. <https://doi.org/10.14527/9789944919289>
- Cai, L. (2013). Factor analysis of tests and items. İçinde K. F. Geisinger, B. A. Bracken, J. F. Carlson, N. R. Kuncel, S. P. Reise, & M. C. Rodriguez (Ed.), *APA Handbook of Testing and Assessment in Psychology, Vol. 1* (ss. 85-100). American Psychological Association.
- Carifio, J., & Perla, R. J. (2007). Ten common misunderstandings, misconceptions, persistent myths and urban legends about Likert scales and Likert response formats and their antidotes. *Journal of Social Sciences*, *3*(3), 106-116. <https://doi.org/10.3844/jssp.2007.106.116>
- Caron, P.-O. (2019). Minimum average partial correlation and parallel analysis: The influence of oblique structures. *Communications in Statistics - Simulation and Computation*, *48*, 2110-2117. <https://doi.org/10.1080/03610918.2018.1433843>
- Carpenter, J. R., & Kenward, M. G. (2013). *Multiple imputation and its application* (1st ed) [Electronic resource]. John Wiley & Sons.
- Cattell, R. B. (1966). The scree test for the number of factors. *Multivariate Behavioral Research*, *1*(2), 245-276. [https://doi.org/10.1207/s15327906mbr0102\\_10](https://doi.org/10.1207/s15327906mbr0102_10)
- Chen, T., He, T., Benesty, M., Khotilovich, V., & Tang, Y. (2018). *Xgboost: Extreme gradient boosting [R package version 0.6]* (4.1.) [Software].
- Chen, Y.-L., & Weng, L.-J. (2023). On Horn's approximation to the sampling distribution of eigenvalues from random correlation matrices in parallel analysis. *Current Psychology*, 1-11. <https://doi.org/10.1007/s12144-023-04635-9>
- Clausen-May, T. (2001). *An approach to test development*. NFER.

- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (0 bs). Routledge.  
<https://doi.org/10.4324/9780203771587>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2018). *Research methods in education* (eighth edition). Routledge.
- Comrey, A. L., & Lee, H. B. (1992). *A first course in factor analysis* (2nd ed). L. Erlbaum Associates.
- Cosemans, T., Rosseel, Y., & Gelper, S. (2021). Exploratory graph analysis for factor retention: Simulation results for continuous and binary data. *Educational and Psychological Measurement*, 82, 880-910.  
<https://doi.org/10.1177/00131644211059089>
- Costello, A. B., & Osborne, J. (2005). Best practices in exploratory factor analysis: Four recommendations for getting the most from your analysis. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*. <https://doi.org/10.7275/JYJ1-4868>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2023). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (Sixth edition). SAGE.
- Crocker, L. M., & Algina, J. (2008). *Introduction to classical and modern test theory*. Cengage Learning.
- De Maesschalck, R., Jouan-Rimbaud, D., & Massart, D. L. (2000). The Mahalanobis distance. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 50(1), 1-18.  
[https://doi.org/10.1016/S0169-7439\(99\)00047-7](https://doi.org/10.1016/S0169-7439(99)00047-7)
- De Winter, J. C. F., Gosling, S. D., & Potter, J. (2016). Comparing the Pearson and Spearman correlation coefficients across distributions and sample sizes: A tutorial using simulations and empirical data. *Psychological Methods*, 21(3), 273-290.  
<https://doi.org/10.1037/met0000079>
- de Winter, J. D., Dodou, D., & Wieringa, P. (2009). Exploratory factor analysis with small sample sizes. *Multivariate Behavioral Research*, 44, 147-181.  
<https://doi.org/10.1080/00273170902794206>

- Debelak, R., & Tran, U. S. (2016). Comparing the effects of different smoothing algorithms on the assessment of dimensionality of ordered categorical items with parallel analysis. *PLOS ONE*, 11(2), e0148143. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0148143>
- Downing, S. M., & Haladyna, T. M. (2006). *Handbook of test development*. Taylor & Francis.
- Eklöf, H. (2006). Development and validation of scores from an instrument measuring student test-taking motivation. *Educational and Psychological Measurement*, 66(4), 643-656. <https://doi.org/10.1177/0013164405278574>
- Enders, C. K. (2003). Using the Expectation Maximization Algorithm to Estimate Coefficient Alpha for Scales With Item-Level Missing Data. *Psychological Methods*. <https://doi.org/10.1037/1082-989x.8.3.322>
- Enders, C. K. (2010). *Applied missing data analysis*. Guilford Press.
- Epskamp, S., Kruis, J., & Marsman, M. (2017). Estimating psychopathological networks: Be careful what you wish for. *PLOS ONE*, 12(6), e0179891. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179891>
- Fabrigar, L. R., & Wegener, D. T. (2012). *Exploratory factor analysis*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:osobl/9780199734177.001.0001>
- Fabrigar, L. R., Wegener, D. T., MacCallum, R., & Strahan, E. (1999). Evaluating the use of exploratory factor analysis in psychological research. *Psychological Methods*, 4, 272-299. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.4.3.272>
- Finney, S. J., & DiStefano, C. (2013). Nonnormal and categorical data in structural equation modeling. İçinde G. R. Hancock & R. O. Mueller (Ed.), *Structural equation modeling: A second course* (2nd bs, ss. 439-492). IAP Information Age Publishing.
- Flora, D. B., & Curran, P. J. (2004). An empirical evaluation of alternative methods of estimation for confirmatory factor analysis with ordinal data. *Psychological Methods*, 9(4), 466-491. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.9.4.466>
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education* (8th ed). McGraw-Hill Humanities/Social Sciences/Languages.

- Garrido, L. E., Abad, F. J., & Ponsoda, V. (2011). Performance of Velicer's minimum average partial factor retention method with categorical variables. *Educational and Psychological Measurement*, 71, 551-570. <https://doi.org/10.1177/0013164410389489>
- Ghorbani, H. (2019). Mahalanobis distance and its application for detecting multivariate outliers. *Facta Universitatis, Series: Mathematics and Informatics*, 583. <https://doi.org/10.22190/FUMI1903583G>
- Golino, H. F., & Alexander, C. P. (2023). *EGAnet: Exploratory Graph Analysis—A framework for estimating the number of dimension in multivariate data using network psychometrics. R package version 2.0.3.*
- Golino, H. F., & Epskamp, S. (2017). Exploratory graph analysis: A new approach for estimating the number of dimensions in psychological research. *PLOS ONE*, 12(6), e0174035. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174035>
- Golino, H. F., Shi, D., Christensen, A. P., Garrido, L. E., Nieto, M. D., Sadana, R., Thiagarajan, J. A., & Martinez-Molina, A. (2020). Investigating the performance of exploratory graph analysis and traditional techniques to identify the number of latent factors: A simulation and tutorial. *Psychological Methods*, 25(3), 292-320. <https://doi.org/10.1037/met0000255>
- Goodman, R. (1997). The strengths and difficulties questionnaire: A research note. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 38(5), 581-586. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1997.tb01545.x>
- Goretzko, D. (2021). Factor retention in exploratory factor analysis with missing data. *Educational and Psychological Measurement*, 82, 444-464. <https://doi.org/10.1177/00131644211022031>
- Goretzko, D., & Bühner, M. (2020). One model to rule them all? Using machine learning algorithms to determine the number of factors in exploratory factor analysis. *Psychological Methods*, 25(6), 776-786. <https://doi.org/10.1037/met0000262>



- Goretzko, D., & Bühner, M. (2022). Factor retention using machine learning with ordinal data. *Applied Psychological Measurement, 46*, 406-421. <https://doi.org/10.1177/01466216221089345>
- Goretzko, D., Heumann, C., & Bühner, M. (2020). Investigating parallel analysis in the context of missing data: A simulation study comparing six missing data methods. *Educational and Psychological Measurement, 80*, 756-774. <https://doi.org/10.1177/0013164419893413>
- Goretzko, D., Pham, T. T. H., & Bühner, M. (2019). Exploratory factor analysis: Current use, methodological developments and recommendations for good practice. *Current Psychology, 40*, 1-12. <https://doi.org/10.1007/S12144-019-00300-2>
- Goretzko, D., & Ruscio, J. (2023). The comparison data forest: A new comparison data approach to determine the number of factors in exploratory factor analysis. *Behavior research methods, null*, null. <https://doi.org/10.3758/s13428-023-02122-4>
- Gorsuch, R. L. (1974). *Factor analysis*. Saunders.
- Gorsuch, R. L. (1983). *Factor analysis* (2nd ed). L. Erlbaum Associates.
- Gorsuch, R. L. (1988). Exploratory factor analysis. İçinde J. R. Nesselroade & R. B. Cattell (Ed.), *Handbook of multivariate experimental psychology* (ss. 231-257). Plenum Pr.
- Gorsuch, R. L. (2015). *Factor analysis* (Classic edition). Routledge, Taylor & Francis Group.
- Guilford, J. P. (1954). *Psychometric Methods 2nd Edition*. New York Press.
- Güler, G., & Kılıç, A. F. (2023). Performance of factor retention methods in skewed distributions. *Journal of Advanced Education Studies, 5*, 288-312. <https://doi.org/10.48166/ejaes.1357828>
- Hair, J. F. (2014). *Multivariate data analysis* (7. bs.). Pearson.
- Harwell, M., Stone, C. A., Hsu, T.-C., & Kirisci, L. (1996). Monte Carlo studies in item response theory. *Applied Psychological Measurement, 20*(2), 101-125. <https://doi.org/10.1177/014662169602000201>

- Hayton, J., Allen, D., & Scarpello, V. (2004). Factor retention decisions in exploratory factor analysis: A tutorial on Parallel Analysis. *Organizational Research Methods*, 7, 191-205. <https://doi.org/10.1177/1094428104263675>
- Henson, R. K., & Roberts, J. K. (2006). Use of exploratory factor analysis in published research. *Educational and Psychological Measurement*, 66(3), 393-416. <https://doi.org/10.1177/0013164405282485>
- Hinkin, T. R. (1995). A review of scale development practices in the study of organizations. *Journal of Management*, 21(5), 967-988. <https://doi.org/10.1177/014920639502100509>
- Ho, A. D., & Yu, C. C. (2015). Descriptive statistics for modern test score distributions: Skewness, kurtosis, discreteness, and ceiling effects. *Educational and Psychological Measurement*, 75(3), 365-388. <https://doi.org/10.1177/0013164414548576>
- Holgado-Tello, F. P., Chacón-Moscoso, S., Barbero-García, I., & Vila-Abad, E. (2010). Polychoric versus Pearson correlations in exploratory and confirmatory factor analysis of ordinal variables. *Quality & Quantity*, 44(1), 153-166. <https://doi.org/10.1007/s11135-008-9190-y>
- Horn, J. L. (1965). A rationale and test for the number of factors in factor analysis. *Psychometrika*, 30(2), 179-185. <https://doi.org/10.1007/BF02289447>
- Howard, M. C. (2016). A review of exploratory factor analysis decisions and overview of current practices: What we are doing and how can we improve? *International Journal of Human-Computer Interaction*, 32, 51-62. <https://doi.org/10.1080/10447318.2015.1087664>
- Hoyle, R. H., & Duvall, J. L. (2004). Determining the number of factors in exploratory and confirmatory factor analysis. İncinde D. Kaplan (Ed.), *The SAGE Handbook of Quantitative Methodology for the Social Sciences* (ss. 301-315). SAGE.

- Hu, L., & Bentler, P. M. (1998). Fit indices in covariance structure modeling: Sensitivity to underparameterized model misspecification. *Psychological Methods*, 3(4), 424-453. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.3.4.424>
- Jiménez, M., Abad, F. J., Garcia-Garzon, E., Golino, H., Christensen, A. P., & Garrido, L. E. (2023). Dimensionality assessment in bifactor structures with multiple general factors: A network psychometrics approach. *Psychological Methods*. <https://doi.org/10.1037/met0000590>
- Jöreskog, K. G. (1994). On the estimation of polychoric correlations and their asymptotic covariance matrix. *Psychometrika*, 59(3), 381-389. <https://doi.org/10.1007/BF02296131>
- Jung, S. (2013). Exploratory factor analysis with small sample sizes: A comparison of three approaches. *Behavioural Processes*, 97, 90-95. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2012.11.016>
- Jung, S., & Lee, S. (2011). Exploratory factor analysis for small samples. *Behavior Research Methods*, 43(3), 701-709. <https://doi.org/10.3758/s13428-011-0077-9>
- Kaiser, H. F. (1960). The application of electronic computers to factor analysis. *Educational and Psychological Measurement*, 20(1), 141-151. <https://doi.org/10.1177/001316446002000116>
- Kaiser, H. F. (1974). An index of factorial simplicity. *Psychometrika*, 39(1), Article 1. <https://doi.org/10.1007/BF02291575>
- Kaplan, D. (Ed.). (2004). *The SAGE handbook of quantitative methodology for the social sciences*. SAGE.
- Kılıç, A. F. (2021). Kategorik veride faktör analizi için kullanılabilecek alternatif bir korelasyon matrisi: Goodman-kruskal gamma. *Eğitim Bilimleri Dergisi*. <https://doi.org/10.15285/maruaebd.853905>
- Kılıç, A. F., & Uysal, İ. (2019). Comparison of factor retention methods on binary data: A simulation study. *Turkish Journal of Education*, 8(3), 160-179. <https://doi.org/10.19128/turje.518636>

- Kılıç, A. F., & Uysal, İ. (2024). Ölçek puanlarının geçerliği. İçinde A. F. Kılıç (Ed.), *R Programlama Diliyle A'dan Z'ye Ölçek Geliştirme* (1. bs, ss. 95-151). Nobel Akademik Yayıncılık.
- Koyuncu, İ., & Kılıç, A. F. (2019). The use of exploratory and confirmatory factor analyses: A document analysis. *TED EĞİTİM VE BİLİM*.  
<https://doi.org/10.15390/EB.2019.7665>
- Leung, S.-O. (2011). A comparison of psychometric properties and normality in 4-, 5-, 6-, and 11-Point Likert scales. *Journal of Social Service Research*, 37(4), 412-421.  
<https://doi.org/10.1080/01488376.2011.580697>
- Li, C.-H. (2016). Confirmatory factor analysis with ordinal data: Comparing robust maximum likelihood and diagonally weighted least squares. *Behavior Research Methods*, 48(3), 936-949. <https://doi.org/10.3758/s13428-015-0619-7>
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 140, Article 140.
- Lim, S., & Jahng, S. (2019). Determining the number of factors using parallel analysis and its recent variants. *Psychological methods*. <https://doi.org/10.1037/met0000230>
- Lissitz, R. W., & Samuelson, K. (2007). A suggested change in terminology and emphasis regarding validity and education. *Educational Researcher*, 36(8), 437-448.  
<https://doi.org/10.3102/0013189X07311286>
- Little, R., & Rubin, D. (2019). *Statistical analysis with missing data, third edition* (1. bs). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119482260>
- Lorenzo-Seva, U. (2011). *Horn's parallel analysis for selecting the number of dimensions in correspondence analysis*. <https://doi.org/10.1027/1614-2241/A000027>
- Lorenzo-Seva, U., & Ferrando, P. J. (2020). *Testing sweet smoothing algorithm via a simulation study. Technical Report*. Department of Psychology, Universitat Rovira i Virgili, Tarragona.
- Lorenzo-Seva, U., & Ferrando, P. J. (2021). Not positive definite correlation matrices in exploratory item factor analysis: Causes, consequences and a proposed solution.

- Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 28(1), 138-147.  
<https://doi.org/10.1080/10705511.2020.1735393>
- Lorenzo-Seva, U., Timmerman, M. E., & Kiers, H. A. L. (2011). The Hull method for selecting the number of common factors. *Multivariate Behavioral Research*, 46(2), Article 2.  
<https://doi.org/10.1080/00273171.2011.564527>
- MacCallum, R. C., & Tucker, L. R. (1991). Representing sources of error in the common-factor model: Implications for theory and practice. *Psychological Bulletin*, 109(3), Article 3. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.109.3.502>
- MacCallum, R. C., Widaman, K. F., Zhang, S., & Hong, S. (1999). Sample size in factor analysis. *Psychological Methods*, 4(1), 84-99. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.4.1.84>
- Mardia, K. V. (1970). Measures of multivariate skewness and kurtosis with applications. *Biometrika*, 57(3), 519-530. <https://doi.org/10.1093/biomet/57.3.519>
- Martinková, P., & Hladká, A. (2023). *Computational aspects of psychometric methods: With R* (1. bs). Chapman and Hall/CRC. <https://doi.org/10.1201/9781003054313>
- Massara, G. P., Di Matteo, T., & Aste, T. (2015). *Network filtering for big data: Triangulated Maximally Filtered Graph*. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.1505.02445>
- Matsunaga, M. (2010). How to factor-analyze your data right: Do's, don'ts, and how-to's. *International Journal of Psychological Research*, 3(1), Article 1.  
<https://doi.org/10.21500/20112084.854>
- Mavridis, D., & Moustaki, I. (2008). Detecting outliers in factor analysis using the forward search algorithm. *Multivariate Behavioral Research*, 43(3), 453-475.  
<https://doi.org/10.1080/00273170802285909>
- Maxwell, J. (1992). Understanding and validity in qualitative research. *Harvard Educational Review*, 62(3), 279-301. <https://doi.org/10.17763/haer.62.3.8323320856251826>
- Mellor, D., & Moore, K. A. (2014). The use of Likert scales with children. *Journal of Pediatric Psychology*, 39(3), 369-379. <https://doi.org/10.1093/jpepsy/jst079>

- Moore, K. A., Halle, T. G., Vandivere, S., & Mariner, C. L. (2002). Scaling back survey scales: How short is too short? *Sociological Methods & Research*, 30(4), 530-567. <https://doi.org/10.1177/0049124102030004003>
- Moshagen, M., & Musch, J. (2014). Sample size requirements of the robust weighted least squares estimator. *Methodology*, 10(2), 60-70. <https://doi.org/10.1027/1614-2241/a000068>
- Mulaik, S. A. (1990). Blurring the distinctions between component analysis and common factor analysis. *Multivariate Behavioral Research*, 25(1), Article 1. [https://doi.org/10.1207/s15327906mbr2501\\_6](https://doi.org/10.1207/s15327906mbr2501_6)
- Mulaik, S. A. (2010). *Foundations of factor analysis* (2nd ed). CRC Press.
- Nasser, F., Benson, J., & Wisenbaker, J. (2002). The Performance of Regression-Based Variations of the Visual Scree for Determining the Number of Common Factors. *Educational and Psychological Measurement*, 62, 397-419. <https://doi.org/10.1177/00164402062003001>
- Nunnally, J. C., & Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric theory* (3rd ed.). McGraw-Hill.
- O'Connor, B. P. (2000). SPSS and SAS programs for determining the number of components using parallel analysis and Velicer's MAP test. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 32(3), 396-402. <https://doi.org/10.3758/BF03200807>
- O'Connor, B. P. (2023). *EFA.dimensions: Exploratory Factor Analysis Functions for Assessing Dimensionality*.
- Preacher, K. J., Zhang, G., Kim, C., & Mels, G. (2013). Choosing the optimal number of factors in exploratory factor analysis: A model selection perspective. *Multivariate Behavioral Research*, 48(1), 28-56. <https://doi.org/10.1080/00273171.2012.710386>
- Rasmussen, J. L. (1989). Analysis of Likert-scale data: A reinterpretation of Gregoire and Driver. *Psychological Bulletin*, 105(1), 167-170. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.105.1.167>

- Revelle, W. (2016). *An introduction to psychometric theory with applications in R*.  
<http://personality-project.org/r/book/>
- Rhemtulla, M., Brosseau-Liard, P. É., & Savalei, V. (2012). When can categorical variables be treated as continuous? A comparison of robust continuous and categorical SEM estimation methods under suboptimal conditions. *Psychological Methods*, *17*(3), 354-373. <https://doi.org/10.1037/a0029315>
- Robitzsch, A. (2020). Why ordinal variables can (almost) always be treated as continuous variables: Clarifying assumptions of robust continuous and ordinal factor analysis estimation methods. *Frontiers in Education*, *5*, 589965. <https://doi.org/10.3389/feduc.2020.589965>
- Rosseel, Y. (2012). **lavaan**: An R package for structural equation modeling. *Journal of Statistical Software*, *48*(2). <https://doi.org/10.18637/jss.v048.i02>
- Ruscio, J., & Roche, B. (2012). *Determining the number of factors to retain in an exploratory factor analysis using comparison data of known factorial structure*. <https://www.semanticscholar.org/paper/835309966a880c656d59fe29664ae03db09d56ab>
- Ryan, E. G., Vitoratou, S., Goldsmith, K. A., & Chalder, T. (2018). Psychometric properties and factor structure of a long and shortened version of the cognitive and behavioural responses questionnaire. *Psychosomatic Medicine*, *80*(2), 230-237. <https://doi.org/10.1097/PSY.0000000000000536>
- Siow, J. Y. M., Chan, A., Østbye, T., Cheng, G. H.-L., & Malhotra, R. (2017). Validity and reliability of the positive aspects of caregiving (PAC) scale and development of its shorter version (S-PAC) among family caregivers of older adults. *The Gerontologist*, *gnw198*. <https://doi.org/10.1093/geront/gnw198>
- Spearman, C. (1904). "General intelligence," objectively determined and measured. *The American Journal of Psychology*, *15*(2), 201. <https://doi.org/10.2307/1412107>
- Steiger, J. H., & Lind, J. M. (1980). *Statistically based tests for the number of common factors* [Sözlü Bildiri]. Psychometric Society.

- Steiner, M. D., & Grieder, S. (2020). EFAtools: An R package with fast and flexible implementations of exploratory factor analysis tools. *J. Open Source Softw.*, *5*, 2521. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.4032509>
- Stevelink, S. A. M., Hoekstra, T., Nardi, S. M. T., Van Der Zee, C. H., Banstola, N., Premkumar, R., Nicholls, P. G., & Van Brakel, W. H. (2012). Development and structural validation of a shortened version of the Participation Scale. *Disability and Rehabilitation*, *34*(19), 1596-1607. <https://doi.org/10.3109/09638288.2012.656793>
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics* (6. ed., international ed). Pearson.
- Taheerdoost, H., Sahibuddin, S., & Jalaliyoon, N. (2014). Exploratory factor analysis; Concepts and theory. İçinde J. Balicki, *Advances in Applied and Pure Mathematics* (27. bs, ss. 375-382). WSEAS.
- Tang, H., Mao, L., Wang, F., & Zhang, H. (2022). A validation study for a short-version scale to assess 21<sup>st</sup> century skills in flipped EFL classrooms. *Oxford Review of Education*, *48*(2), 148-165. <https://doi.org/10.1080/03054985.2021.1935226>
- Thomas, J., Coors, S., & Bischl, B. (2018). *Automatic Gradient Boosting* (Versiyon 2). arXiv. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.1807.03873>
- Thompson, B. (1994). The pivotal role of replication in psychological research: Empirically evaluating the replicability of sample results. *Journal of Personality*, *62*(2), 157-176. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6494.1994.tb00289.x>
- Thompson, B. (2004). *Exploratory and confirmatory factor analysis: Understanding concepts and applications*. American psychological association.
- Thurstone, L. L. (1935). *The vectors of mind: Multiple-factor analysis for the isolation of primary traits*. University of Chicago Press. <https://doi.org/10.1037/10018-000>
- Thurstone, L. L. (1936). A new conception of intelligence. *Educational Record*, *17*, 441-450.
- Thurstone, L. L. (1947). *Multiple-factor analysis; a development and expansion of The Vectors of Mind*. University of Chicago Press.



- Timmerman, M., & Lorenzo-Seva, U. (2011). Dimensionality assessment of ordered polytomous items with parallel analysis. *Psychological methods*, 16 2, 209-220. <https://doi.org/10.1037/a0023353>
- Traag, V. A., Waltman, L., & Van Eck, N. J. (2019). From Louvain to Leiden: Guaranteeing well-connected communities. *Scientific Reports*, 9(1), 5233. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-41695-z>
- Uysal, İ., & Kılıç, A. (2022). Normal dağılım ikilemi. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 12(1), 220-248. <https://doi.org/10.18039/ajesi.962653>
- Van Laerhoven, H., Van Der Zaag-Loonen, H., & Derkx, B. (2004). A comparison of Likert scale and visual analogue scales as response options in children's questionnaires. *Acta Paediatrica*, 93(6), 830-835. <https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2004.tb03026.x>
- Velicer, W. F. (1976). Determining the number of components from the matrix of partial correlations. *Psychometrika*, 41(3), 321-327. <https://doi.org/10.1007/BF02293557>
- Velicer, W. F., Eaton, C., & Fava, J. (2000). Construct explication through factor or component analysis: A review and evaluation of alternative procedures for determining the number of factors or components. İçinde R. D. Goffin & E. Helmes (Ed.), *Problems and Solutions in Human Assessment* (ss. 41-71). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4615-4397-8\\_3](https://doi.org/10.1007/978-1-4615-4397-8_3)
- Watkins, M. W. (2018). Exploratory factor analysis: A guide to best practice. *Journal of Black Psychology*, 44(3), 219-246. <https://doi.org/10.1177/0095798418771807>
- Widaman, K. (1993). Common factor analysis versus principal component analysis: Differential bias in representing model parameters? *Multivariate behavioral research*, 28 3, 263-311. [https://doi.org/10.1207/s15327906mbr2803\\_1](https://doi.org/10.1207/s15327906mbr2803_1)
- Widaman, K. (2007). Common factors versus components: Principals and principles, errors and misconceptions. İçinde R. Cudeck & R. C. MacCallum (Ed.), *Factor Analysis at 100 Historical Developments and Future Directions*. Lawrence Erlbaum Associates.

- Wu, N., & Zhang, J. (2003). Factor analysis based anomaly detection. *IEEE Systems, Man and Cybernetics Society Information Assurance Workshop, 2003.*, 108-115.  
<https://doi.org/10.1109/SMCSIA.2003.1232408>
- Xu, M. L., & Leung, S. O. (2018). Effects of varying numbers of Likert scale points on factor structure of the Rosenberg Self-Esteem Scale. *Asian Journal of Social Psychology*, 21(3), 119-128. <https://doi.org/10.1111/ajsp.12214>
- Yanai, H., & Ichikawa, M. (2006). Factor analysis. İçinde C. R. Rao & S. Sinharay (Ed.), *Handbook of Statistics on Psychometrics* (C. 26, ss. 257-296). Elsevier.  
[https://doi.org/10.1016/S0169-7161\(06\)26009-7](https://doi.org/10.1016/S0169-7161(06)26009-7)
- Yang-Wallentin, F., Joreskog, K., & Luo, H. (2010). Confirmatory factor analysis of ordinal variables with misspecified models. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 17(3), 392-423.  
<https://doi.org/10.1080/10705511.2010.489003>
- Yeomans, K. A., & Golder, P. A. (1982). The Guttman-Kaiser criterion as a predictor of the number of common factors. *The Statistician*, 31(3), 221.  
<https://doi.org/10.2307/2987988>
- Yuan, K.-H., & Zhong, X. (2008). 8. Outliers, leverage observations, and influential cases in factor analysis: Using robust procedures to minimize their effect. *Sociological Methodology*, 38(1), 329-368. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9531.2008.00198.x>
- Zwick, W. (1983). *A Comparison of Five Rules for Determining the Number of Components in Complex Patterns*. <https://doi.org/10.23860/diss-zwick-william-1983>
- Zwick, W., & Velicer, W. (1982). Factors influencing four rules for determining the number of components to retain. *Multivariate Behavioral Research*, 17(2), 253-269.  
[https://doi.org/10.1207/s15327906mbr1702\\_5](https://doi.org/10.1207/s15327906mbr1702_5)
- Zwick, W., & Velicer, W. (1986). Comparison of five rules for determining the number of components to retain. *Psychological Bulletin*, 99, 432-442.  
<https://doi.org/10.1037/0033-2909.99.3.432>

Zygmunt, C., & Smith, M. R. (2014). Robust factor analysis in the presence of normality violations, missing data, and outliers: Empirical questions and possible solutions. *The Quantitative Methods for Psychology*, 10(1), 40-55.  
<https://doi.org/10.20982/tqmp.10.1.p040>

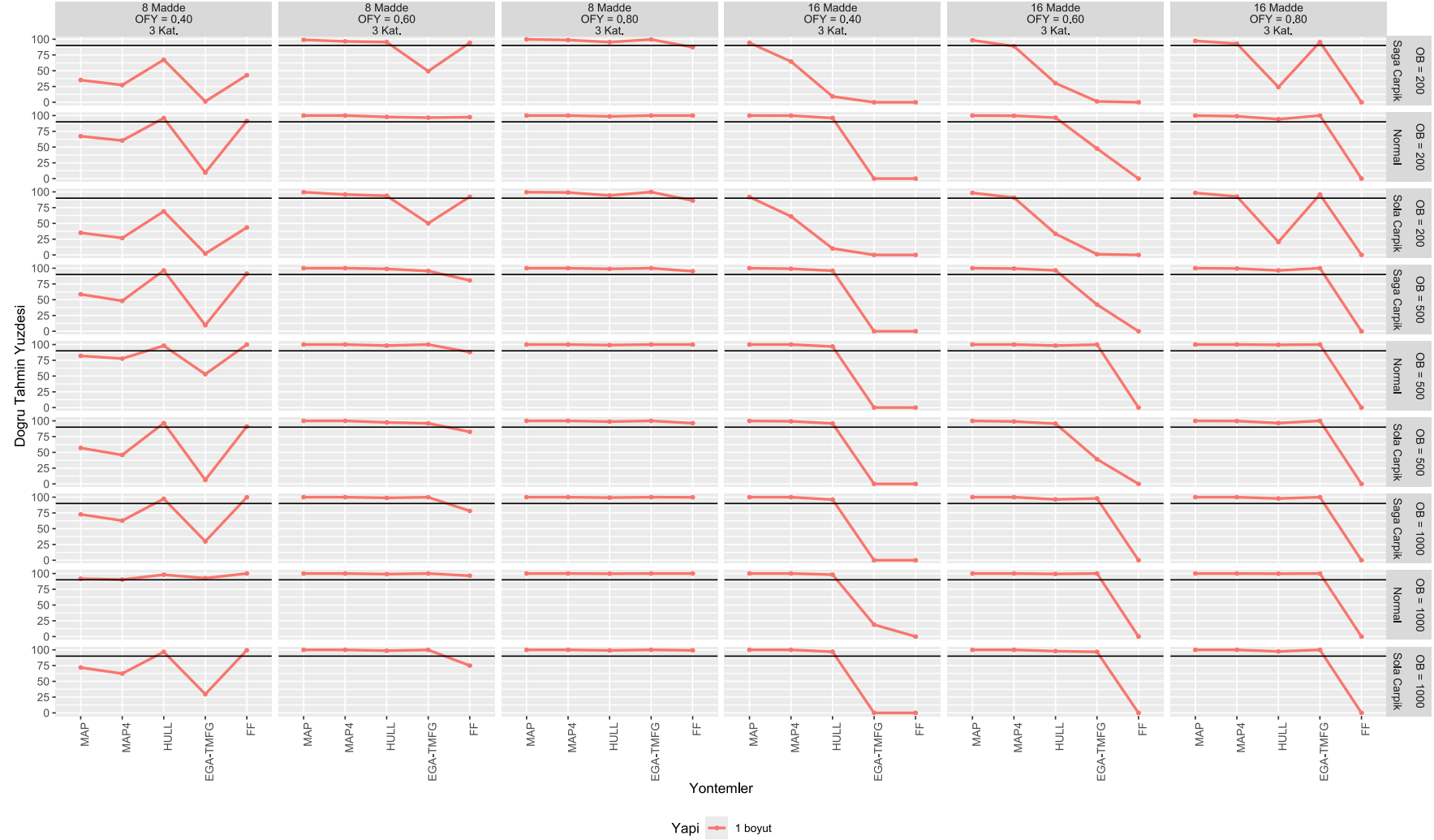
### EK-A: Üretilen Veri Setlerinin Ortalama Çarpıklık Değerleri

Ölçme Modeli	Örneklem Büyüklüğü	Ortalama Faktör Yüğü	Test Uzunluğu	Çarpıklık		
				Sağ	Normal	Sol
<i>Madde puanlarının kategori sayısı = 3</i>						
Tek faktörlü modeller	OB = 200	OFY = 0.40	8 Madde	2.66	0.00	-2.67
		OFY = 0.40	16 Madde	2.66	0.00	-2.67
		OFY = 0.60	8 Madde	2.66	0.00	-2.67
		OFY = 0.60	16 Madde	2.66	0.00	-2.66
		OFY = 0.80	8 Madde	2.67	0.00	-2.67
		OFY = 0.80	16 Madde	2.66	0.00	-2.67
		OFY = 0.40	8 Madde	2.67	0.00	-2.68
		OFY = 0.40	16 Madde	2.67	0.00	-2.67
		OFY = 0.60	8 Madde	2.67	0.00	-2.68
		OFY = 0.60	16 Madde	2.67	0.00	-2.68
		OFY = 0.80	8 Madde	2.67	0.00	-2.68
		OFY = 0.80	16 Madde	2.67	0.00	-2.68
	OB = 500	OFY = 0.40	8 Madde	2.67	0.00	-2.67
		OFY = 0.40	16 Madde	2.67	0.00	-2.67
		OFY = 0.60	8 Madde	2.67	0.00	-2.68
		OFY = 0.60	16 Madde	2.67	0.00	-2.68
		OFY = 0.80	8 Madde	2.67	0.00	-2.68
		OFY = 0.80	16 Madde	2.67	0.00	-2.68
		OFY = 0.40	8 Madde	2.67	0.00	-2.67
		OFY = 0.40	16 Madde	2.67	0.00	-2.67
		OFY = 0.60	8 Madde	2.67	0.00	-2.68
		OFY = 0.60	16 Madde	2.67	0.00	-2.67
		OFY = 0.80	8 Madde	2.67	0.00	-2.68
		OFY = 0.80	16 Madde	2.67	0.00	-2.67
	OB = 1000	OFY = 0.40	8 Madde	2.67	0.00	-2.67
		OFY = 0.40	16 Madde	2.67	0.00	-2.67
		OFY = 0.60	8 Madde	2.67	0.00	-2.68
		OFY = 0.60	16 Madde	2.67	0.00	-2.67
		OFY = 0.80	8 Madde	2.67	0.00	-2.68
		OFY = 0.80	16 Madde	2.67	0.00	-2.67
		OFY = 0.40	8 Madde	2.66	0.00	-2.66
		OFY = 0.40	16 Madde	2.66	0.00	-2.67
		OFY = 0.60	8 Madde	2.67	0.00	-2.66
		OFY = 0.60	16 Madde	2.66	0.00	-2.67
		OFY = 0.80	8 Madde	2.66	0.00	-2.67
		OFY = 0.80	16 Madde	2.66	0.00	-2.67
2 faktörlü modeller (phi = 0.00)	OB = 200	OFY = 0.40	8 Madde	2.66	0.00	-2.68
		OFY = 0.40	16 Madde	2.67	0.00	-2.67
		OFY = 0.60	8 Madde	2.67	0.00	-2.68
		OFY = 0.60	16 Madde	2.66	0.00	-2.67
		OFY = 0.80	8 Madde	2.66	0.00	-2.67
		OFY = 0.80	16 Madde	2.66	0.00	-2.67
		OFY = 0.40	8 Madde	2.67	0.00	-2.68
		OFY = 0.40	16 Madde	2.67	0.00	-2.67
		OFY = 0.60	8 Madde	2.67	0.00	-2.68
		OFY = 0.60	16 Madde	2.67	0.00	-2.67
		OFY = 0.80	8 Madde	2.67	0.00	-2.68
		OFY = 0.80	16 Madde	2.67	0.00	-2.67
	OB = 500	OFY = 0.40	8 Madde	2.67	0.00	-2.68
		OFY = 0.40	16 Madde	2.67	0.00	-2.67
		OFY = 0.60	8 Madde	2.67	0.00	-2.68
		OFY = 0.60	16 Madde	2.67	0.00	-2.67
		OFY = 0.80	8 Madde	2.67	0.00	-2.68
		OFY = 0.80	16 Madde	2.67	0.00	-2.67
		OFY = 0.40	8 Madde	2.66	0.00	-2.67
		OFY = 0.40	16 Madde	2.66	0.00	-2.67
		OFY = 0.60	8 Madde	2.67	0.00	-2.66
		OFY = 0.60	16 Madde	2.66	0.00	-2.67
		OFY = 0.80	8 Madde	2.67	0.00	-2.67
		OFY = 0.80	16 Madde	2.66	0.00	-2.67
	OB = 1000	OFY = 0.40	8 Madde	2.67	0.00	-2.68
		OFY = 0.40	16 Madde	2.67	0.00	-2.67
		OFY = 0.60	8 Madde	2.67	0.00	-2.68
		OFY = 0.60	16 Madde	2.67	0.00	-2.67
		OFY = 0.80	8 Madde	2.67	0.00	-2.68
		OFY = 0.80	16 Madde	2.67	0.00	-2.68
		OFY = 0.40	8 Madde	2.66	0.00	-2.67
		OFY = 0.40	16 Madde	2.66	0.00	-2.67
		OFY = 0.60	8 Madde	2.67	0.00	-2.66
		OFY = 0.60	16 Madde	2.66	0.00	-2.67
		OFY = 0.80	8 Madde	2.67	0.00	-2.67
		OFY = 0.80	16 Madde	2.67	0.00	-2.67
2 faktörlü modeller (phi = 0.30)	OB = 200	OFY = 0.40	8 Madde	2.67	0.00	-2.68
		OFY = 0.40	16 Madde	2.67	0.00	-2.67
		OFY = 0.60	8 Madde	2.67	0.00	-2.68
		OFY = 0.60	16 Madde	2.66	0.00	-2.67
		OFY = 0.80	8 Madde	2.67	0.00	-2.67
		OFY = 0.80	16 Madde	2.66	0.00	-2.67
		OFY = 0.40	8 Madde	2.67	0.00	-2.68
		OFY = 0.40	16 Madde	2.67	0.00	-2.67
		OFY = 0.60	8 Madde	2.68	0.00	-2.67
		OFY = 0.60	16 Madde	2.67	0.00	-2.68
		OFY = 0.80	8 Madde	2.67	0.00	-2.67
		OFY = 0.80	16 Madde	2.67	0.00	-2.68
	OB = 500	OFY = 0.40	8 Madde	2.67	0.00	-2.67
		OFY = 0.40	16 Madde	2.67	0.00	-2.67
		OFY = 0.60	8 Madde	2.68	0.00	-2.67
		OFY = 0.60	16 Madde	2.67	0.00	-2.68
		OFY = 0.80	8 Madde	2.67	0.00	-2.67
		OFY = 0.80	16 Madde	2.67	0.00	-2.68
		OFY = 0.40	8 Madde	2.67	0.00	-2.67
		OFY = 0.40	16 Madde	2.67	0.00	-2.67
		OFY = 0.60	8 Madde	2.67	0.00	-2.67
		OFY = 0.60	16 Madde	2.67	0.00	-2.67
		OFY = 0.80	8 Madde	2.67	0.00	-2.67
		OFY = 0.80	16 Madde	2.67	0.00	-2.67
	OB = 1000	OFY = 0.40	8 Madde	2.67	0.00	-2.67
		OFY = 0.40	16 Madde	2.67	0.00	-2.67
		OFY = 0.60	8 Madde	2.67	0.00	-2.67
		OFY = 0.60	16 Madde	2.67	0.00	-2.67
		OFY = 0.80	8 Madde	2.67	0.00	-2.67
		OFY = 0.80	16 Madde	2.67	0.00	-2.67

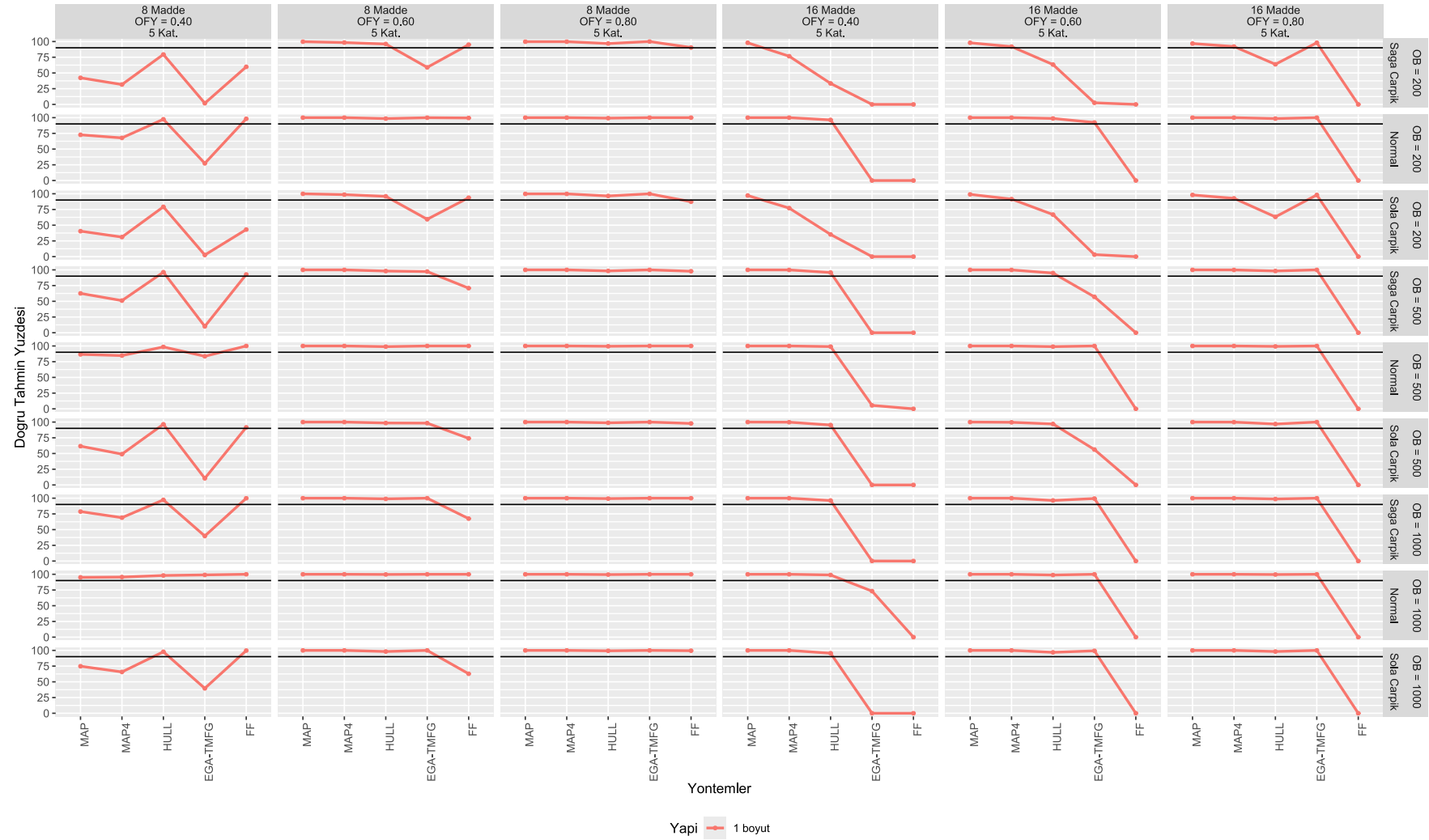
Ölçme Modeli	Örneklem Büyüklüğü	Ortalama Faktör Yüğü	Test Uzunluğu	Çarpıklık		
				Sağ	Normal	Sol
		OFY = 0.80	8 Madde	2.67	0.00	-2.68
		OFY = 0.80	16 Madde	2.67	0.00	-2.67
<i>Madde puanlarının kategori sayısı = 5</i>						
Tek faktörlü modeller	OB = 200	OFY = 0.40	8 Madde	2.54	0.00	-2.68
		OFY = 0.40	16 Madde	2.54	0.00	-2.68
		OFY = 0.60	8 Madde	2.54	0.00	-2.68
		OFY = 0.60	16 Madde	2.54	0.00	-2.68
		OFY = 0.80	8 Madde	2.54	0.00	-2.68
		OFY = 0.80	16 Madde	2.54	0.00	-2.68
	OB = 500	OFY = 0.40	8 Madde	2.54	0.00	-2.69
		OFY = 0.40	16 Madde	2.54	0.00	-2.69
		OFY = 0.60	8 Madde	2.54	0.00	-2.70
		OFY = 0.60	16 Madde	2.54	0.00	-2.69
		OFY = 0.80	8 Madde	2.54	0.00	-2.70
		OFY = 0.80	16 Madde	2.54	0.00	-2.69
2 faktörlü modeller (phi = 0.00)	OB = 1000	OFY = 0.40	8 Madde	2.54	0.00	-2.69
		OFY = 0.40	16 Madde	2.54	0.00	-2.69
		OFY = 0.60	8 Madde	2.54	0.00	-2.69
		OFY = 0.60	16 Madde	2.54	0.00	-2.69
		OFY = 0.80	8 Madde	2.54	0.00	-2.69
		OFY = 0.80	16 Madde	2.54	0.00	-2.69
	OB = 200	OFY = 0.40	8 Madde	2.54	0.00	-2.68
		OFY = 0.40	16 Madde	2.54	0.00	-2.68
		OFY = 0.60	8 Madde	2.54	0.00	-2.68
		OFY = 0.60	16 Madde	2.54	0.00	-2.68
		OFY = 0.80	8 Madde	2.54	0.00	-2.68
		OFY = 0.80	16 Madde	2.54	0.00	-2.68
2 faktörlü modeller (phi = 0.30)	OB = 500	OFY = 0.40	8 Madde	2.54	0.00	-2.69
		OFY = 0.40	16 Madde	2.54	0.00	-2.69
		OFY = 0.60	8 Madde	2.54	0.00	-2.69
		OFY = 0.60	16 Madde	2.54	0.00	-2.69
		OFY = 0.80	8 Madde	2.54	0.00	-2.69
		OFY = 0.80	16 Madde	2.54	0.00	-2.69
	OB = 1000	OFY = 0.40	8 Madde	2.54	0.00	-2.68
		OFY = 0.40	16 Madde	2.54	0.00	-2.68
		OFY = 0.60	8 Madde	2.54	0.00	-2.68
		OFY = 0.60	16 Madde	2.54	0.00	-2.68
		OFY = 0.80	8 Madde	2.54	0.00	-2.68
		OFY = 0.80	16 Madde	2.54	0.00	-2.68
2 faktörlü modeller (phi = 0.30)	OB = 200	OFY = 0.40	8 Madde	2.54	0.00	-2.69
		OFY = 0.40	16 Madde	2.54	0.00	-2.69
		OFY = 0.60	8 Madde	2.55	0.00	-2.69
		OFY = 0.60	16 Madde	2.54	0.00	-2.69
		OFY = 0.80	8 Madde	2.54	0.00	-2.69
		OFY = 0.80	16 Madde	2.54	0.00	-2.69
	OB = 500	OFY = 0.40	8 Madde	2.54	0.00	-2.69
		OFY = 0.40	16 Madde	2.54	0.00	-2.69
		OFY = 0.60	8 Madde	2.54	0.00	-2.69
		OFY = 0.60	16 Madde	2.54	0.00	-2.69
		OFY = 0.80	8 Madde	2.54	0.00	-2.69
		OFY = 0.80	16 Madde	2.54	0.00	-2.69
OB = 1000	OFY = 0.40	8 Madde	2.54	0.00	-2.69	
	OFY = 0.40	16 Madde	2.54	0.00	-2.69	
	OFY = 0.60	8 Madde	2.54	0.00	-2.69	
	OFY = 0.60	16 Madde	2.54	0.00	-2.69	
	OFY = 0.80	8 Madde	2.54	0.00	-2.69	
	OFY = 0.80	16 Madde	2.54	0.00	-2.69	

Ölçme Modeli	Örneklem Büyüklüğü	Ortalama	Test Uzunluğu	Çarpıklık		
		Faktör Yüğü		Sağ	Normal	Sol
		OFY = 0.80	16 Madde	2.54	0.00	-2.69
<i>Madde puanlarının kategori sayısı = 7</i>						
Tek faktörlü modeller	OB = 200	OFY = 0.40	8 Madde	2.48	0.00	-2.48
		OFY = 0.40	16 Madde	2.48	0.00	-2.48
		OFY = 0.60	8 Madde	2.49	0.00	-2.47
		OFY = 0.60	16 Madde	2.48	0.00	-2.47
		OFY = 0.80	8 Madde	2.48	0.00	-2.47
		OFY = 0.80	16 Madde	2.48	0.00	-2.47
	OB = 500	OFY = 0.40	8 Madde	2.53	0.00	-2.54
		OFY = 0.40	16 Madde	2.53	0.00	-2.54
		OFY = 0.60	8 Madde	2.54	0.00	-2.54
		OFY = 0.60	16 Madde	2.53	0.00	-2.54
		OFY = 0.80	8 Madde	2.54	0.00	-2.54
		OFY = 0.80	16 Madde	2.54	0.00	-2.54
	OB = 1000	OFY = 0.40	8 Madde	2.55	0.00	-2.55
		OFY = 0.40	16 Madde	2.55	0.00	-2.56
		OFY = 0.60	8 Madde	2.55	0.00	-2.55
		OFY = 0.60	16 Madde	2.55	0.00	-2.55
		OFY = 0.80	8 Madde	2.55	0.00	-2.56
		OFY = 0.80	16 Madde	2.55	0.00	-2.55
2 faktörlü modeller (phi = 0.00)	OB = 200	OFY = 0.40	8 Madde	2.48	0.00	-2.47
		OFY = 0.40	16 Madde	2.48	0.00	-2.48
		OFY = 0.60	8 Madde	2.48	0.00	-2.48
		OFY = 0.60	16 Madde	2.48	0.00	-2.48
		OFY = 0.80	8 Madde	2.48	0.00	-2.48
		OFY = 0.80	16 Madde	2.48	0.00	-2.47
	OB = 500	OFY = 0.40	8 Madde	2.54	0.00	-2.54
		OFY = 0.40	16 Madde	2.53	0.00	-2.54
		OFY = 0.60	8 Madde	2.54	0.00	-2.54
		OFY = 0.60	16 Madde	2.54	0.00	-2.54
		OFY = 0.80	8 Madde	2.54	0.00	-2.54
		OFY = 0.80	16 Madde	2.54	0.00	-2.54
	OB = 1000	OFY = 0.40	8 Madde	2.55	0.00	-2.55
		OFY = 0.40	16 Madde	2.55	0.00	-2.55
		OFY = 0.60	8 Madde	2.55	0.00	-2.55
		OFY = 0.60	16 Madde	2.55	0.00	-2.55
		OFY = 0.80	8 Madde	2.55	0.00	-2.55
		OFY = 0.80	16 Madde	2.55	0.00	-2.55
2 faktörlü modeller (phi = 0.30)	OB = 200	OFY = 0.40	8 Madde	2.48	0.00	-2.48
		OFY = 0.40	16 Madde	2.48	0.00	-2.48
		OFY = 0.60	8 Madde	2.48	0.00	-2.48
		OFY = 0.60	16 Madde	2.48	0.00	-2.48
		OFY = 0.80	8 Madde	2.48	0.00	-2.47
		OFY = 0.80	16 Madde	2.48	0.00	-2.48
	OB = 500	OFY = 0.40	8 Madde	2.53	0.00	-2.54
		OFY = 0.40	16 Madde	2.53	0.00	-2.54
		OFY = 0.60	8 Madde	2.54	0.00	-2.54
		OFY = 0.60	16 Madde	2.54	0.00	-2.54
		OFY = 0.80	8 Madde	2.53	0.00	-2.54
		OFY = 0.80	16 Madde	2.54	0.00	-2.54
	OB = 1000	OFY = 0.40	8 Madde	2.55	0.00	-2.55
		OFY = 0.40	16 Madde	2.55	0.00	-2.56
		OFY = 0.60	8 Madde	2.55	0.00	-2.55
		OFY = 0.60	16 Madde	2.55	0.00	-2.56
		OFY = 0.80	8 Madde	2.55	0.00	-2.56
		OFY = 0.80	16 Madde	2.55	0.00	-2.55

## EK-B: Madde Puanlarının Üç Kategorili Olduğu Tek Faktörlü Yapılarda DTY Değerleri

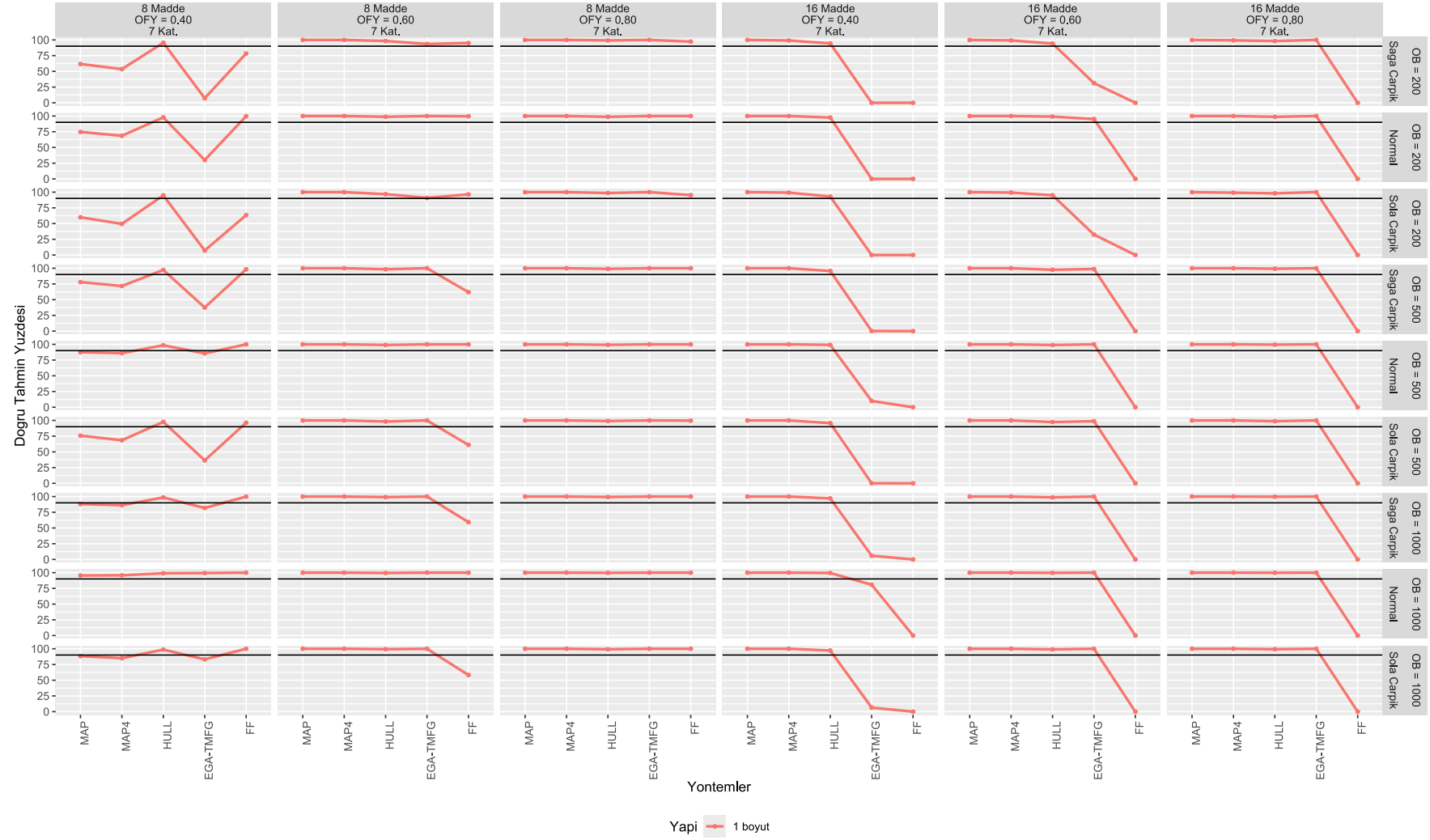


## EK-C: Madde Puanlarının Beş Kategorili Olduğu Tek Faktörlü Yapılarda DTY Değerleri

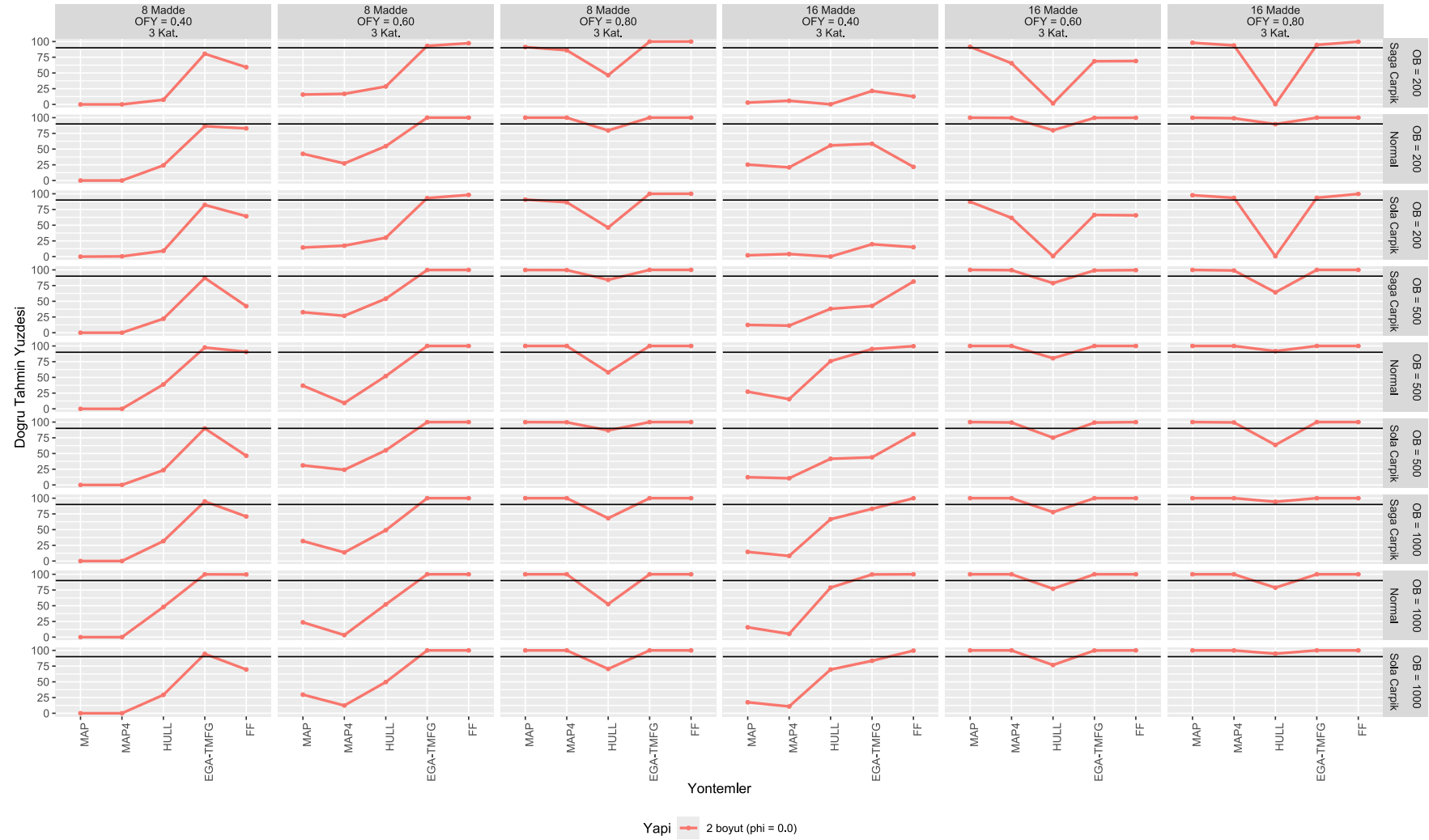




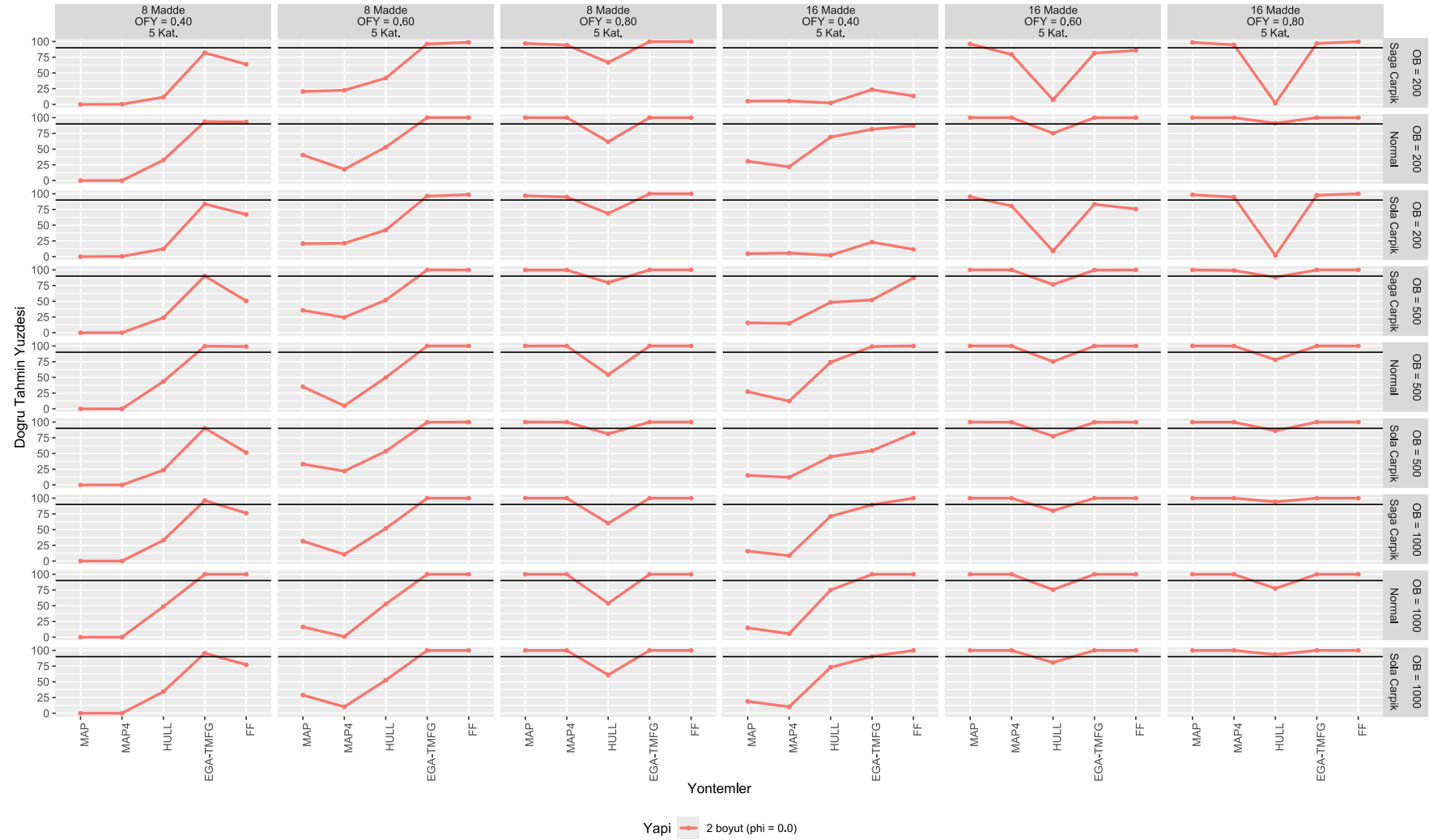
## EK-Ç: Madde Puanlarının Yedi Kategorili Olduğu Tek Faktörlü Yapılarda DTY Değerleri



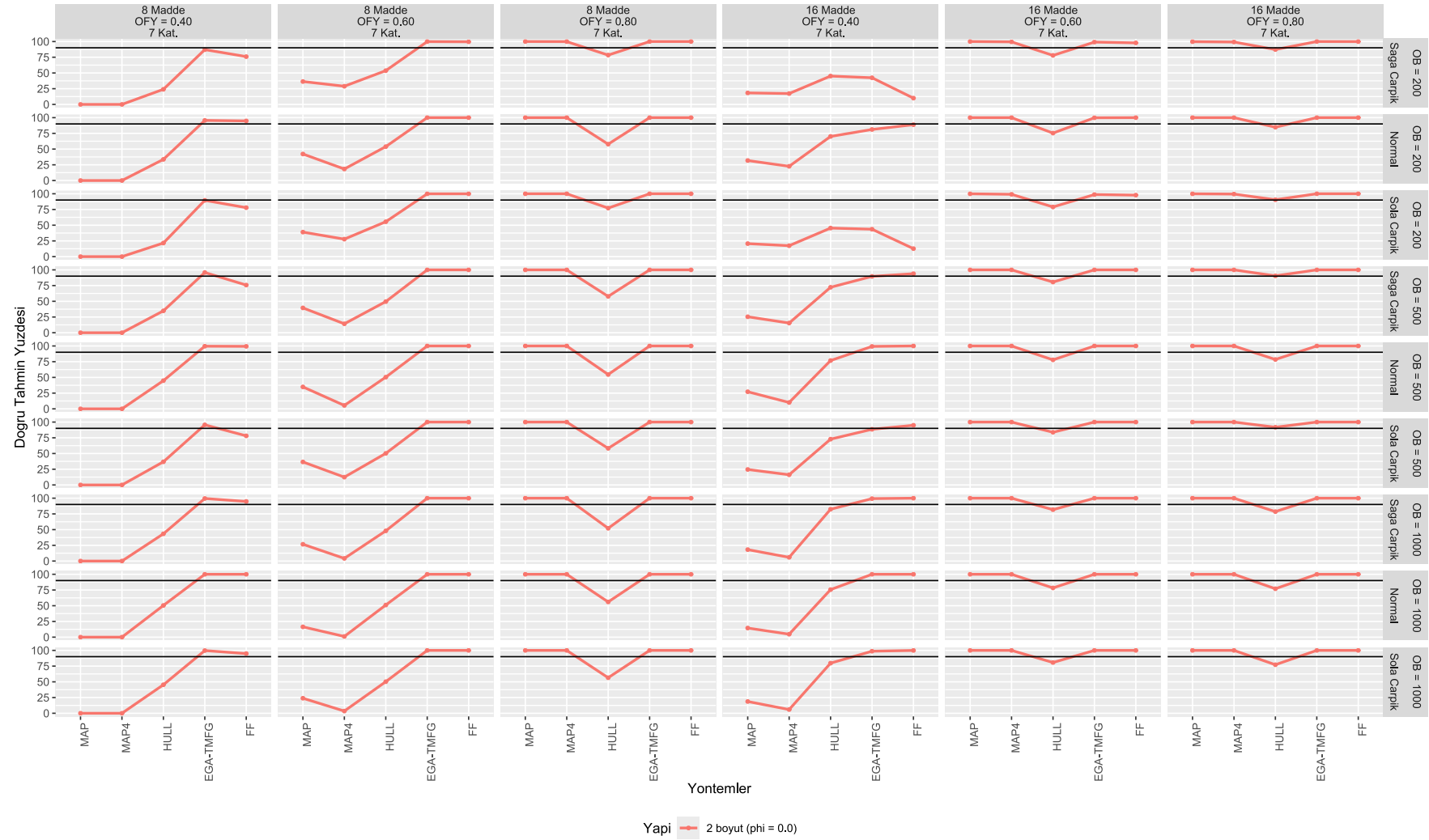
## EK-D: Madde Puanlarının Üç Kategorili Olduğu İlişkisiz İki Faktörlü Yapılarda DTY Değerleri



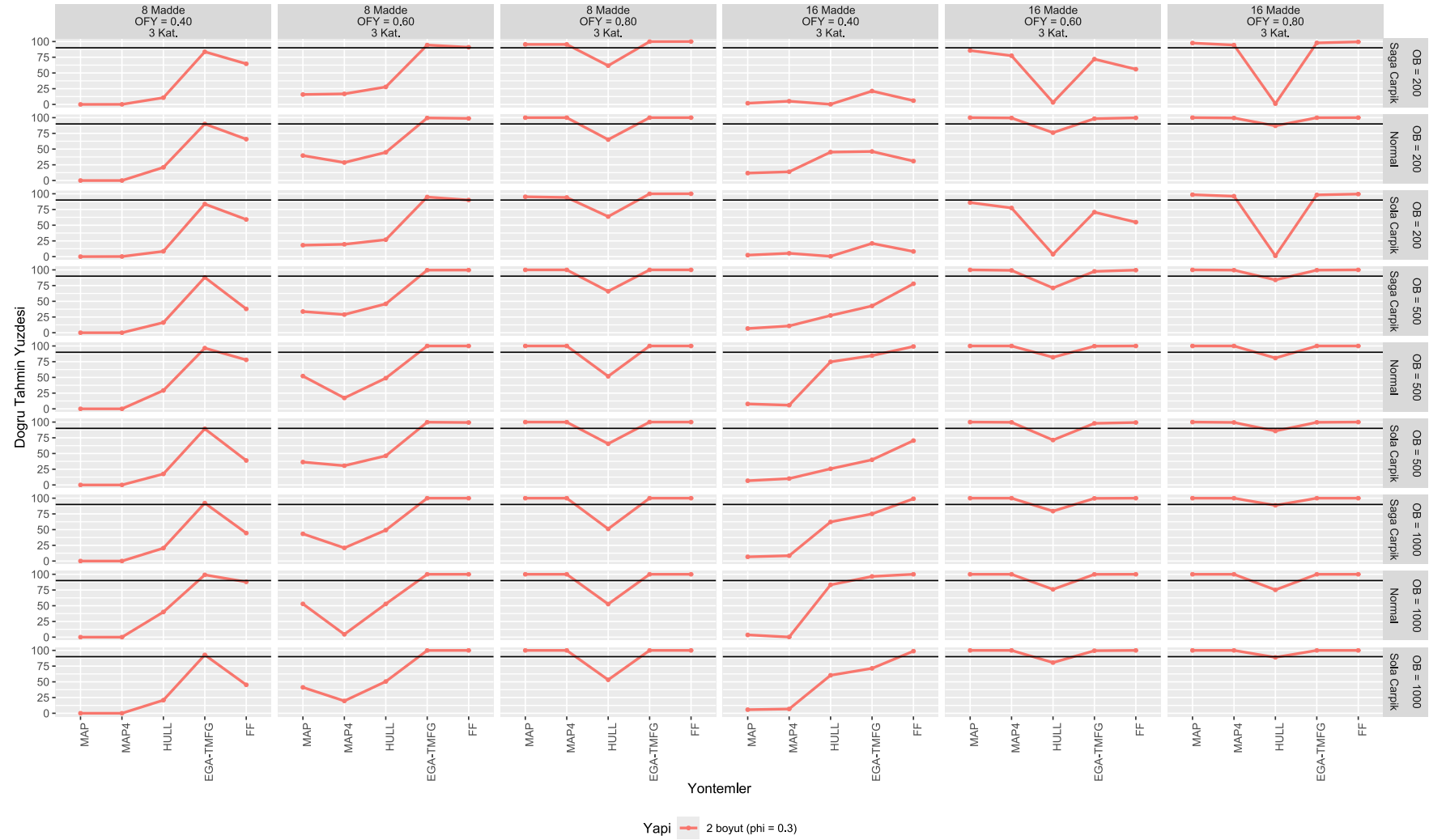
## EK-E: Madde Puanlarının Beş Kategorili Olduğu İlişkisiz İki Faktörlü Yapılarda DTY Değerleri



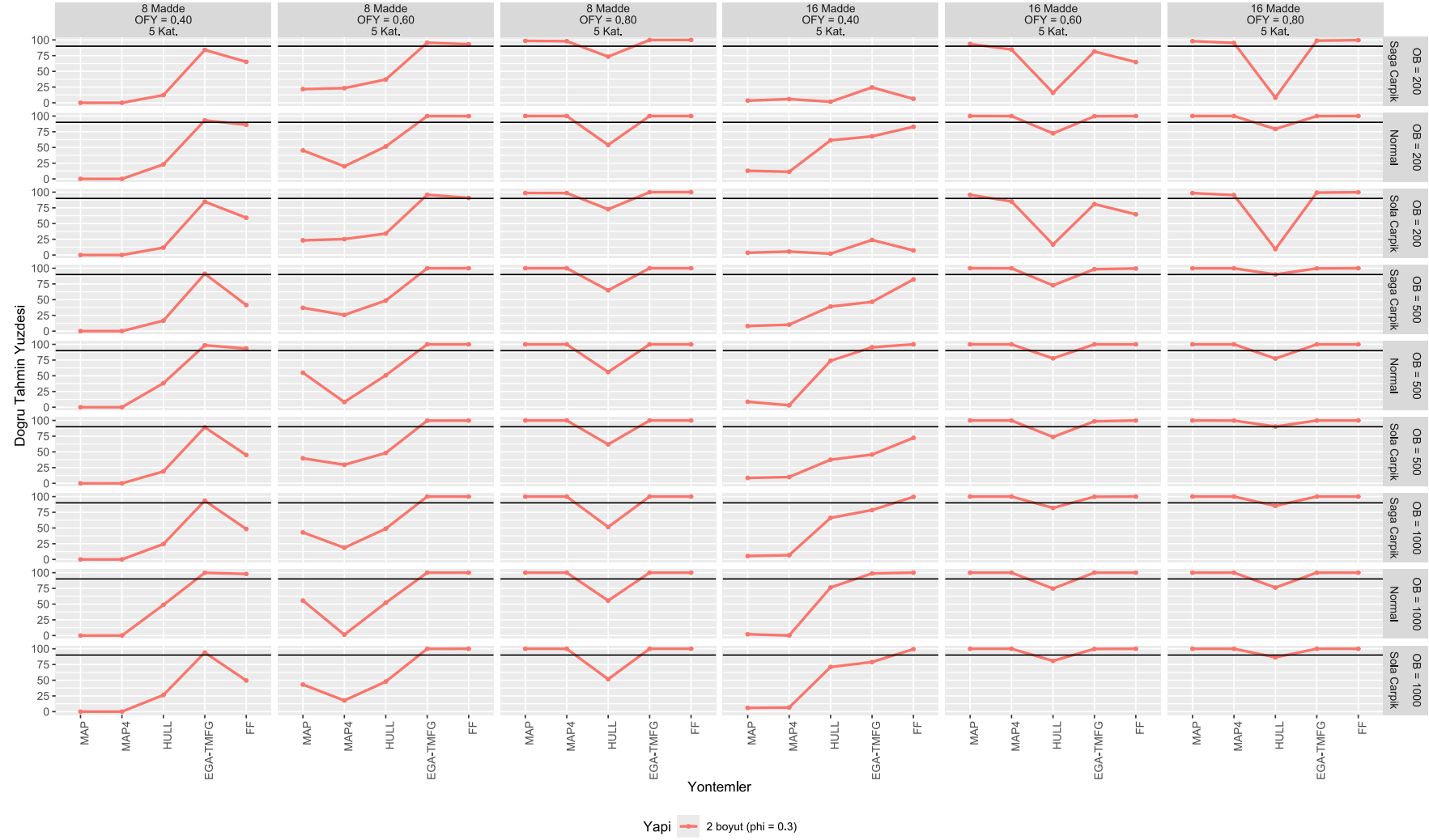
## EK-F: Madde Puanlarının Yedi Kategorili Olduğu İlişkisiz İki Faktörlü Yapılarda DTY Değerleri



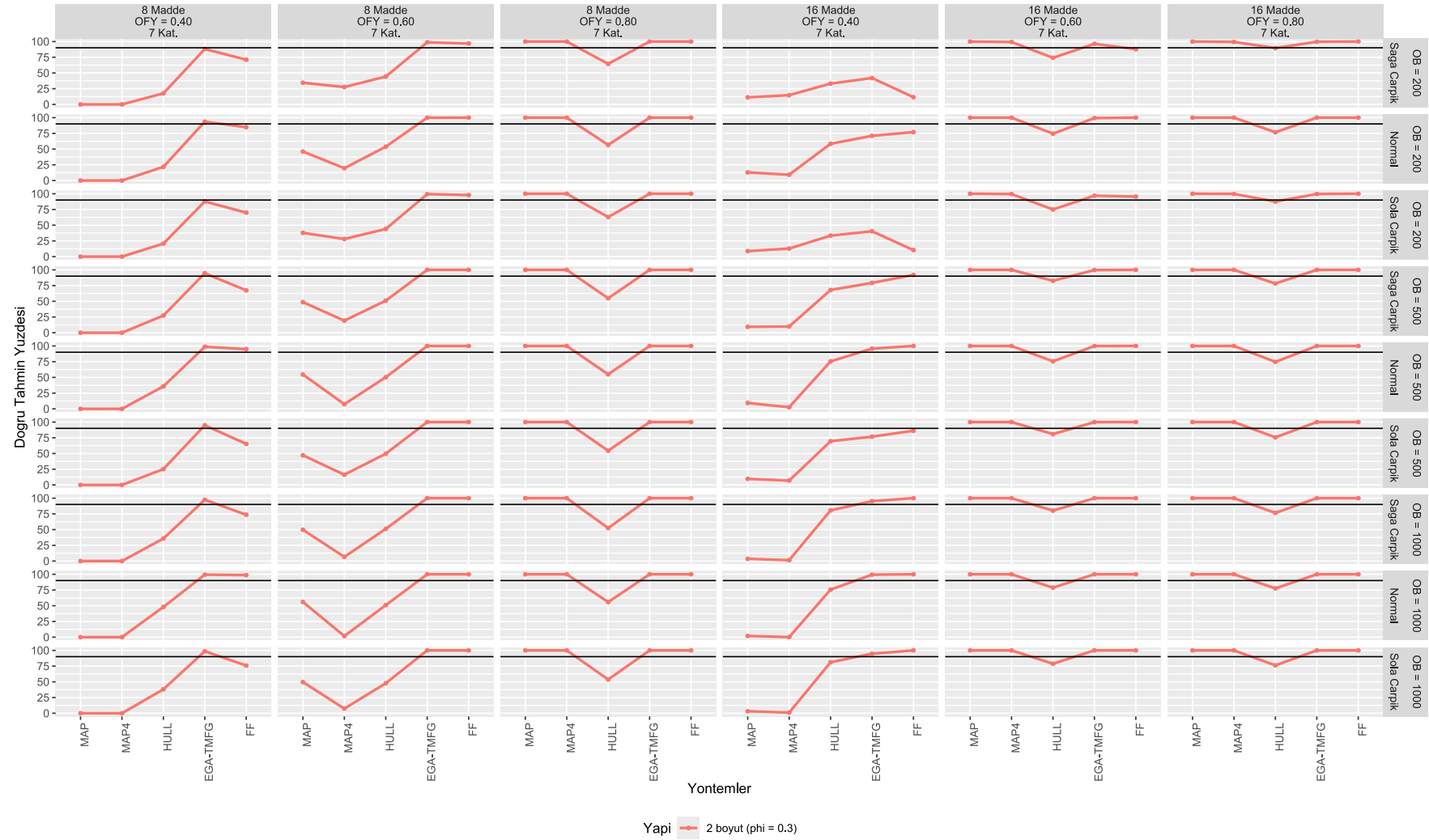
## EK-G: Madde Puanlarının Üç Kategorili Olduğu İlişkili İki Faktörlü Yapılarda DTY Değerleri



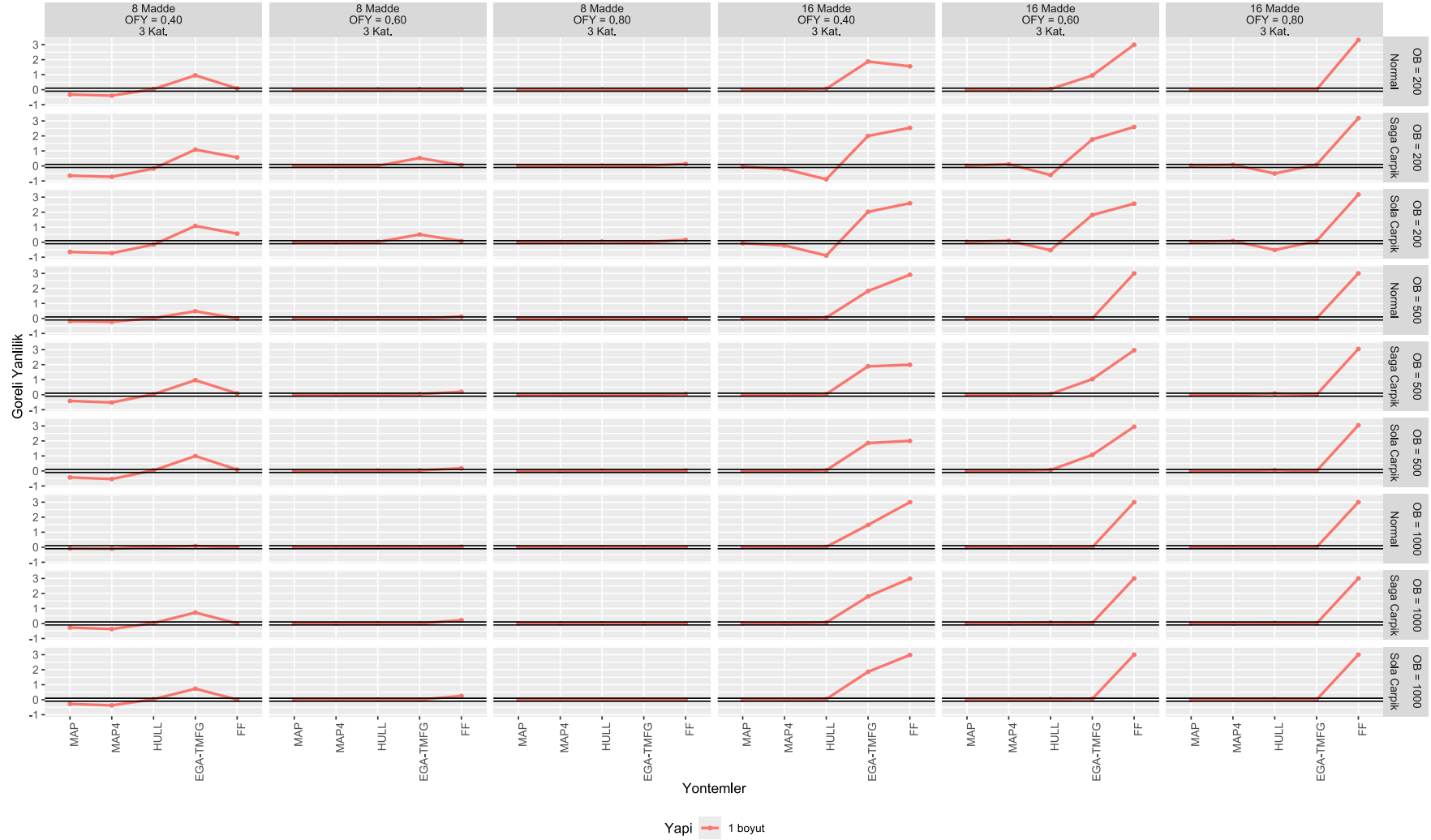
## EK-Ğ: Madde Puanlarının Beş Kategorili Olduğu İlişkili İki Faktörlü Yapılarda DTY Değerleri



## EK-H: Madde Puanlarının Yedi Kategorili Olduğu İlişkili İki Faktörlü Yapılarda DTY Değerleri

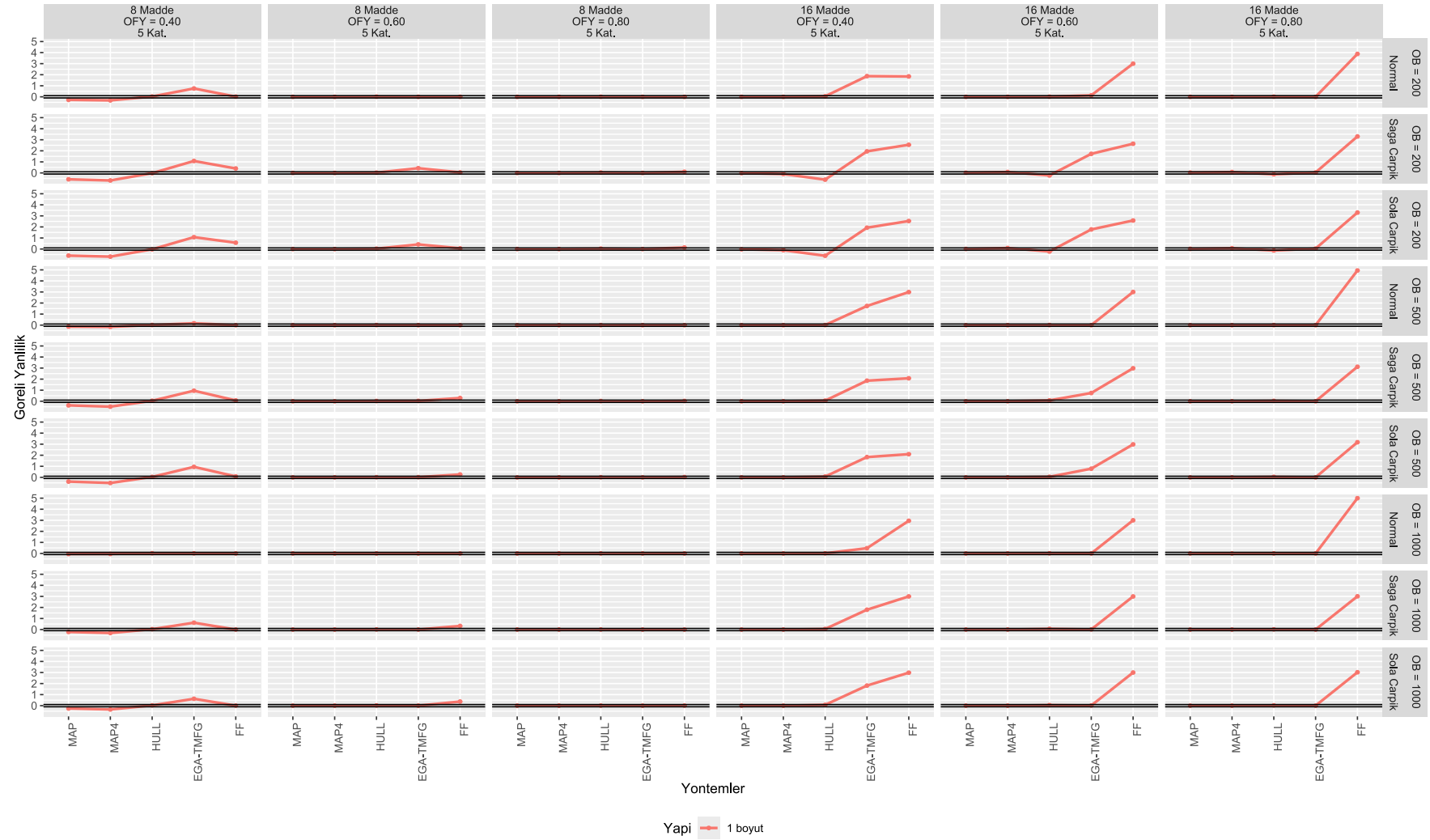


## EK-I: Madde Puanlarının Üç Kategorili Olduğu Tek Faktörlü Yapılarda GY Değerleri

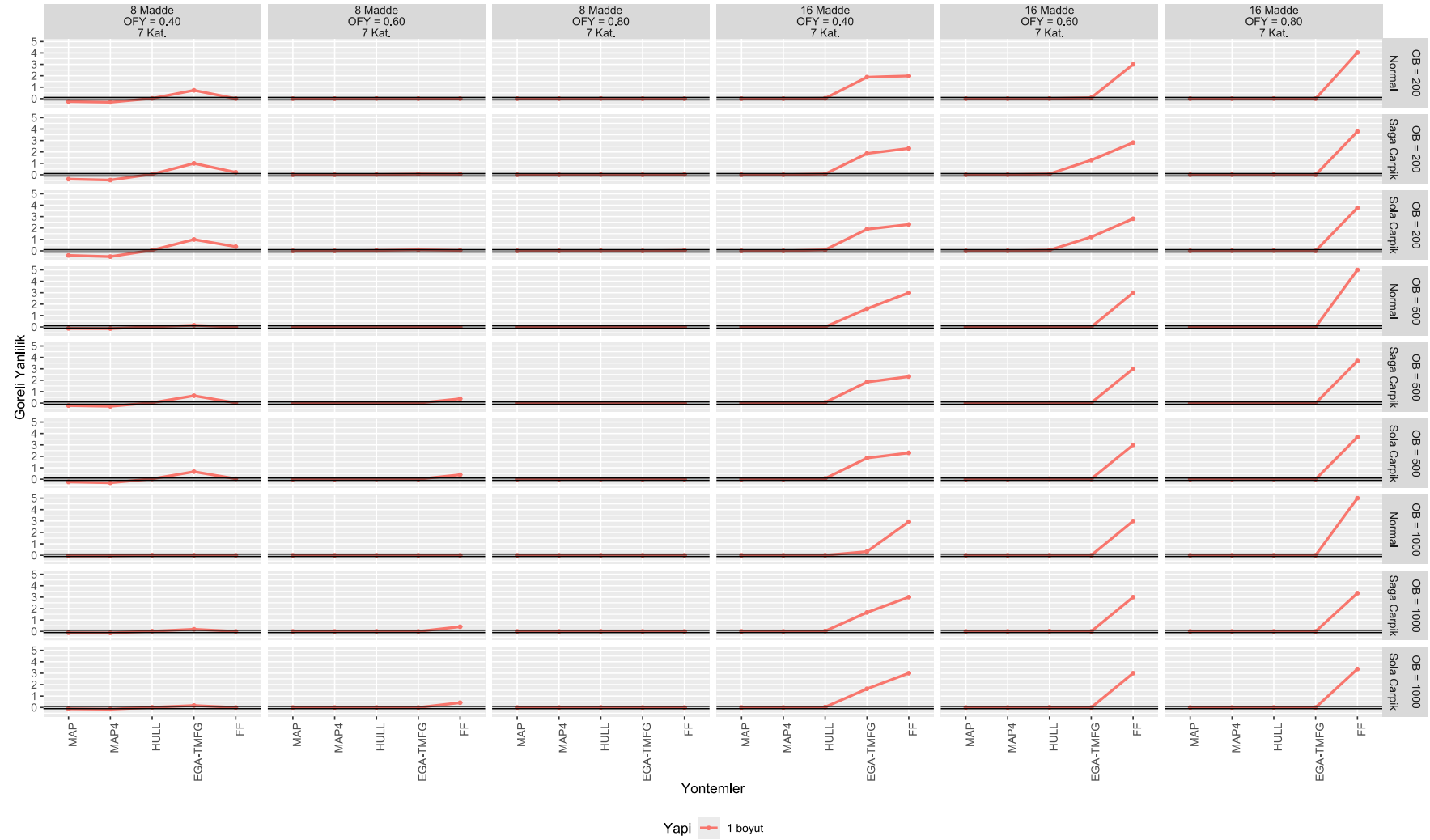




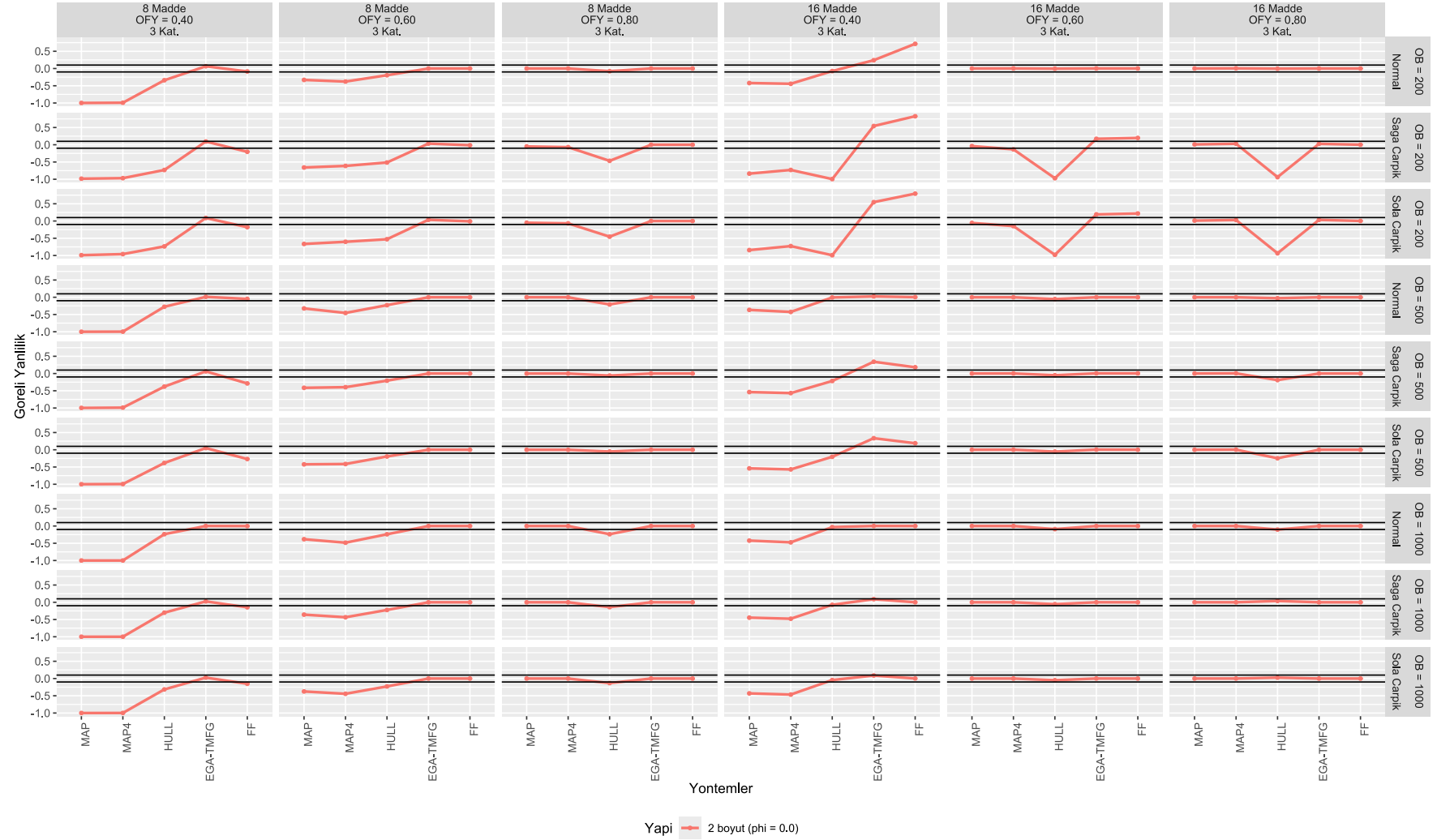
## EK-İ: Madde Puanlarının Beş Kategorili Olduğu Tek Faktörlü Yapılarda GY Değerleri



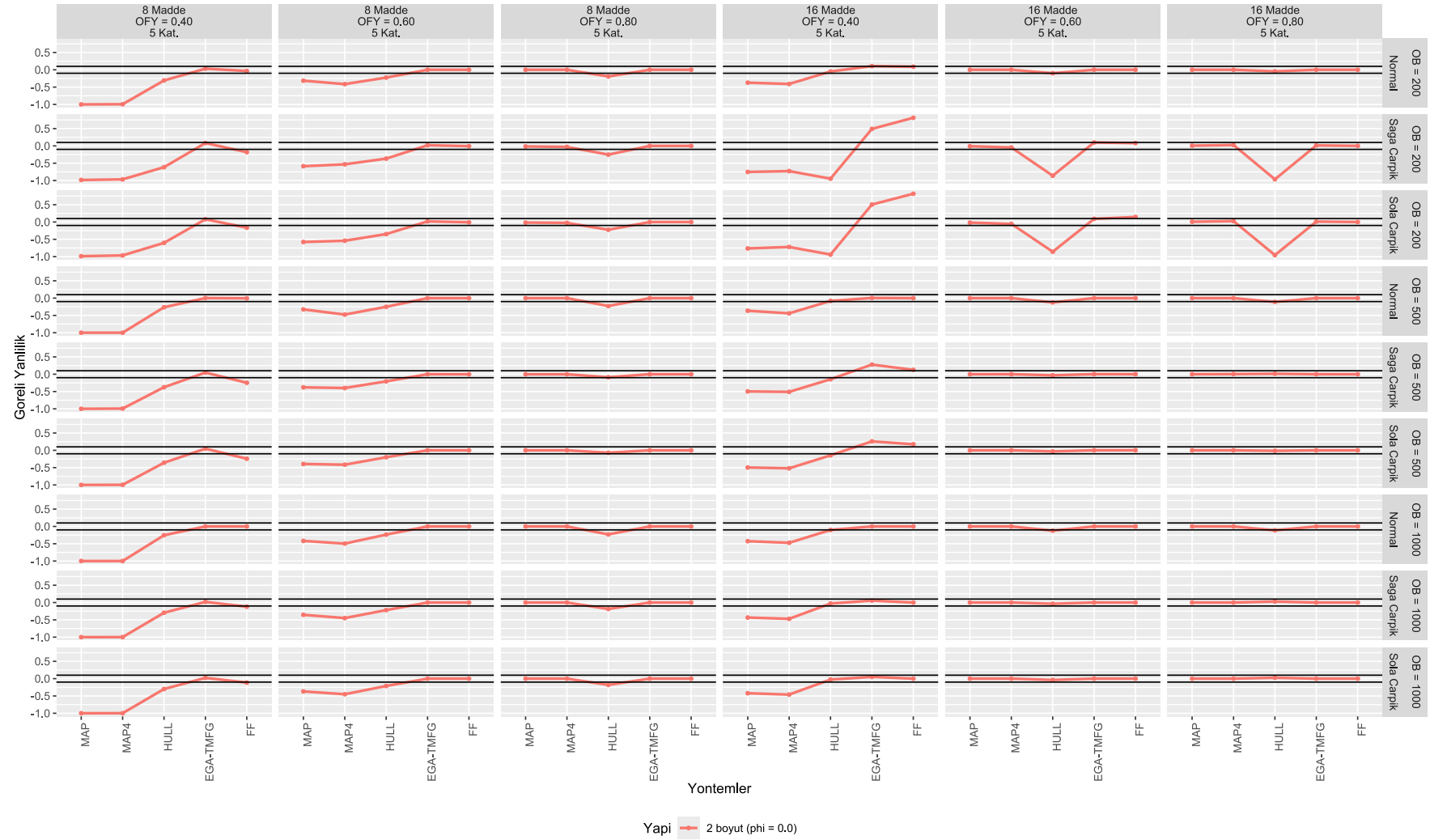
## EK-J: Madde Puanlarının Yedi Kategorili Olduğu Tek Faktörlü Yapılarda GY Değerleri



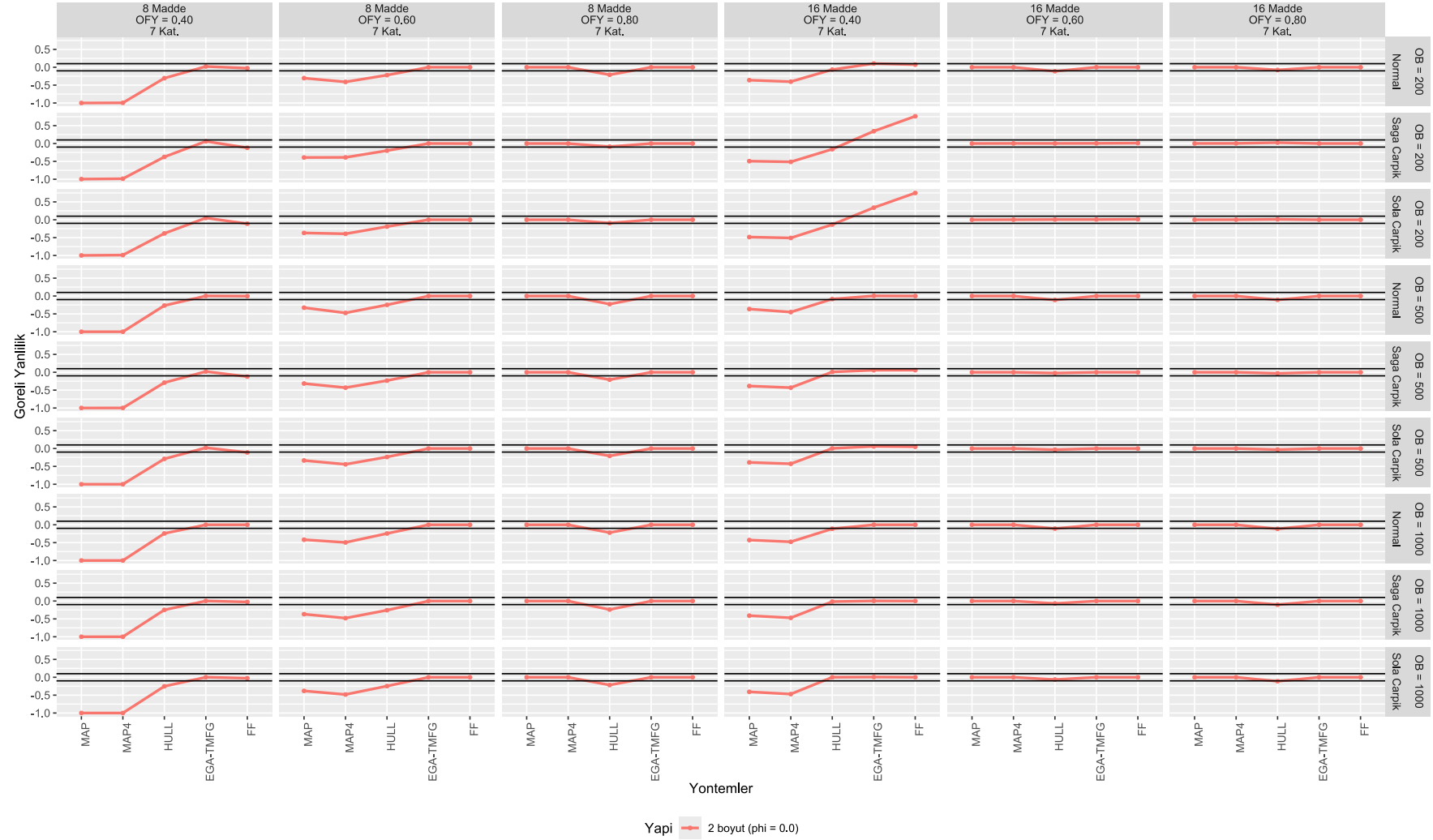
## EK-K: Madde Puanlarının Üç Kategorili Olduğu İlişkisiz İki Faktörlü Yapılarda GY Değerleri



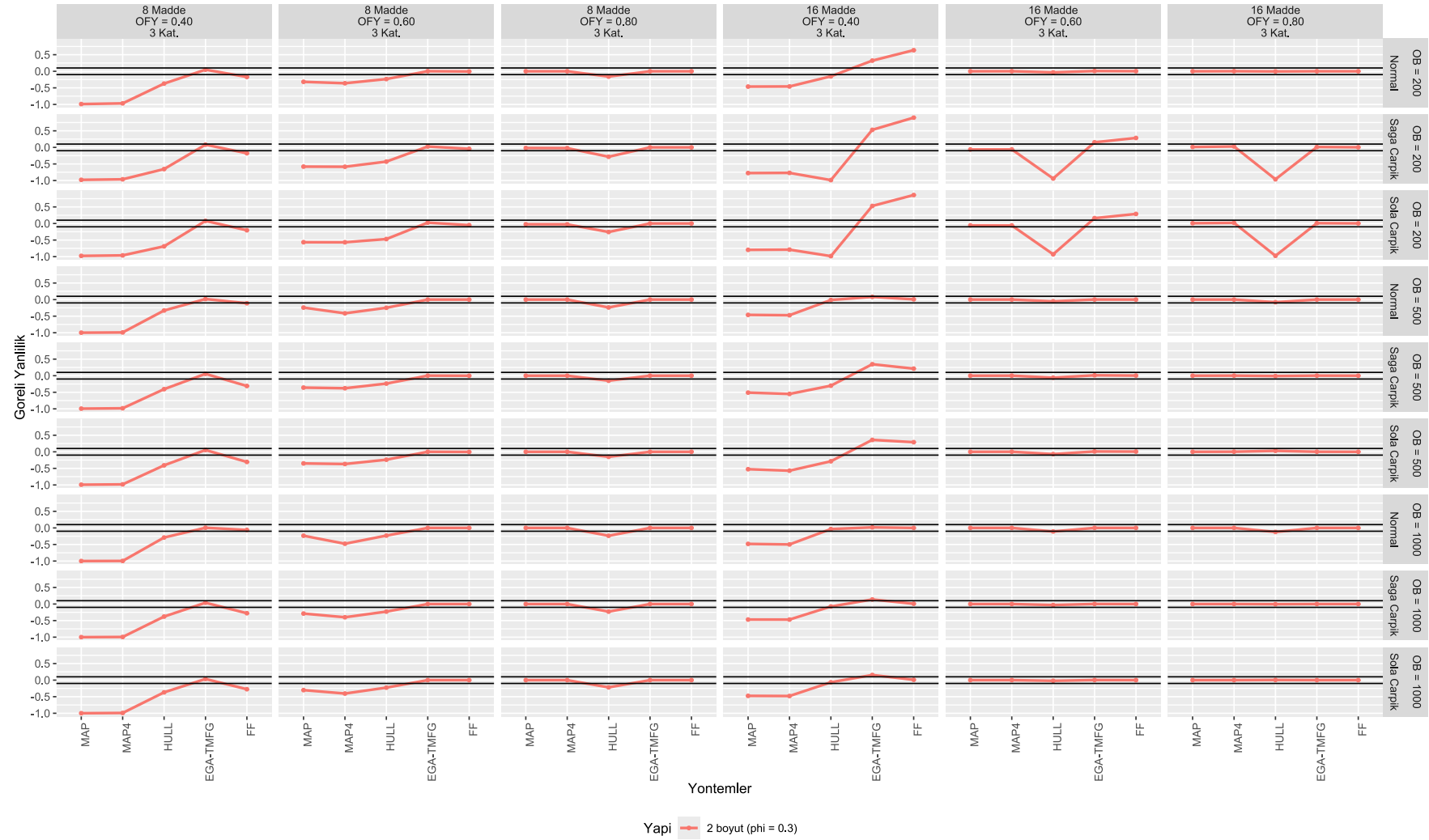
## EK-L: Madde Puanlarının Beş Kategorili Olduğu İlişkisiz İki Faktörlü Yapılarda GY Değerleri



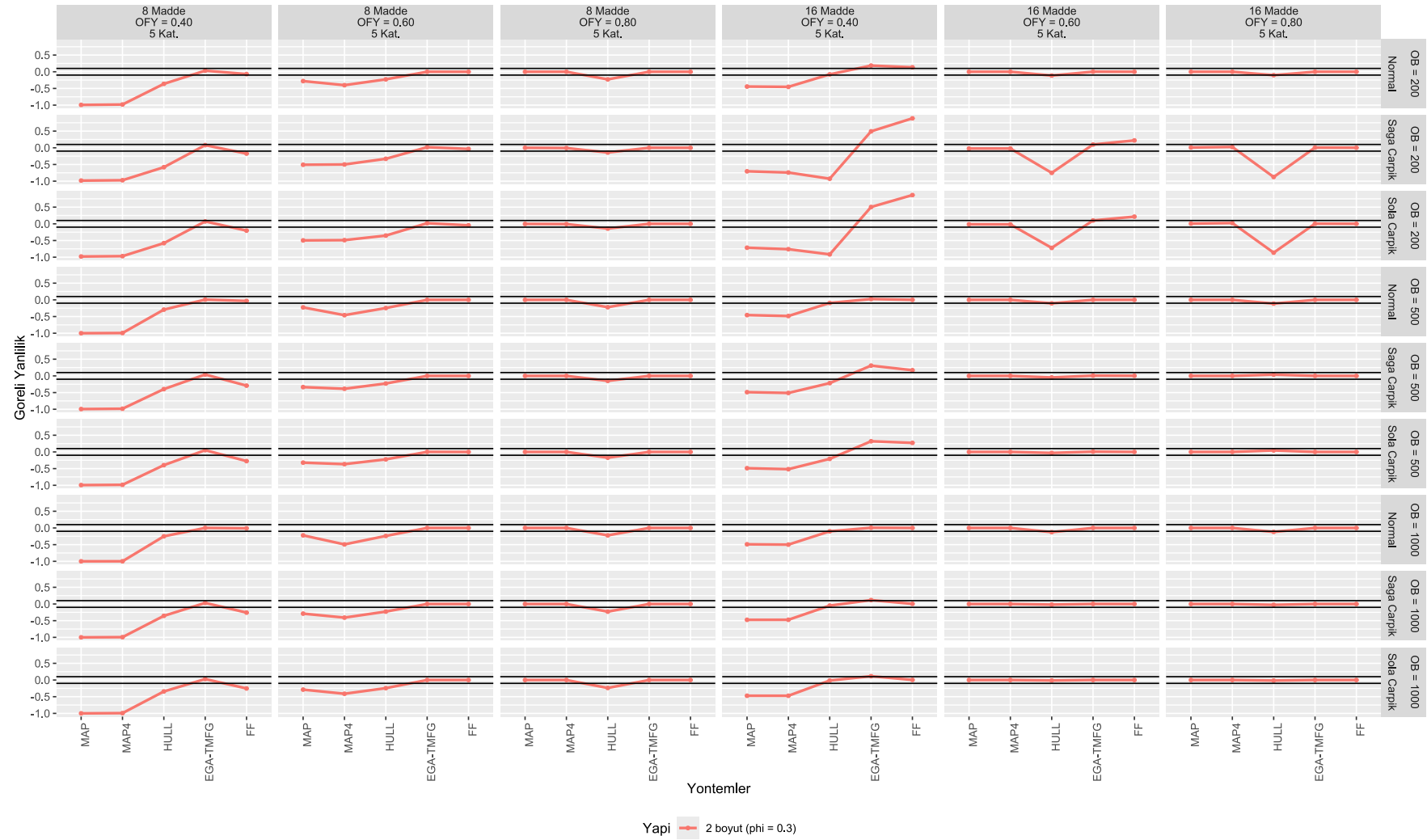
## EK-M: Madde Puanlarının Yedi Kategorili Olduğu İlişkisiz İki Faktörlü Yapılarda GY Değerleri



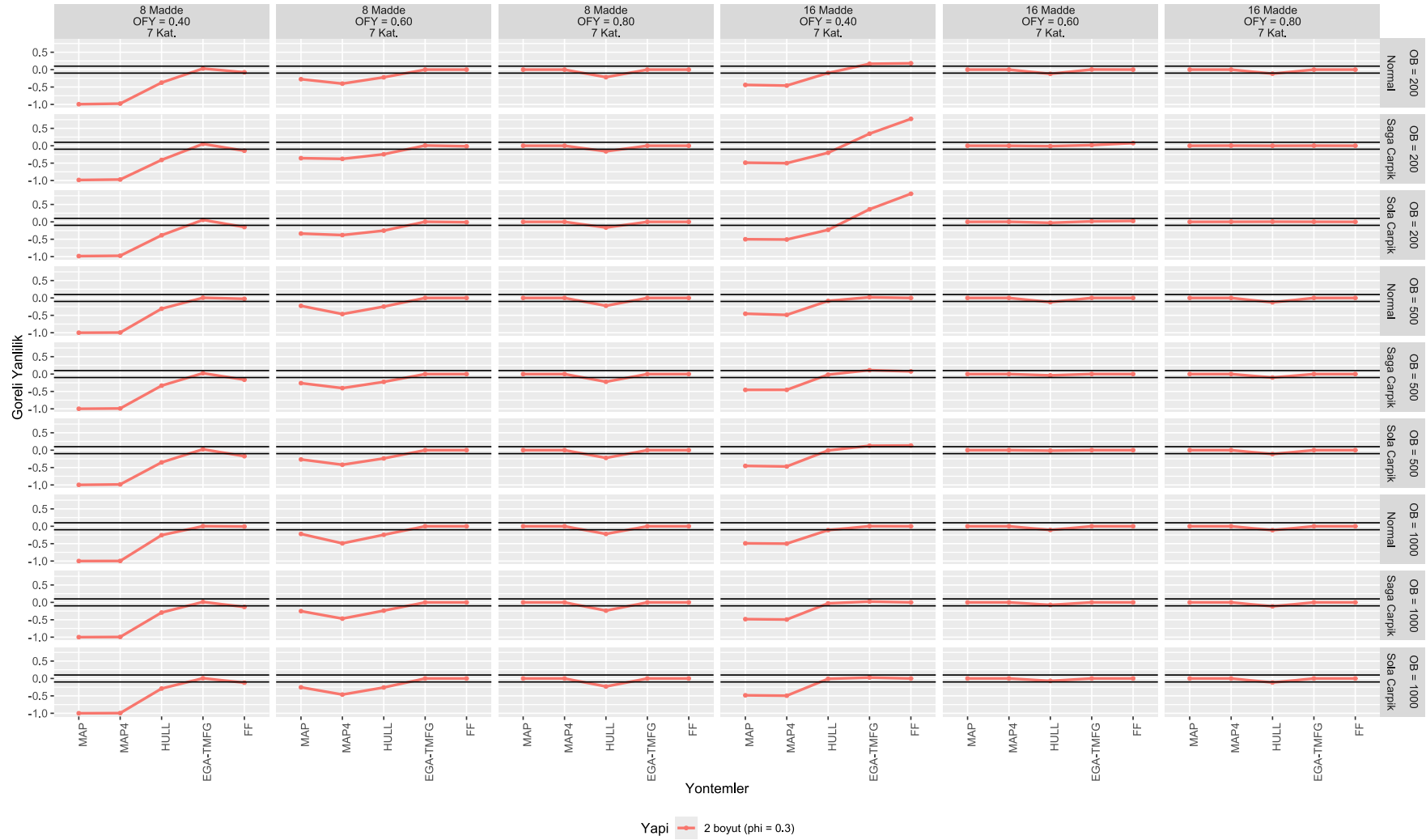
## EK-N: Madde Puanlarının Üç Kategorili Olduğu İlişkili İki Faktörlü Yapılarda GY Değerleri



## EK-O: Madde Puanlarının Beş Kategorili Olduğu İlişkili İki Faktörlü Yapılarda GY Değerleri




## EK-Ö: Madde Puanlarının Yedi Kategorili Olduğu İlişkili İki Faktörlü Yapılarda GY Değerleri





## EK-P: Araştırma Etik Komisyon İzin Muafiyeti Formu/ Araştırma Etik Komisyonu Onay Bildirimi

	<b>Hacettepe Üniversitesi</b> <b>Eğitim Bilimleri Enstitüsü</b> <b>Tez Çalışması/Araştırma Etik Komisyon İzin Muafiyeti Formu</b>	<b>F46</b>
09 / 05 / 2024		
Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı Başkanlığına		
<b>Tez/Araştırma Başlığı</b>	Açımlayıcı Faktör Analizinde Faktör Sayısı Belirleme Yöntemlerinin Çeşitli Koşullar Altında Karşılaştırılması	
Yukarıda başlığı/konusu verilen tez/araştırma çalışmam, 1. İnsan ve hayvan üzerinde deney niteliği taşımamaktadır. 2. Biyolojik materyal (kan, idrar vb. biyolojik sıvılar ve numuneler) kullanılmasını gerektirmemektedir. 3. Beden bütünlüğüne veya ruhi sağlığına müdahale içermemektedir. 4. Anket, ölçek (test), mülakat, odak grup çalışması, gözlem, deney, görüşme gibi teknikler kullanılarak katılımcılardan veri toplamasını gerektiren nitel ya da nicel yaklaşımlarla yürütölen araştırmalar niteliğinde değildir. 5. Diğer kişi ve kurumlardan temin edilen veri kullanımını (kitap, belge vs.) gerektirmektedir. Ancak bu kullanım, diğer kişi ve kurumların izin verdiği ölçüde Kişisel Bilgilerin Korunması Kanuna riayet edilerek gerçekleştirilecektir.		
Çalışmada kullanacağım veriler: <input type="checkbox"/> Kamusal erişime açık (buraya yazınız): ..... <input type="checkbox"/> Özel izin ve onaya tabi (buraya yazınız): ..... <input checked="" type="checkbox"/> Üretilmiş veri (buraya yazınız): Tez kapsamında simülatif veriler üretilecek, üretilecek veriler üzerinden çalışma gerçekleştirilecektir. <input type="checkbox"/> Diğer (buraya yazınız): .....		
Yükseköğretim Kurumları Etik Kurulları ve Komisyonlarının Yönergelerini inceledim ve bunlara göre çalışmamın yürütölebilmesi için herhangi bir Etik Komisyondan/Kuruldan izin alınmasına gerek olmadığını; aksi durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.		
Gereğini saygılarımla arz ederim.		
<b>Tugay KAÇAK</b> <small>(Araştırmacı Adı Soyadı, İmzası)</small>		
<b>Araştırmacı Bilgileri</b>		
<b>Adı Soyadı</b>	Tugay KAÇAK	
<b>Öğrenci İse No</b>	N22135794	
<b>Ana Bilim Dalı</b>	Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı	
<b>Programı</b>	Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Tezli Yüksek Lisans Programı	
<b>Çalışma Türü</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Tez <input type="checkbox"/> Tezden Üretilen Yayın <input type="checkbox"/> Araştırma Makalesi	
<b>Statüsü</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Yüksek Lisans <input type="checkbox"/> Doktora <input type="checkbox"/> Bütönlöşük Dr. <input type="checkbox"/> Diğer	
<b>Danişman Görüşü ve Onayı*</b>		
<b>Prof.Dr. Duygu ANIL</b> <small>(İmza)</small> <small>(Danişmanın İmzası, Adı ve Soyadı)</small>		
*Tez ve tezden üretilen yayın ve araştırma makalelerinde gerekli		
<small>Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Beytepe Yerleşkesi, 06800, Çankaya / ANKARA          Telefon: 0(312) 297 85 72 Belgegeçer: 0(312) 297 85 66 e-Ağ: <a href="http://e.be.hacettepe.edu.tr/">http://e.be.hacettepe.edu.tr/</a> e-Posta: <a href="mailto:ebe@hacettepe.edu.tr">ebe@hacettepe.edu.tr</a></small>		

**EK-R: Etik Beyanı**

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- \* tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- \* görsel, işitsel ve yazılı bütün bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- \* başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- \* atıfta bulunduğum eserlerin bütününe kaynak olarak gösterdiğimi,
- \* kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- \* bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

...../...../.....

Tugay KAÇAK

**EK-S: Yüksek Lisans/Doktora Tez Çalışması Orijinallik Raporu**

10/07/2024

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
Eğitim Bilimleri Enstitüsü  
Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı Başkanlığına,

Tez Başlığı : Açıklayıcı Faktör Analizinde Faktör Sayısı Belirleme Yöntemlerinin Çeşitli Koşullar Altında Karşılaştırılması

Yukarıda başlığı verilen tez çalışmamın tamamı (kapak sayfası, özetler, ana bölümler, kaynakça) aşağıdaki filtreler kullanılarak **Turnitin** adlı intihal programı aracılığı ile kontrol edilmiştir. Kontrol sonucunda aşağıdaki veriler elde edilmiştir:

Rapor Tarihi	Sayfa Sayısı	Karakter Sayısı	Savunma Tarihi	Benzerlik Oranı	Gönderim Numarası
13/07/2024	182	251870	24/06/2024	%3	2416121239

Uygulanan filtreler:

- Kaynaklar hariç
- Alıntılar dâhil
- 5 kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esaslarını inceledim ve çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan eder, gereğini saygılarımla arz ederim.

**Ad Soyadı:** Tugay KAÇAK

**Öğrenci No.:** N22135794

**Ana Bilim Dalı:** Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı

İmza

**Programı:** Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme

**Statüsü:**  Y.Lisans  Doktora  Bütünleşik Dr.

**DANIŞMAN ONAYI**

UYGUNDUR.

Prof. Dr. Duygu ANIL

## EK-Ş: Thesis/Dissertation Originality Report

13/07/2024

HACETTEPE UNIVERSITY  
Graduate School of Educational Sciences  
To The Department of Educational Sciences

Thesis Title: Comparison of Factor Retention Methods in Exploratory Factor Analysis Under Various Conditions

The whole thesis that includes the *title page, introduction, main chapters, conclusions and bibliography section* is checked by using **Turnitin** plagiarism detection software take into the consideration requested filtering options. According to the originality report obtained data are as below.

Time Submitted	Page Count	Character Count	Date of Thesis Defense	Similarity Index	Submission ID
13/07/2024	182	251870	24/06/2024	%3	2416121239

Filtering options applied:

1. Bibliography excluded
2. Quotes included
3. Match size up to 5 words excluded

I declare that I have carefully read Hacettepe University Graduate School of Educational Sciences Guidelines for Obtaining and Using Thesis Originality Reports; that according to the maximum similarity index values specified in the Guidelines, my thesis does not include any form of plagiarism; that in any future detection of possible infringement of the regulations I accept all legal responsibility; and that all the information I have provided is correct to the best of my knowledge.

I respectfully submit this for approval.

**Name Lastname:** Tugay KAÇAK

**Student No.:** N22135794

**Department:** Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı

**Program:** Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme

**Status:**  Masters  Ph.D.  Integrated Ph.D.

Signature

### ADVISOR APPROVAL

APPROVED  
Prof. Dr. Duygu ANIL

## EK-T: Yayınlama ve Fikrî Mülkiyet Hakları Beyanı

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan "**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**" kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- Enstitü/Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. <sup>(1)</sup>
- Enstitü/Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren ... ay ertelenmiştir. <sup>(2)</sup>
- Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. <sup>(3)</sup>

..... / ..... / .....

Tugay KAÇAK

---

"Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge"

- (1) Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezinerişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.
- (2) Madde 6.2. Yeni teknik, materyal ve metodların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internette paylaşılması durumunda 3 şahıslara veya kurumlara haksız kazanç; imkânı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.
- (3) Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir\*. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.

Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir

\*Tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir.

