KÂĞIT-KALEM, BİLGİSAYAR VE TABLET ORTAMINDA GERÇEKLEŞTİRİLEN SINAVLAR İÇİN ÖLÇME DEĞİŞMEZLİĞİNİN VE ÖĞRENCİ GÖRÜŞLERİNİN İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF MEASUREMENT INVARIANCE AND STUDENTS' VIEWS FOR PAPER-PENCIL, COMPUTER AND TABLET BASED EXAMS

İsa GÜNDOĞMUŞ

Hacettepe Üniversitesi

Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı, Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Bilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

olarak hazırlanmıştır.

2017

KABUL ve ONAY

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

İsa GÜNDOĞMUŞ'un hazırladığı "Kâğıt-Kalem, Bilgisayar ve Tablet Ortamında Gerçekleştirilen Sınavlar İçin Ölçme Değişmezliğinin ve Öğrenci Görüşlerinin İncelenmesi" başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından **Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı, Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Başkan	Doç. Dr. Hakan Yavuz ATAR	.....
Üye (Danışman)	Yrd. Doç. Dr. Derya ÇOBANOĞLU AKTAN	.....
Üye	Yrd. Doç. Dr. Kübra ATALAY KABASAKAL	.....

ONAY

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından ..... / ..... / ..... tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulunca ..... / ..... / ..... tarihinde kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ali Ekber ŞAHİN
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü

İkinci Tez Danışmanı Onay Bildirimi

1- Öğrenci Bilgileri *(Student Info)*

Adı Soyadı *(Name/Lastname)*	**İsa GÜNDOĞMUŞ**
Anabilim Dalı *(Department)*	Eğitim Bilimleri
Bilim Dalı *(Division)*	Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme
Statüsü *(Status)*	☒ Y. Lisans (Masters - MA, MS) ☐ Doktora (Doctorate - Ph.D.) ☐ Bütünleşik Doktora (Integrated PhD)

2- Tez Bilgileri *(Thesis/Dissertation Info)*

Tezin Başlığı-1 *(Title of thesis/ dissertation-1)*	Kâğıt-Kalem, Bilgisayar ve Tablet Ortamında Gerçekleştirilen Sınavlar İçin Ölçme Değişmezliğinin ve Öğrenci Görüşlerinin İncelenmesi
Tezin Başlığı-2 *(Title of thesis/ dissertation-2)*	

Hacettepe Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

Yukarıda kimlik ve tez bilgileri bulunan öğrencinin ikinci tez danışmanı olarak, tez çalışmasının bilgim dâhilinde tamamlandığını ve sonuçlandırılan çalışmayı onayladığımı belirtirim.

Hacettepe University
Graduate School of Educational Sciences

I, as the co-adviser of the student whose identification and thesis/dissertation information provided above, approve his/her work.

Danışmanın Ünvanı, Adı ve Soyadı *(Title, First and Last Name of Co-advisor)*	**Doç. Dr. Cem Oktay GÜZELLER**
Kurumu *(Institution)*	Akdeniz Üniversitesi
İmza *(Signature)*	

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin 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.

☐ **Tezimin/Raporumun tamamı dünya çapında erişime açılabilir ve bir kısmı veya tamamının fotokopisi alınabilir.**
(Bu seçenekle teziniz arama motorlarında indekslenebilecek, daha sonra tezinizin erişim statüsünün değiştirilmesini talep etseniz ve kütüphane bu talebinizi yerine getirse bile, teziniz arama motorlarının önbelleklerinde kalmaya devam edebilecektir)

☐ **Tezimin/Raporumun ..... tarihine kadar erişime açılmasını ve fotokopi alınmasını (İç Kapak, Özet, İçindekiler ve Kaynakça hariç) istemiyorum.**
(Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin/raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir, kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı veya tamamının fotokopisi alınabilir).

☒ **Tezimin/Raporumun 09.07.2019 tarihine kadar erişime açılmasını istemiyorum ancak kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı veya tamamının fotokopisinin alınmasını onaylıyorum.**

☐**Serbest Seçenek/Yazarın Seçimi:** .....
.....

07/07/2017

İsa GÜNDOĞMUŞ

ETİK BEYANNAMESİ

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

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

beyan ederim.

İsa GÜNDOĞMUŞ

TEŞEKKÜR

Araştırmanın tüm aşamalarında görüş ve fikirleriyle beni yönlendiren, desteğini esirgemeyen değerli hocam ve tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Derya ÇOBANOĞLU AKTAN'a,

Tez konusunun belirlenmesinde büyük emekleri olan ikinci tez danışmanım Doç. Dr. Cem Oktay GÜZELLER'e,

Üzerimde büyük emekleri olan kıymetli hocalarım Prof. Dr. Selahattin GELBAL ve Prof. Dr. Hülya KELECİOĞLU'na,

Her türlü konuda destek olan Arş. Gör. İlhan KOYUNCU ve Arş. Gör. Mustafa GÖKCAN'a,

Araştırmanın uygulama sürecindeki desteklerinden dolayı çalışma yaptığım okulların yönetici, öğretmen ve öğrencilerine,

Bana verdikleri her türlü destek ve duydukları sonsuz güvenden dolayı anneme, babama, kardeşlerime ve bu süreçte her zaman desteğini hissettiğim eşime çok teşekkür ederim.

KÂĞIT-KALEM, BİLGİSAYAR VE TABLET ORTAMINDA GERÇEKLEŞTİRİLEN SINAVLAR İÇİN ÖLÇME DEĞİŞMEZLİĞİNİN VE ÖĞRENCİ GÖRÜŞLERİNİN İNCELENMESİ

İsa GÜNDOĞMUŞ

ÖZ

Bu araştırmanın amacı, kâğıt-kalem, bilgisayar ve tablet ortamında gerçekleştirilen sınavların uygulama ortamına göre ölçme değişmezliğini, sınav süresi açısından farklılıklar olup olmadığını incelemek ve online uygulama ortamı hakkında öğrenci görüşlerini ortaya çıkarmaktır.

Araştırmanın çalışma grubu 2016-2017 eğitim-öğretim yılında 5.sınıfta öğrenim görmekte olan 821 öğrenciden oluşmaktadır. Matematik Başarı Testinin geçerlik ve güvenirlik çalışması 402 öğrenci ile yapılmıştır. Nihai uygulamada kullanılacak Matematik Başarı Testi maddelerini belirlemek için, pilot uygulamadan elde edilen veriler açımlayıcı faktör analizine tabi tutulmuştur. Her bir maddenin güçlük indeksleri ve ayırıcılık gücü indeksleri hesaplanmıştır. Bu analizler sonucu maddelerden tek boyutta toplanan ve 7 kazanımın biri hariç her birinde 3 madde olacak şekilde madde seçimi yapılmıştır. Madde seçiminde maddenin faktör yükü, madde ayırıcılık indeksi ve madde güçlük indeksinin ilgili kazanım için en yüksek olanları göz önünde bulundurulmuştur. Tek bir faktör altında toplanan 20 çoktan seçmeli test maddesi ile Matematik Başarı Testinin son şekli oluşturularak 419 öğrenciye uygulanmıştır. Matematik Başarı Testinin uygulama ortamına göre ölçme değişmezliğini sağlayıp sağlamadığı incelenmiştir. Değişmezlik analizlerinde çok gruplu doğrulayıcı faktör analizi kullanılmış ve ölçme değişmezliği aşamalı olarak incelenmiştir. Öğrencilerin uygulama ortamlarına göre harcadıkları süreler ANOVA testi ile karşılaştırılmıştır. Öğrencilerin online sınavlar hakkındaki görüşlerini belirlemek amacıyla 261 öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşme yapılmıştır. Elde edilen veriler içerik analizi ile yorumlanmıştır.

Araştırmanın sonuçları, Matematik Başarı Testi'nin kâğıt-kalem ile bilgisayar ve bilgisayar ile tablet grupları arasında yalnızca şekil değişmezliğini sağladığını göstermektedir. Matematik Başarı Testi kâğıt-kalem ile bilgisayar ve bilgisayar ile tablet grupları arasında öğrencilerin puanlarının karşılaştırılmasının doğru

olmayacağını göstermektedir. Matematik Başarı Testi kâğıt-kalem ile tablet grupları arasında ise ölçme değişmezliğinin tüm aşamalarını sağlamıştır. Bu durum öğrencilerin kâğıt-kalem ve tablet ortamında gerçekleştirilen sınavlardan aldıkları puanların ortalamalarının, varyanslarının ve kovaryanslarının karşılaştırılabilir olduğunu göstermektedir. Uygulama ortamlarına göre harcanan süreler açısından anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir. Öğrencilerde bilgisayar ve tablet ortamında gerçekleştirilen sınavların sınavdan alacakları puanları ve sınav için harcayacakları süreyi etkilediği algısı vardır. Ayrıca öğrencilerin gelecekte yapılacak olan sınavların bilgisayar veya tablet ile yapılmasını istedikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar sözcükler: Ölçme değişmezliği, kâğıt-kalem sınavları, bilgisayar tabanlı sınavlar, tablet tabanlı sınavlar, online sınavlar, çok gruplu doğrulayıcı faktör analizi

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Derya ÇOBANOĞLU AKTAN, Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı, Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Bilim Dalı

İkinci Danışman: Doç. Dr. Cem Oktay GÜZELLER, Akdeniz Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü

INVESTIGATION OF MEASUREMENT INVARIANCE AND STUDENTS' VIEWS FOR PAPER-PENCIL, COMPUTER AND TABLET BASED EXAMS

İsa GÜNDOĞMUŞ

ABSTRACT

The aim of this study is to examine the measurement invariance of the paper-pencil, computer based and tablet based exams across application environment, to investigate whether there is any difference in exam duration and to reveal student opinions about the online application environment.

The study group includes 821 fifth graders receiving education in 2016-2017 school year. The validity and reliability studies of the Mathematics Achievement Test were conducted with 402 students. For determining the items forming the final application of the Mathematics (Achievement) Test, the data obtained with the pilot study was analyzed through exploratory factor analysis. Item difficulty and item discrimination indexes were estimated for every item of the test. Item selection was made in such a way that there are three items for every seven (except one) outcomes and all of the items loaded on one dimension. The items which have the highest factor loadings, item discrimination and item difficulty indexes for the related outcome were taken into consideration during the item selection. The final form of the Mathematics Achievement Test was created with 20 multiple-choice items loading on single dimension and applied to 419 students. Whether the Mathematics Achievement Test ensure measurement invariance across application environment was investigated. In the invariance analyses, multigroup confirmatory factor analysis was utilized and the measurement invariance was examined. The times spent by the students on different application environments were compared with ANOVA. Semi-structured interviews were conducted with 261 students to find out the opinions of the students about online exams.

The results of the study show that the Mathematics Achievement Test ensures only the configural invariance across the groups of paper-pencil, computer and tablet. Mathematics Achievement Test illustrates that it is not valid to make comparison between the scores of the students from the paper-pencil group and the computer group and also between the scores of the students from computer group and tablet

group. Mathematics Achievement Test ensured all steps of the measurement invariance between the groups of paper-pencil and tablet. This finding indicates that the means, variances and covariances of the scores which the students obtained from the exams applied as paper-pencil or on tablet are comparable. It was found out that there is a significant difference among the times spent across application environments. There is perception among the students that the exams applied based on computer and tablet will affect the scores taken from the examinations and the exam duration. Moreover it was revealed that the students want the future examinations to be applied as computer or tablet based.

Keywords: Measurement invariance, paper-pencil based exams, computer based exams, tablet based exams, online exams, multi groups confirmatory factor analysis

Advisor: Assist. Prof. Dr. Derya ÇOBANOĞLU AKTAN, Hacettepe University, Department of Educational Sciences, Division of Educational Measurement and Evaluation

Co-advisor: Assoc. Prof. Dr. Cem Oktay GÜZELLER, Akdeniz University, Tourism Faculty, Department of Gastronomy and Culinary Arts

İÇİNDEKİLER

KABUL ve ONAY ii
ETİK BEYANNAMESİ v
TEŞEKKÜR vi
ÖZ vii
ABSTRACT. ix
İÇİNDEKİLER xi
TABLOLAR DİZİNİ xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ xv
1. GİRİŞ…… 1
1.1. Problem Durumu 1
1.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi: 2
1.3. Problem Cümlesi: 3
1.3.1. Alt Problemler: 4
1.4. Sayıltılar: 4
1.5. Sınırlılıklar: 5
1.6. Tanımlar: 5
1.7. Araştırmanın Kuramsal Temeli 6
1.7.1. Kâğıt-Kalem Sınavları ve Web Tabanlı (Online) Sınavlar 6
1.7.1.1. Web Tabanlı (Online) Sınavların Avantajları 7
1.7.1.2. Web Tabanlı (Online) Sınavların Sınırlılıkları 7
1.7.2. Ölçme Değişmezliği 8
1.7.3. Doğrulayıcı Faktör Analizi ile Ölçme Değişmezliği 9
1.7.3.1. Şekil (Biçimsel, Yapısal) Değişmezliği (Configural Invariance) 12
1.7.3.2. Metrik Değişmezlik (Metric Invariance) 13
1.7.3.3. Ölçek Değişmezliği (Scalar Invariance) 13
1.7.3.4. Katı Değişmezlik (Strict Invariance) 13
2. İLGİLİ ARAŞTIRMALAR 16
2.1. Dünyada Web Tabanlı (Online) Sınavlar ve Kâğıt-Kalem Sınavları ile İlgili Çalışmalar 16
2.2. Türkiye'de Web Tabanlı (Online) Sınavlar ve Kâğıt-Kalem Sınavları ile İlgili Çalışmalar 17
2.3. Dünyada Ölçme Değişmezliği ile İlgili Çalışmalar 20
2.4. Türkiye'de Ölçme Değişmezliği ile İlgili Çalışmalar 21
2.5. İlgili Araştırmalar Özet 23
3. YÖNTEM 25
3.1. Araştırmanın Yöntemi 25
3.2. Çalışma Grubu 25
3.3. Veri Toplama Araçları 26
3.3.1. Matematik Başarı Testi 26
3.3.2. Öğrenci Görüşleri Anketi 27
3.4. Veri Toplama Araçlarının Uygulanışı 28
3.5. Verilerin İşlenmesi ve Çözümlenmesi 28

3.5.1. Sayıltıların İncelenmesi 29
3.5.2. Modelin Oluşturulması 30
3.5.3. Çok Gruplu Doğrulayıcı Faktör Analizi (ÇGDFA) 31
3.5.4. Öğrenci Görüşleri Anketi'nin Analizi 33

4. BULGULAR VE TARTIŞMA 35

4.1. Araştırmanın 1. Alt Problemine Yönelik Bulgular 35
4.1.1. Şekil Değişmezliği 36
4.1.2. Metrik Değişmezlik 36
4.1.3. Ölçek Değişmezliği 38
4.1.4. Katı Değişmezlik 39
4.2. Araştırmanın 2. Alt Problemine Yönelik Bulgular 40
4.3. Araştırmanın 3. Alt Problemine Yönelik Bulgular 41
4.3.1. Öğrencilere Göre Bilgisayar Ortamında Gerçekleştirilen Sınavların Avantajları ve Dezavantajları 41
4.3.2. Öğrencilere Göre Tablet Ortamında Gerçekleştirilen Sınavların Avantajları ve Dezavantajları 42
4.3.3. Öğrencilere Göre Sınav Ortamının Puana Etkisi 43
4.3.4. Öğrencilere Göre Sınav Ortamının Süreye Etkisi 44
4.3.5. Öğrencilerin Gelecekte Yapılacak Olan Sınavlara İlişkin Ortam Tercihleri 45

5. SONUÇ ve ÖNERİLER 48

5.1. Sonuçlar 48
5.1.1. Uygulama Ortamına Göre Ölçme Değişmezliği 48
5.1.2. Uygulama Ortamına Göre Harcanan Süreler Arasındaki Fark 49
5.1.3. Öğrenci Görüşleri 49
5.2. Öneriler 50
5.2.1. Araştırmaya Dönük Öneriler 50
5.2.2. Uygulamaya Dönük Öneriler 51

KAYNAKÇA 52

EKLER DİZİNİ 58

EK 1. ETİK KOMİSYONU ONAY BİLDİRİMİ 59

EK 2. İL MİLLÎ EĞİTİM MÜDÜRLÜĞÜ TEZ ÇALIŞMA İZNİ 60

EK 3. ORJİNALLİK RAPORU 61

EK 4. MATEMATİK BAŞARI TESTİ PİLOT UYGULAMA SORULARI 63

EK 5. PİLOT UYGULAMADAN ELDE EDİLEN BAŞARI PUANLARINA İLİŞKİN MADDE BAZLI İSTATİSTİKLER 72

EK 6. PİLOT UYGULAMADAN ELDE EDİLEN BAŞARI PUANLARINA İLİŞKİN YAMAÇ-BİRİKİNTİ GRAFİĞİ 73

EK 7. MATEMATİK BAŞARI TESTİ NİHAİ UYGULAMA SORULARI 74

EK 8. NİHAİ UYGULAMADAN ELDE EDİLEN BAŞARI PUANLARINA İLİŞKİN Q-Q PLOT GRAFİĞİ 79

EK 9. NİHAİ UYGULAMADAN ELDE EDİLEN SÜRE VERİLERİNE İLİŞKİN Q-Q PLOT GRAFİĞİ 81

EK 10. MATEMATİK BAŞARI TESTİ MODELİ.....83
EK 11. MPLUS PROGRAMI İLE ÖLÇME DEĞİŞMEZLİĞİ BETİKLERİ 84
ÖZGEÇMİŞ. 90

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1.1: Ölçme Değişmezliği Aşamaları Özet Tablosu 14
Tablo 3.1: Model Uyum İndeksleri 31
Tablo 3.2: Matematik Başarı Testi Modeli ve Alt Gruplar İçin Model Uyum İndeksi 31
Tablo 4.1: Kâğıt-Kalem ve Bilgisayar Ortamında Gerçekleştirilen Sınavlara İlişkin Oluşturulan Modelin Ölçme Değişmezliği Uyum Katsayıları 35
Tablo 4.2: Kâğıt-Kalem ve Tablet Ortamında Gerçekleştirilen Sınavlara İlişkin Oluşturulan Modelin Ölçme Değişmezliği Uyum Katsayıları 36
Tablo 4.3: Bilgisayar ve Tablet Ortamında Gerçekleştirilen Sınavlara İlişkin Oluşturulan Modelin Ölçme Değişmezliği Uyum Katsayıları 36
Tablo 4.4: Uygulama Ortamına Göre Harcanan Sürelere İlişkin Betimsel İstatistikler 40
Tablo 4.5: Uygulama ortamına göre harcanan sürelere ilişkin Welch testi sonuçları 40
Tablo 4.6: Uygulama Ortamlarına Göre Harcanan Sürelere İlişkin Karşılaştırmalı Post Hoc Test Sonuçları 41
Tablo 4.7: Öğrencilere Göre Sınav Ortamının Puana Etkisi 44
Tablo 4.8: Öğrencilere Göre Sınav Ortamının Süreye Etkisi 45
Tablo 4.9: Öğrencilerin Gelecekte Yapılacak Olan Sınavların Bilgisayar veya Tablet Ortamında Yapılmasını İsteme Düzeyleri 46

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ÇGDFA: Çok Gruplu Doğrulayıcı Faktör Analizi

PISA: Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Çalışması (Programme for International Student Assessment)

PIRLS: Uluslararası Okuma Becerilerinde Gelişim Projesi (Progress in International Reading Literacy Study)

TIMSS: Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması (Trends in International Mathematics and Science Study)

1. GİRİŞ

Bu bölümde problem durumu, araştırmanın amacı ve önemi, problem cümlesi, sayıltılar, sınırlılıklar, tanımlar ve araştırmanın kuramsal temeli yer almaktadır.

1.1. Problem Durumu

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte günlük hayatta bilgisayar, internet ve mobil cihazların kullanımı yaygınlaşmıştır. Bu cihazların kullanımının artması ile insanların yaşam şekliyle beraber öğrenme-öğretme biçimleri ve ölçme değerlendirme teknikleri de değişmiştir. Saatlerce süren matematiksel işlemler bilgisayarlar yardımıyla saniyeler içerisinde tamamlanabilmekte ve karmaşık işlemler hatasız bir şekilde yapılabilmektedir. Mobil cihazların gelişmesiyle kişi istediği yer ve zamanda istediği bilgiye ulaşma fırsatına sahip olmuştur. Bu gelişmelerin etkisiyle eğitim politikaları, eğitim materyalleri, bilginin üretilme ve dağıtılma şekilleri de değişmeye başlamıştır.

Son yıllarda birçok okul kablosuz internet bağlantısına sahip olmuştur. Bu durum öğrencilerin istedikleri yerden dizüstü bilgisayarları ve mobil cihazlarıyla iletişim ve eğitim ortamlarına ulaşmalarına imkân sağlamaktadır. Böylece, öğrenciler istedikleri zaman ve yerden ders notlarına, sınav sonuçlarına, tartışma forumlarına, bilgiye ve web tabanlı sınavlara cep telefonları, tabletleri ve dizüstü bilgisayarları ile ulaşabilmektedir (Karadeniz, 2009).

Günümüzde ölçme ve değerlendirme kâğıt-kalem kullanılan klasik yöntemlerle yapılabildiği gibi gelişen teknolojilerden yararlanılarak da yapılmaktadır. Bu bağlamda bazı öğretmenler eğitim alanında gelişen teknolojilerden yararlanmak istemekte ve gerek alt yapı gerekse teknik bilgi yönünden kendini geliştirerek interaktif dersler yapacak duruma gelmiştir. Bu gelişmelerle birlikte web tabanlı sınavlar gündeme gelmekte ve giderek yaygınlaşmaktadır (Nikou & Economides, 2013).

Bilgisayar ve ilgili teknolojiler, bilişsel becerileri kaydetmek, yeni modeller tasarlamak, geleneksel değerlendirme yöntemlerini kolaylaştırmak ve değerlendirmede karşılaşılan zorlukları aşmak için güçlü araçlar sağlar (Jamil, Tariq & Shami, 2012). Mobil teknolojilerin yaygınlaşmasıyla birlikte web uygulamaları, mobil teknolojilere uygun hale getirilmeye başlamıştır.

Teknoloji ve internetteki hızlı değişmeler ve gelişmeler ile birlikte sınavların hazırlanması, uygulanması, puanlanması ve sonuçların değerlendirilmesinde kullanılan yöntem ve ortamlar değişmektedir. Gelişen teknolojiler ölçme ve değerlendirme uygulamalarının web ortamında yapılmasına imkân sağlayıp eğitimde iletişim, zaman ve mekân sınırı sorunlarına çözüm getirmektedir (Buz, 2012).

Bütün bu gelişmelerin etkisini inceleyen, alandaki ilgili araştırmalara bakıldığında kâğıt-kalem ve bilgisayar ortamında gerçekleştirilen sınavların genellikle parametrik ve non-parametrik testler kullanılarak karşılaştırıldığı (Aybek, 2012; Bayazıt, 2007; Bodmann & Robinson, 2004; Cole, MacIsaac & Cole, 2001) görülmektedir. Öte yandan bilgisayar ve kâğıt kalem ortamında uygulanan sınavların birbirinin yerini tutup tutamayacağı, ölçme değişmezliğini sağlayıp sağlamadığını gösteren çalışmaların yapılması gereklidir. Alan yazın tarandığında ölçme değişmezliği çalışmalarının anketlerden elde edilen veriler (Başusta & Gelbal, 2015; Cole, Bedeian & Feild, 2006; Glanville & Wildhagen, 2007; Hagger, Aşçı, Lindwall, Hein, Mülazımoğlu-Ballı, Tarrant, & Sell, 2007) ve bilişsel testlerden elde edilen veriler üzerine (Akyıldız, 2009; Ercikan & Koh, 2005; Öğretmen, 2006; Uzun & Öğretmen, 2010) yapıldığı görülmektedir. Bu çalışmalar incelendiğinde bilgisayar ve kâğıt-kalem ortamlarındaki uygulamalar için çalışmalar mevcut olmasına rağmen Türkiye'deki ve uluslararası literatürde tablet ortamında gerçekleştirilen anketler ve bilişsel testler için ölçme değişmezliği çalışmalarına rastlanmamıştır. Bu sebeple bu alanda çalışma yapılmasına gerek olduğu görülmüştür.

1.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi:

Günümüzde web tabanlı uygulamalar sayesinde eğitim konuları öğrenciye, videolar, animasyonlar, ses ve metinler gibi teknolojilerle dijital ortamlarda sunulabilmektedir. Ayrıca eğitim konuları ve öğrenme öğretme süreci dijital ortamda gerçekleştirilmekte ve ölçme değerlendirme etkinlikleri web ortamında yapılabilmektedir (Perkmen & Tezci, 2011).

Ölçme ve değerlendirme etkinliklerinin mobil teknolojiler üzerinden yapılması öğretmenlere ve öğrencilere çeşitli faydalar sağlamaktadır. Öğretmenler sınavlarını istedikleri zaman diliminde istedikleri yerde hazırlayabilmekte; öğrenciler ise hazırlanan sınavı öğretmenin belirlediği sınırlar çerçevesinde okul ortamından ve

zamandan bağımsız olarak cevaplayabilme imkânına sahip olmaktadır (Bölükbaşı, 2015).

Alanyazında yapılan çalışmalar incelendiğinde kâğıt-kalem sınavları ile bilgisayar tabanlı sınavların karşılaştırıldığı, kâğıt-kalem sınavları ile tablet ortamında gerçekleştirilen sınavların ve bilgisayar ile tablet ortamında gerçekleştirilen sınavların Türkiye'de karşılaştırılmadığı ve tablet ortamında gerçekleştirilen bilişsel ölçme araçlarının değişmezliğinin test edilmediği görülmektedir. Alanyazındaki ölçme değişmezliği çalışmaları (Bahadır, 2012; Stein, Lee & Jones, 2006; Uzun, 2008) incelendiğinde PISA ve TIMSS gibi geniş ölçekli sınavlarda kültür, dil ve cinsiyet gibi özellikleri değişen gruplar arasında ve uygulama koşulları açısından ölçme değişmezliği çalışmaları yapılmışken, Buerger, Kröhne ve Goldhammer (2016), Cieciuch, Davidov, Oberski ve Algesheimer (2015), Hirai, Vernon, ve Clum (2016), Meade, Michels ve Lautenschlager (2007), Vleeschouwer, Schubart, Henquet, Myin-Germeys, Van Gastel, Hillegers ve Derks (2014), Whitaker ve McKinney (2007) yapmış oldukları çalışmalarda kâğıt-kalem sınavları ile bilgisayar tabanlı sınavların ölçme değişmezliğini incelemiştir.

Bu çalışmada ise, kâğıt-kalem, bilgisayar ve tablet ortamında gerçekleştirilen sınavların uygulama ortamına göre ölçme değişmezliğinin ve sınav süresi açısından farklılıklar olup olmadığının incelenmesi ve online sınavlar hakkında öğrenci görüşlerini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Uygulama için öncelikle Matematik Başarı Testi geliştirilmiştir. Bu hedef doğrultusunda 5. sınıf matematik müfredatı ve yıllık ders planı incelenerek "Geometri ve Ölçme" öğrenme alanı seçilmiştir. Bu ünite için Matematik Başarı Testi geliştirilerek farklı ortamlarda uygulanması, uygulamalardan elde edilen verilerin analiz edilmesi ve öğrencilerle yarı yapılandırılmış görüşme yaparak öğrencilerin web tabanlı sınavlar ile ilgili düşüncelerini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır.

1.3. Problem Cümlesi:

"Matematik Başarı Testi uygulama ortamına (kâğıt-kalem, bilgisayar ve tablet) göre ölçme değişmezliği sağlamakta mıdır, harcanan süreler arasında fark var mıdır ve öğrencilerin bu konudaki görüşleri nelerdir?"

Bu kapsamda aşağıdaki alt problemlere cevap aranmaktadır.

1.3.1. Alt Problemler:

1) Matematik Başarı Testi uygulama ortamına göre; kâğıt-kalem ile bilgisayar, kâğıt-kalem ile tablet ve bilgisayar ile tablet grupları arasında ölçme değişmezliği sağlamakta mıdır?

a) Ölçme modeli kâğıt-kalem ile bilgisayar, kâğıt-kalem ile tablet ve bilgisayar ile tablet grupları arasında şekil değişmezliği sağlamakta mıdır?

b) Ölçme modeli kâğıt-kalem ile bilgisayar, kâğıt-kalem ile tablet ve bilgisayar ile tablet grupları arasında metrik değişmezliği sağlamakta mıdır?

c) Ölçme modeli kâğıt-kalem ile bilgisayar, kâğıt-kalem ile tablet ve bilgisayar ile tablet grupları arasında ölçek değişmezliği sağlamakta mıdır?

d) Ölçme modeli kâğıt-kalem ile bilgisayar, kâğıt-kalem ile tablet ve bilgisayar ile tablet grupları arasında katı değişmezliği sağlamakta mıdır?

2) Harcanan süre açısından sınavların uygulama ortamına (kâğıt-kalem, bilgisayar ve tablet) göre fark var mıdır?

3) Web tabanlı (online) sınavlar hakkında öğrencilerin görüşleri nelerdir?

a) Öğrencilere göre bilgisayar ortamında gerçekleştirilen sınavların avantajları ve dezavantajları nelerdir?

b) Öğrencilere göre tabletlerle gerçekleştirilen sınavların avantajları ve dezavantajları nelerdir?

c) Öğrencilere göre sınavların kâğıt-kalem ortamında gerçekleşmesi ile bilgisayar veya tablet ile yapılması sınavdan alacağı puanı etkiler mi?

d) Öğrencilere göre sınavların kâğıt-kalem ortamında gerçekleşmesi ile bilgisayar veya tablet ile yapılması sınav için harcayacağı süreyi etkiler mi?

e) Öğrenciler gelecekte yapılacak olan sınavların bilgisayar veya tablet ile yapılmasını istemekte midir?

1.4. Sayıltılar:

Öğrencilerin sorulara içten ve doğru bir şekilde cevap verdiği varsayılmaktadır.

1.5. Sınırlılıklar:

1) Araştırma, 2016-2017 eğitim-öğretim yılında geliştirilen ve uygulanan 5. sınıf matematik dersi 3. ünite konularını içeren sorular ile sınırlıdır.
2) Araştırmadan elde edilen sonuçlar bu çalışma grubuyla sınırlıdır.

1.6. Tanımlar:

Kâğıt-kalem sınavı: Sınav sorularının öğrenciler tarafından kâğıt ortamında okunduğu ve cevapların kalem ile verildiği sınavlardır.

Web tabanlı (online) sınav: Sınav içeriğinin internet kullanılarak dağıtıldığı ve öğrenci cevaplarının bilgisayar veya mobil (tablet, telefon vb.) cihazlarla internet üzerinden aktarıldığı; sorulara video, ses ve resim gibi dosyaların eklenebildiği, sınav sonuçlarının internet üzerinden analiz edilerek raporlaştırıldığı sınav türüdür.

Sınav süresi: Sınava başlama saati ile sınavı bitirme saati arasında geçen zamandır.

Ölçme değişmezliği: Gözlenen değişkenlerle gizil değişkenler arasındaki ilişkinin gruplar veya koşullar arasında aynı olması durumudur.

1.7. Araştırmanın Kuramsal Temeli

Araştırmanın kuramsal temeli kâğıt-kalem sınavları ve web tabanlı (online) sınavlar, ölçme değişmezliği, doğrulayıcı faktör analizi ile ölçme değişmezliği olmak üzere üç ayrı başlıkta incelenmiştir.

1.7.1. Kâğıt-Kalem Sınavları ve Web Tabanlı (Online) Sınavlar

Yağcı'ya (2012) göre bilgisayar ekranından soruların okunduğu, cevapların fare veya klavye yardımıyla girildiği, sınav süresi içerisinde cevapların değiştirilebildiği, sınav tamamlandığında verilen cevapların gönderildiği, sonuçların anında değerlendirildiği ve öğrencilerin bilgilendirilmesini sağlayan sınavlar web tabanlı (online) sınavlar olarak isimlendirilmektedir.

Yağcı, Ekiz ve Gelbal (2015) sınav içeriğinin internet kullanılarak dağıtıldığı, analizlerinin yapıldığı ve raporlaştırıldığı yöntemi çevrimiçi (online) sınavlar olarak adlandırırken; çevrimiçi sınavların web tabanlı ve güvenli alan olmak üzere iki farklı dağıtım yöntemi bulunmaktadır. Web tabanlı sınavlarda sınavdaki maddeler kullanıcıya internet aracılığıyla ulaşır. Bu sınavlar istenilen yer ve zamanda uygulanabilmektedir. Düşük maliyetler ile yapılan bu sınavlar testi alan kişiye kopyanın bir yarar sağlamadığı veya az yarar sağladığı öğrenme sürecine dönük değerlendirmeler için uygundur. Güvenli alan sınavları ise test maddelerinin güvenlik seviyesi yüksek olan sınav merkezlerinde, sınırları belirlenmiş konferans salonlarında veya liseler gibi yerlerde gerçekleştirilen sınavlardır (Hricko & Howell, 2006).

Günümüzde kâğıt-kalem sınavlarının ötesinde web tabanlı sınavlar çok daha kullanışlı yapılardır. Web tabanlı sınavlar ile adaylar aynı sorulara farklı sıralarda karşılaşabilir veya soru havuzunda yer alan farklı sorularla karşılaşabilirler. Soru havuzundan rastgele seçilmiş sorular sayesinde yenilikçi ve çeşitli madde türleri oluşturulabilmekte, anında geri bildirim verilmekte, otomatik puanlama ve raporlama yapılmakla birlikte web tabanlı sınavlar, kâğıt kalem sınavlarına göre daha güvenli hale gelmektedir (Nikou & Economides, 2013).

Mobil teknolojilerdeki hızlı gelişmelerle birlikte cep telefonları, tabletler, akıllı telefonlar ve dizüstü bilgisayarlar öğrencilerin yaşamında önemli iletişim araçları haline gelmiştir ve bu cihazlar birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır. Bu cihazlar rahat kullanım, kâğıt kullanımını azaltma, düşük maliyet, taşınabilirlik, etkileşim,

esneklik gibi özelliklerinden dolayı öğrenciler arasında popüler olmuştur (Nikou & Economides, 2013).

Karadeniz'e (2009) göre kâğıt-kalem tabanlı sınavlarda yazıcıya, sınav kâğıtlarının çoğaltılmasına ve grup yapılmasına, sonrasında yapılan sınavların puanlanmasına, sınıf listesine göre dizilmesine ve sonuçların sınıfta duyurulmasına ihtiyaç vardır. Bu işlemler kalabalık sınıflarda öğretmenler için ağır bir yük oluşturmaktadır. Web tabanlı sınavlarda ise bu görevler internet ortamında yapılmakta ve öğretmenlere kolaylık sağlamaktadır.

1.7.1.1. Web Tabanlı (Online) Sınavların Avantajları

Yağcı, Ekiz ve Gelbal (2015) web tabanlı (online) sınavların avantajlarını; öğrencilere zaman açısından esneklik sağlaması; verilerin toplanmasının ve sonuçların hızlı analiz edilerek maliyeti azaltması; soruların basımı, dağıtılması ve böylece sınavı uygulayan kişinin yükünü hafifletmesi (Dommeyer, Baum, Hanna & Chapman, 2004); test sorularının tekrar kullanılabilir ve yeni öğretim yaklaşımlarına uygun olması (Gül & Doğan, 2011); veri analizi ile birlikte güvenirliğin artması ve geçerliği yüksek bir değerlendirme yapılabilmesi (Helgeson & Kumar, 1993); istatistiksel geri bildirimler alarak ölçme hatalarının azaltılması ve geniş soru havuzlarının oluşturulması (Natal, 1998); soru içeriklerine video, ses, resim gibi çoklu ortamların eklenebilmesi (Natal 1998; Luecht 2001); soruları güncellemenin kolay olması (Sampson, 2000) şeklinde aktarmıştır.

Web tabanlı sınavların avantajları incelendiğinde, bu sınavların uygulayıcılara sınav sorularını hazırlamada, sınavı uyguladıktan sonra analiz aşamasında maliyet ve zaman açısından ekonomiklik sağladığı, kişinin yükünü hafiflettiği; ayrıca sınav uygulanan kişilere de zaman ve görsellik bakımından kolaylıklar sağladığı görülmektedir.

1.7.1.2. Web Tabanlı (Online) Sınavların Sınırlılıkları

Web tabanlı (online) sınavların sınırlılıklarını Yağcı, Ekiz ve Gelbal (2015); donanım ve erişim kaynaklı süre problemlerinin yaşanabilmesi; öğrencilerin temel test stratejilerinden yoksun kalabilmesi; sistem hatalarının oluşması; test uygulanan kişilere ek maliyet getirebilmesi; sınavların internet ortamında olmasından dolayı güvenlik problemlerinin yaşanabilmesi; öğrencilerin kopya çekmesi veya sınava

öğrenci yerine başkasının girmesi ve iletişim sorunlarının yaşanabilmesi şeklinde sıralamıştır.

Web tabanlı sınavlarda süre problemi, maliyeti artırması, donanımsal problemler, sistem hataları gibi dezavantajları ve soru hazırlamadaki kolaylıklar, analizlerin kolay yapılması gibi avantajları dikkate alındığında kâğıt-kalem sınavları yerine bilgisayar veya tablet ortamında gerçekleştirilen sınavların kullanılabilir olup olmadığını belirlemek için ölçme değişmezliği incelenmiştir.

1.7.2. Ölçme Değişmezliği

Çeşitli alt gruplar ve koşullar arasında herhangi bir özelliğe ilişkin önemli bir fark olup olmadığı t-testi, varyans analizi ve çeşitli non-parametrik tekniklerle ortaya çıkarılmaktadır. Bu farkların doğru yorumlanabilmesi için ölçülen yapının gruplar arasında aynı yorumlandığı şeklinde bir kanıtın olması gerekmektedir (Uyar, 2011).

Eğitim ve psikoloji alanlarında gruplar ve koşullar arası karşılaştırmalar çok fazla yapılmaktadır (Bernt, Bugbee & Arceo, 1990; Bodmann & Robinson, 2004; Escudier, Newton, Cox, Reynolds & Odell, 2011). Bu karşılaştırmalar, genellikle gizil değişkenler olarak adlandırılan bilişsel yetenek, düşünme stilleri veya kişilik özellikleri üzerinden yapılmaktadır (Somer, Korkmaz, Dural & Can, 2009). Kullanılan ölçme araçları farklı gruplarda ve koşullarda aynı yapıda olursa anlamlı karşılaştırmalar yapılabilir. Bu kabulün gerçekleşmesi analizlerin doğru olması ve karşılaştırma yapmak için önemlidir (Başusta, 2010). Karşılaştırmaların yapılabilmesi için ölçme değişmezliğinin incelenmesi gerekir.

Widaman ve Reise (1997) ölçme değişmezliğini “gizil değişkenlerle gözlenen değişkenler arasındaki ilişkinin gruplar arasında aynı olması” şeklinde tanımlarken Herdman, Fox-Rushby ve Badia (1998) “psikolojik ölçme aracının psikometrik özelliklerinin farklı gruplar için eşdeğerliğinin formel olarak değerlendirilmesi” olarak, Byrne ve Watkins (2003) ise “gruplar arasında maddelerin aynı şekilde algılanma ve yorumlanma düzeyi” olarak ifade etmektedir.

Ölçme değişmezliği çalışmaları çeşitli sorular üzerinden yürütmektedir. Bu sorular üzerinden hipotezler geliştirilir ve geliştirilen hipotezler aşamalı olarak test edilir. Ölçme aracının içerdiği maddelerin yaş, cinsiyet ve uygulama ortamı gibi farklı gruplarda eşit bir şekilde çalışıp çalışmadığı tespit edilerek analizlere başlanır. Sonra, teorik yapının ya da faktör yapısının gruplar arasında eşit olup olmadığı

araştırılır. Sıradaki aşamada, modelde yer alan örtük ortalamaların gruplar arasındaki farkı incelenir. Son olarak, aynı evrende bağımsız örneklemlerde uygulanan ölçme aracının, aynı yapıyı verip vermediği yönündeki durum incelenir (Byrne, 2013).

Grup karşılaştırmaları yapılırken ölçme değişmezliği çalışmaları yerine t-testi ve varyans analizi gibi yöntemlerin yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir (Aybek, 2012; Ergün, 2002; Escudier, Newton, Cox, Reynolds & Odell, 2011;). Araştırmacıların karşılaştırma yaparken ölçme değişmezliği çalışmasını tercih etmemelerinin olası nedenlerini Steenkamp ve Baumgartner (1998) şu şekilde açıklamıştır:

- Ölçme değişmezliği hakkında görüş birliğinin olmaması ve araştırmacıların konuya yatkın olmaması.
- Ölçme değişmezliğinin test edilmesindeki karışık yöntemler ve örneklerinin az olması ya da hiç olmaması.
- Araştırmacıların anlamlı karşılaştırmalar yapabilmek için hangi ölçümlerin eşit olması gerektiği konusundaki bilgi eksikliği.
- Ölçme değişmezliği için ölçütleri gösteren açık bir rehberin bulunmaması.

1.7.3. Doğrulayıcı Faktör Analizi ile Ölçme Değişmezliği

Ölçme değişmezliği çalışmaları doğrulayıcı faktör analizi (DFA) ve madde tepki kuramı yaklaşımları ile yapılmaktadır (Reise, Widaman & Pugh, 1993). Bu yaklaşımlar yöntemsel olarak farklı olmakla birlikte kendilerine göre sınırlılıkları ve avantajları bulunmaktadır (Meade & Loutenschlager, 2004). Madde tepki kuramına dayalı çalışmalarda DFA'da karşılanması gereken, normal dağılım varsayımının karşılanması zorunlu değildir. Madde tepki kuramı, normallik varsayımının karşılanamadığı durumlarda daha uygundur (Champlain & Gessaroli, 1996). Bu araştırmada ölçme değişmezliği konusu DFA yaklaşımıyla incelenmiştir.

DFA, ileri düzey araştırmalarda kullanılan örtük değişkenler ile ilgili kuramların test edilmesine dayanan gelişmiş bir tekniktir (Tabachnick & Fidell, 2013). Bu teknikte önceden sınırlandırılan ve belirlenen yapının model olarak doğrulanması sağlanır. Bu bağlamda, DFA yapı geçerliğini belirlemek amacıyla kullanılır (Floyd & Widaman, 1995; Kline, 2011; Stapleton, 1997).

DFA'da değişkenler arasındaki ilişkilere ait hipotezler test edilir ve doğrulanır. Analizlerde hipotezlere göre değişkenlerin faktörlerle ve faktörlerin de kendi içlerinde kurulan ilişkiler incelenir. Analiz öncesinde modelde tanımlanan değişkenlerin yapısı iyi bilinmelidir. Bu sayede oluşturulan model, güçlü bir kuramsal temele dayandırılır (Floyd & Widaman, 1995; Raykov & Marcoulides, 2011).

Birden fazla gözlenen değişkeni etkileyen ve bu gözlenen değişkenler arasındaki ilişkiyi açıklamaya çalışan gözlenemeyen değişken örtük değişken olarak tanımlanmaktadır. Örtük değişkenler, DFA'da önemli bir yere sahiptir. Örtük değişkenler tanımlanmamış olan modelleri oluştururken yapılacak olan çalışmalara yol gösterir. Ayrıca örtük değişkenler hata varyansını modelleme fırsatı vermektedir (Pugesek, Tomer & Von Eye, 2003).

DFA, çok sayıda istatistiksel tekniği içinde barındıran genel bir kavramdır, bu yüzden tek bir istatistik tekniği olarak yorumlanamaz (Çokluk, Şekercioğlu & Büyüköztürk, 2012; Kline, 2011). DFA analizleri nedensel modelleme, nedensel analiz, kovaryans yapısı analizi ya da yol analizi olarak da adlandırılabilir (Tabachnick & Fidel, 2013).

Nedensel modellerin izlediği tarihsel süreç incelendiğinde; regresyon analizi, yol analizi, doğrulayıcı faktör analizi şeklinde olduğu görülmektedir (Çokluk, Şekercioğlu & Büyüköztürk, 2012). DFA analizleri, faktör analizi, varyans analizi ve çoklu regresyondan farklı değildir. DFA bu analizleri barındıran genel bir kavramdır. Kısaca, DFA analizleri çoklu regresyon analizi ve faktör analizinin birleştirilmesini, böylece gözlenen ve gizil değişken arasındaki ilişkinin tek bir modelde belirlenip değerlendirilmesini sağlar (Hoyle, 2012).

Ölçme değişmezliği çalışmalarında "*k*" farklı grup tanımlanmakta ve bu grupların karşılaştırılması amaçlanmaktadır. "*k*" farklı grup için ifade edilen teorik yapı,

$$X_k = \tau_k + \Lambda_k \xi_k + \delta_k \qquad (1)$$

şeklindedir. Veri matrisindeki değişken sayısı "p" olmak üzere X_k, px1 şeklinde gözlenen değişken matrisini; τ_k (tau), px1 deseninde gözlenen değişkenler ile örtük yapılar arasındaki katsayı vektörünü; Λ_k $(lambda)$, pxr deseninde faktör yükleri matrisini; $\xi_k(xi)$, örtük faktörler vektörünü ve δ_k $(delta)$ bağımsız gözlenen değişkenlerin hata vektörünü ifade etmektedir.

Örtük yapılar ile hatalar arasındaki kovaryansın sıfıra eşit olduğu;

$$Cov(\xi_k \delta_k) = 0$$

eşitliğiyle gösterilmektedir. Hatalara ilişkin kovaryansların θ $(teta)$ parametresine ve örtük yapılara ilişkin kovaryansların ϕ (phi) parametresine eşit olduğu varsayılmaktadır. Bu durum;

$$Cov(\delta_k) = \theta_k \text{ ve } Cov(\xi_k) = \phi_k$$

eşitliği ile gösterilmektedir. Örtük yapılar ve hatalara ilişkin ortalamalar;

$$E(\xi_k) = K_k \text{ ve } E(\delta_k) = 0$$

eşitliğiyle gösterilmektedir. (1) numaralı eşitlikte kovaryanslara ilişkin verilen bilgiler düzenlendiğinde, kovaryans denklemi;

$$Cov(X_k) = \mu_{xk} = \tau_k + \Lambda_k K_k \qquad (2)$$

şeklinde elde edilir. (1) numaralı eşitlikte ortalamalara ilişkin verilen bilgiler düzenlendiğinde ortalama denklemi;

$$E(X_k) = \sum_k = \Lambda_k \phi_k \Lambda'_k + \theta_k \qquad (3)$$

şeklinde elde edilir. Ölçme değişmezliği problemi $(\tau_k, \Lambda_k, \theta_k)$ parametrelerinin k farklı grupta eşit olmadığı ile ilgilidir. Yani bu parametrelerin alt gruplarda serbest bırakılması, sınırlandırılması veya birleştirilmesi sonucunda gruplar arasında farklılaşmamasını ifade etmektedir (Millsap & Meredith, 2007).

DFA'da uyulması gereken temel işlem basamakları aşağıda listelenmiş ve tanımlanmıştır.

1. Modelin Betimlenmesi: Araştırmacının kurduğu hipotezlerin DFA çerçevesinde model olarak açıklanmasıdır. Model bir dizi eşitlik olarak tanımlanabilmelidir. Bu eşitlikler, gözlenen ve örtük değişkenler arasındaki ilişkiyle uyumlu model parametrelerine göre belirlenir.

2. Modelin Tanımlanabilir Olup Olmadığının Belirlenmesi: Betimlenen modeldeki parametrelerin yordama güçlerine ilişkin bilgi varsa model tanımlanır. Belirli koşulların karşılanması durumunda yapısal eşitlik modellemesinin farklı türlerinde tanımlama yapılır. Eğer model tanımlamak için uygun koşullar yoksa yapılacak olan kestirim doğru olmayacaktır.

3. Verinin Toplanması: Değişkenler model içine yazılır ve buna göre veri toplanır.

4. Modelin Analiz Edilmesi: Veri seti ve model parametrelerinin kestirimlerinden elde edilen model uyum katsayılarını hesaplamak için bilgisayar programlarının (LISREL, AMOS, MPLUS vb.) kullanıldığı aşamadır.

5. Model Uyumunun Değerlendirilmesi: Veri seti için model parametrelerinden elde edilen sonuçların yorumlanması aşamasıdır. Hazırlanan model ile veri seti, çok iyi uyum göstermeyebilir. Böyle bir durumda sıradaki işlem basamağına geçilir.

6. Modelin Yeniden Tanımlanması: Hazırlanan model yeniden belirlenir ve aynı veri setiyle yeniden gözden geçirilen modelin uyumu değerlendirilir. Böyle bir durumda, daha önce kurulan model, yeni tanımlanan modele rehberlik etmelidir (Şekercioğlu, 2009).

DFA ile ölçme değişmezliğinin farklı aşamaları test edilebilir. Meredith (1993) ölçme değişmezliğinin gösterilebilmesi için dört aşamalı mantıksal bir süreç ve hipotez test etme yöntemlerinin izlenmesini önermektedir. Bu yöntemler: şekil değişmezliği (configural invariance), metrik değişmezlik (metric invariance), ölçek değişmezliği (scalar invariance) ve katı değişmezlik (strict invariance) şeklindedir.

1.7.3.1. Şekil (Biçimsel, Yapısal) Değişmezliği (Configural Invariance)

Ölçme değişmezliğinin en temel düzeyidir. Bu aşamada ölçme modelinin gruplar arasında aynı olup olmadığı yani aynı sayıda faktör ve faktör yüklenme örüntüsüne sahip olup olmadığı test edilir (Kline, 2011; Vandenberg & Lance, 2000). Şekil değişmezliği modeline geçmeden önce karşılaştırılan grupların kendi içinde parametre tahminlerinin yapıldığı temel model düzeyinde test edilmesi gerekir. Böylece model-veri uyumu koşulunun sağlanıp sağlanmadığı test edilmiş olur. Şekil değişmezliği modelinde karşıt gruplarda faktör yapısının benzer olması yeterli derece olarak kabul edilir, özdeş olması aranmaz ve ölçme modeli için eşdeğerlik sınamalarının sonraki aşamalarına geçiş yolu açılmış olur (Byrne & Stewart, 2006). Bu aşamada teorisi kurulan modele, gruplar arasında aynı olma sınırlaması getirilmektedir (Wu, Li & Zumbo, 2007). Şekil değişmezliği daha sınırlayıcı modellerin karşılaştırılabilmesi açısından temel bir yer teşkil etmektedir ve metrik değişmezliğin test edilebilmesi için ön koşuldur (Cheung & Rensvold, 2002; Little, 1997). Şekil değişmezliği aşamasında test edilen hipotez, $\Lambda_{(1)} = \Lambda_{(2)}$ eşitliği ile gösterilebilir. Bu eşitlikte, maddeler ile örtük değişkenler arasındaki yapının alt gruplarda aynı olması gerektiği belirtilmektedir (Cheung & Rensvold 2002). Ölçme

aracının şekil değişmezliğine ilişkin kanıt sağlandığında ölçme aracını oluşturan maddelerin gruplar arasında aynı psikolojik yapıyı ölçtüğü söylenebilir (Salzberger, Sinkovics & Schlegelmich, 1999; Spini, 2003; Vandenberg & Lance, 2000).

1.7.3.2. Metrik Değişmezlik (Metric Invariance)

Metrik değişmezlik anlamlı karşılaştırmalar yapmak için bir ön koşuldur. Bu aşamada, maddelere ilişkin faktör yüklerinin karşılaştırma yapılan gruplar arasında değişmez olduğu hipotezi test edilmektedir. Test maddelerine farklı grupların aynı şekilde cevap verdiği ve gruplardan elde edilen uygulama puanlarının karşılaştırılmasının anlamlı olduğu varsayımları metrik değişmezlikle sağlanır (Steenkamp & Baumgartner, 1998). Faktör yüklerinin eşitliği, gruplar arasında örtük değişkenlere verilen yanıtların aynı olduğu anlamına gelmektedir. Metrik değişmezlik aşamasında test edilen hipotez, $\lambda_{ij}^{(1)} = \lambda_{ij}^{(2)}$ eşitliği ile gösterilir. Bu eşitlik, alt gruplarda faktör yapısının ve faktör yüklerinin aynı olmasını gerektirmektedir (Cheung & Rensvold 2002). Metrik değişmezlik sağlanırsa, farklı gruplardaki bireylerin testteki maddeleri benzer biçimde anladığı söylenebilir. Eğer metrik değişmezlik sağlanmazsa bazı maddelerin farklı gruplarda daha önemli veya dikkat çekici olduğu söylenebilir (Byrne, 2013).

1.7.3.3. Ölçek Değişmezliği (Scalar Invariance)

Ölçek değişmezliği, faktör gruplarının, faktör yüklerinin ve madde sabitlerinin sınırlandırılması ile test edilir (Vandenberg & Lance, 2000; Wu, Li & Zumbo, 2007). Madde sabiti, örtük değişkenin sıfır olduğu durumlarda gözlenen değişkenin aldığı değerdir. Değişmezliğin bu aşamasında ölçme aracını oluşturan maddeler için oluşturulan regresyon denklemlerindeki sabit sayının, karşılaştırma yapılan gruplar arasında değişmezliğini gerektirmektedir. Ölçek değişmezliği aşamasında test edilen hipotez, $\tau_i^{(1)} = \tau_i^{(2)}$ eşitliği ile gösterilmektedir. Ölçek değişmezliği sağlanırsa, gözlenen değişkenlerdeki ortalama farklılıkların, örtük yapıların ortalamalarından kaynaklandığı yorumu yapılabilir. Ölçek değişmezliğinin sağlanmadığı durumlarda gruplar arasında maddelerin faktörleri açıklama düzeylerinde farklılıklar vardır.

1.7.3.4. Katı Değişmezlik (Strict Invariance)

Faktör yapısı, faktör yükleri ve madde sabitlerinin yanı sıra madde artık varyanslarının da eşitliğinin gerektiği değişmezlik türü, katı değişmezliktir (Widaman & Reise, 1997). Regresyon eşitliğindeki her bir gözlenen değişkenin hata

varyanslarının karşılaştırma gruplarında eşdeğer olması durumu katı değişmezliğin göstergesidir (Vandenberg & Lance, 2000). Katı değişmezlik, çok sınırlandırılmış bir model olduğu için pratikte karşılanması zordur. Ölçek değişmezliğinin sağlanmadığı durumda katı değişmezlikte sağlanmayacaktır. Ayrıca gizil değişkenlerin ortalamalarının karşılaştırılmasının amaçlandığı durumlarda katı değişmezliği test etmenin gerekli olmadığı birçok araştırmacı tarafından belirtilmektedir (Schmitt & Kuljanin, 2008). Katı değişmezliği aşamasında test edilen hipotez, $\phi_{ii}^{(1)} = \phi_{ii}^{(2)}$eşitliği ile gösterilmektedir.

Ölçme değişmezliği aşamalarında, oluşturulan hipotezler belirli bir sırayla test edilmektedir. Her aşamada oluşturulan model, bir önceki modele dayalı olarak oluşturulur. Herhangi bir aşamadaki ölçme değişmezliği test edilirken o aşamadaki model ile bir önceki aşamadaki modelin veriye olan uyum düzeyleri karşılaştırılır. Ölçme değişmezliğinin aşamaları test edilirken herhangi bir aşamada değişmezlik sağlanmazsa bir sonraki değişmezlik aşamasına geçilmez. Çünkü ölçme değişmezliği test aşamalarında her bir aşama bir sonraki aşamanın ön koşuludur.

Pratikte ölçek değişmezliği sağlandığında grupların karşılaştırılabilir olduğu sonucuna varılabilir (Widaman & Reise, 1997). Araştırmada kullanılan ölçme değişmezliği aşamaları Gregorich (2006) tarafından Tablo 1.1'deki gibi özetlenmiştir.

Tablo 1.1: Ölçme Değişmezliği Aşamaları Özet Tablosu

Değişmezlik Hipotezi	***Değişmezlik Testi***	***Kanıtlanabilir Grup Karşılaştırmaları***
Boyut	Değişken hiçbir ortak faktör yok	-
Şekil Değişmezliği	Madde/ Faktör grupları	-
Metrik Değişmezlik	+ Faktör yükleri	Faktör varyans ve kovaryansları
Ölçek Değişmezliği	+ Madde sabitleri	+ faktör ve gözlenen değişken ortalamalar
Katı Değişmezlik	+ madde artık varyansları	+ gözlenen varyans ve kovaryanslar

Kaynak: Gregorich, S. E. (2006). Do self-report instruments allow meaningful comparisons across diverse population groups? Testing measurement invariance using the confirmatory factor analysis framework. Medical care, 44(11 Suppl 3), S78.

Tablo 1.1 incelendiğinde şekil değişmezliği aşamasında madde/faktör gruplarının değişmezliğinin test edildiği; metrik değişmezlik aşamasında madde/faktör gruplarına ek olarak faktör yüklerinin değişmezliğinin test edildiği; faktör varyans ve kovaryanslarının karşılaştırıldığı görülmektedir. Ölçek değişmezliği aşamasında

madde/faktör grupları ve faktör yüklerine ek olarak madde sabitlerinin de değişmezliğinin test edildiği; faktör varyansları, kovaryansları ile birlikte faktör ve gözlenen değişken ortalamalarının karşılaştırıldığı görülmektedir. Katı değişmezlik aşamasında madde/faktör grupları, faktör yükleri, madde sabitleri ve madde artık varyanslarının değişmezliğinin test edildiği; faktör varyans ile kovaryansları, faktör ve gözlenen değişken ortalamaları ile birlikte gözlenen varyans ve kovaryanslarının karşılaştırıldığı görülmektedir.

2. İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde, ilgili alanyazında dünyada ve Türkiye'de yapılan web tabanlı (online) sınavlar ile kâğıt-kalem sınavlarına yönelik çalışmalardan bazılarına ve ölçme değişmezliği ile ilgili dünyada ve Türkiye'de yapılan çalışmalardan bazılarına yer verilmiştir.

2.1. Dünyada Web Tabanlı (Online) Sınavlar ve Kâğıt-Kalem Sınavları ile İlgili Çalışmalar

Bernt, Bugbee ve Arceo (1990) yaptığı çalışmada, Amerika'da yüksekokulda öğrenim görmekte olan öğrencilerin bilgisayar tabanlı sınavlar ile kâğıt-kalem sınavları arasındaki başarı puanlarını karşılaştırmayı ve bilgisayar deneyimleri konusunda tutumlarını belirlemeyi amaçlamıştır. Bu amaçla yaptığı çalışmada bilgisayar alanında bilgisayar tabanlı sınavlara katılan öğrencilerin puanlarının kâğıt-kalem sınavlarından aldıkları puanlarla benzer olduklarını tespit etmiştir.

Bodmann ve Robinson (2004) yaptıkları "Bilgisayar tabanlı ve kâğıt-kalem testleri arasındaki hız ve performans farkları" isimli çalışmada sınav türünün, süreye ve puana etkisini incelemiştir. Lisans düzeyinde eğitim psikolojisi dersine kayıtlı 55 öğrencinin katıldığı sınavda başarı puanları incelendiğinde bilgisayar tabanlı sınavlar ile kâğıt-kalem sınavları arasında bir farklılık olmamasına rağmen test süreleri açısından kâğıt-kalem sınavı yaklaşık 4 dakika daha uzun sürmüştür. Aynı çalışmada cevapları değiştirme, yeniden gözden geçirme, boş bırakma gibi nedenlerden kaynaklanan puan ve zaman farklılıklarına odaklanılmak istenmiştir. Araştırma sonucunda test türünün puana etkisi olmadığı belirlenmiştir.

Clariana ve Wallace (2002) yaptıkları çalışmada, cinsiyetin ve bilgisayar aşinalığının test türü ile bir ilişkisi olmadığını ancak içerik aşinalığı ile ilişkisi olduğunu bulmuştur. Bazı durumlarda test türü etkisinin en büyük nedeni, test türünün esnekliği olabilmektedir. Bazı bilgisayar tabanlı sınavlar, kâğıt-kalem sınavları gibi esnek değildirler. Bazı arayüzler, öğrencilere gözden geçirme veya cevap değiştirme olanağı vermezler. Bu da öğrenci başarısını etkileyebilmektedir.

Cole, MacIsaac ve Cole (2001) yaptıkları "Kâğıt-kalem ve web tabanlı testlerin karşılaştırılması" isimli çalışmada, kâğıt-kalem tabanlı sınavları ile web tabanlı sınavları karşılaştırmışlardır. Araştırma kapsamında, öğrencilerin kavramsal fizik bilgisini ölçen Kuvvet Kavramı Ölçeği uygulanmıştır. Uygulamaya katılan öğrencisi

sayısı 1313'tür. Uygulamaya katılan iki fizik sınıfı, ikişer gruba bölünmüştür. Gruplara rasgele olarak atama yapılmıştır. Her sınıftan bir gruba ölçek web tabanlı, diğer yarı gruba ise kâğıt-kalem olarak uygulanmıştır. Her iki sınıftaki iki gruba da öntest-sontest uygulanmıştır. Öğrencilerin harcadıkları süreler kaydedilmiştir. Araştırmanın sonucunda ön test ve son test puanları arasında cinsiyet açısından anlamlı fark bulunmuştur. Uygulama ortamlarına göre kâğıt-kalem tabanlı sınavlar ile bilgisayar tabanlı sınavlar arasında öğrencilerin Kuvvet Kavramı Ölçeğinden aldıkları puanlar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Escudier, Newton, Cox, Reynolds ve Odell (2011) yaptıkları "Üniversite öğrencilerinin kabul edilebilirlik ve bilgisayar değerlendirmesi algısı: bilgisayar tabanlı değerlendirme ile geleneksel kâğıt-kalem tabanlı değerlendirmenin karşılaştırılması" isimli çalışmasında öğrencilerin çevrimiçi değerlendirme performanslarıyla geleneksel kâğıt-kalem tabanlı değerlendirme performanslarını karşılaştırmak ve aynı zamanda öğrencilerin çevrimiçi testlerin tarafsızlık ve kabul edilebilirlik algılarını belirlemek amacıyla bir araştırma yapmıştır. Yapılan çevrimiçi sınavlar ile kâğıt-kalem tabanlı sınavlardaki öğrenci performanslarının benzer olduğu fakat çevrimiçi sınavların daha avantajlı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca önemli sonuçları olan değer biçmeye yönelik (vize, final sınavı gibi) sınavlarda çevrimiçi değerlendirmenin daha adil ve kabul edilebilir olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

2.2. Türkiye'de Web Tabanlı (Online) Sınavlar ve Kâğıt-Kalem Sınavları ile İlgili Çalışmalar

Aybek (2012) yapmış olduğu "kâğıt-kalem formu ve bilgisayar ortamında uygulanan genel yetenek testinin psikometrik özelliklerinin karşılaştırılması" isimli çalışmasında bir genel yetenek testini kâğıt-kalem ve bilgisayar ortamında uygulayarak, testin psikometrik özelliklerini ve bilgisayara yönelik tutum, bilgisayar aşinalığı ve cinsiyete göre öğrenci performanslarının karşılaştırılmasını amaçlamıştır. Çalışma grubuna 60 maddelik genel yetenek testini kâğıt-kalem ve bilgisayar ortamında uygulamıştır. Araştırmanın sonuçları, kâğıt-kalem ve bilgisayar ortamında uygulanan testlerin eşdeğer olduğunu; bilgisayar aşinalığı ve cinsiyete göre testin bilgisayar ortamında uygulanan testten alınan puanların farklılaşmadığını; bilgisayara yönelik tutuma göre bilgisayar ortamında uygulanan formdan alınan puanların farklılaştığını göstermektedir.

Bayazıt (2007) yaptığı “Çevrimiçi sınavlar ve kâğıt-kalem sınavları arasındaki sınav süresi ve öğrenci başarım farklılıkları” isimli çalışmasında çevrimiçi sınavlar ile kâğıt-kalem sınavları arasındaki başarı ve harcanan süre farklılıklarını incelemek amacıyla bir çevrimiçi sınav aracı geliştirmiştir. Sınav aracına yönetici ve öğrenci olmak üzere iki farklı rolde giriş yapılabilmektedir. Yönetici, soru havuzu oluşturarak bu havuzdan seçtiği sorularla test oluşturabilmekte, oluşturduğu testleri öğrencilere atayabilmekte ve öğrencilerin çevrimiçi sınav aracıyla çözdükleri testlerin sonuçlarını sistem üzerinden inceleyebilmektedir. Ayrıca yönetici oluşturduğu çevrimiçi testleri kâğıt-kalem testi formatına dönüştürerek sistemden çıktı alabilmekte, yeni öğrenci kaydı oluşturabilmektedir. Hazırlanan testler öğrencilere çevrimiçi ve kâğıt-kalem olarak uygulanmıştır. Yapılan analiz sonuçlarına göre, öğrencilerin sınavlardan elde ettiği puanlar arasında anlamlı farkın olmadığı bulunmuştur. Ayrıca öğrencilerin çevrimiçi sınavlarda harcadıkları sürelerin, kâğıt-kalem sınavlarına göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Öğrenci görüşleri doğrultusunda çevrimiçi sınav aracının kullanımının kolay olduğu ayrıca öğrencilerin sınav aracını kullanırken kendilerini daha rahat hissettikleri belirlenmiştir. Öğrencilerin sınavlardan elde ettikleri puanlar arasında anlamlı fark olmadığı ve çevrimiçi sınavda daha fazla süre harcadıkları görülmektedir.

Buz (2012) yapmış olduğu “Web tabanlı ölçme değerlendirme uygulamalarının başarı analizi” isimli çalışmasında web tabanlı öğretim uygulamalarının geleneksel öğretim uygulamalarından daha etkili olup olmadığını karşılaştırmayı amaçlamıştır. Yapmış olduğu karşılaştırmalara göre, web tabanlı sınavlarda öğrencilerin çoktan seçmeli test ve geleneksel sınavlarda bildiklerine benzer düzeyde ve daha fazla başarılarını yansıtabildiklerini ortaya çıkarmıştır. Kâğıt-kalem yöntemiyle uygulanan sınavların yenilenen müfredatta hedeflenen öğrenci başarısını tespit etmede yeterli olmadığı ancak ölçme değerlendirme tekniklerinin web tabanlı yapılmasının olumlu etki yarattığı ortaya çıkmıştır.

Ergün (2002) yapmış olduğu “Üniversite öğrencilerinin bilgisayar destekli ölçmeden elde ettikleri başarının kalem-kâğıt testi başarısı, bilgisayar kaygısı ve bilgisayar tecrübeleri açısından incelenmesi” isimli çalışmasında bilgisayar kullanımı ile çok önemli bir faktör olan bilgisayar kaygısının ve bilgisayar tecrübelerinin bilgisayar destekli ölçmedeki başarıyla bir ilişkisinin olup olmadığını incelemiştir. Araştırmanın sonucunda öğrencilerin bilgisayar kaygısı ile bilgisayar destekli testten aldıkları

puan arasında ters yönlü ilişki tespit edilmiştir. Yani öğrencilerin bilgisayar kaygı düzeyi arttığında testten aldıkları puanlar arasındaki fark, kâğıt-kalem testi lehine artmaktadır. Bilgisayar kullanım süresi ve bilgisayar kullanım becerisiyle bilgisayar destekli testten alınan puan arasında anlamlı ilişki olduğu görülmektedir. Kaygı düzeyi yüksek olan grubun kâğıt-kalem testinden, bilgisayar destekli teste göre yüksek puan alması da araştırmanın bir diğer sonucudur. Ayrıca öğrencilerin bilgisayar destekli ölçmeye olumlu baktıkları ve ilerde bilgisayar destekli ölçme kullanmak istedikleri belirlenmiştir.

Güzeller (2012) yapmış olduğu "Web tabanlı portfolyo kullanımının akademik başarı ve kalıcılığa etkisi" isimli çalışmasında web tabanlı portfolyo oluşturma sürecinin akademik başarı ve kalıcılığa etkisini araştırmıştır. Bu amaçla, 30 öğrenci için bir çalışma platformu tasarlamıştır. Öğrencileri akademik başarılarına göre gruplandırarak deney ve kontrol gruplarını oluşturmuştur. Araştırmanın sonucunda, deney grubundaki akademik başarı ve tutum düzeylerinin kontrol grubundakinden anlamlı derecede yüksek olduğunu ortaya koymuştur.

Uzunkavak (2012) yapmış olduğu "İlköğretim öğrencilerinin bilgisayar ortamında yapılan ölçme ve değerlendirme uygulamasına yönelik tutumlarının incelenmesi" isimli çalışmasında bilgisayar ortamında yapılan ölçme ve değerlendirme uygulamasına yönelik ilköğretim öğrencilerinin tutumlarını incelemiştir. Yapılan analiz sonuçlarına göre öğrencilerin bilgisayar tabanlı değerlendirmeye yönelik tutumlarında cinsiyet ve sınıf düzeyine göre anlamlı farklılık olmadığı görülürken okul türüne göre anlamlı farklılık olduğu görülmektedir.

Yağcı (2012) yapmış olduğu "Çevrimiçi sınav ortamlarının öğrencilerin akademik başarılarına etkisi" isimli çalışmasında çevrimiçi sınav ortamının öğrencilerin akademik başarılarına ve bilgisayara karşı tutumlarına etkisi belirlenmek istenmiştir. Araştırma sonucunda çevrimiçi sınav uygulaması, kâğıt-kalem sınavlarına göre öğrencilerin bilgisayara dönük tutum düzeylerine daha fazla katkı sağlamamaktadır.

Yağcı, Ekiz ve Gelbal (2015) yapmış olduğu "Yeni bir çevrimiçi sınav modeli geliştirilmesi ve uygulanması" isimli çalışmada kişi ve kurumların çok fazla zamanını alan sınavların yapılması ve değerlendirilmesi işlemlerini gerçekleştirecek güvenli, etkili ve verimli bir çevrimiçi sınav modeli geliştirmeyi ve uygulamayı amaçlamıştır. Araştırmada geliştirilen çevrimiçi sınav aracı ve aynı soruların kâğıt-kalem formu

öğrencilere uygulanmıştır. Uygulama sonucunda öğrenci puanları karşılaştırıldığında, öğrencilerin çevrimiçi sınavda daha yüksek puan elde ettikleri tespit edilmiştir.

2.3. Dünyada Ölçme Değişmezliği ile İlgili Çalışmalar

Cole, Bedeian ve Feild (2006) yapmış oldukları "Çok Yönlü Liderlik Anketi'nin web tabanlı ve kâğıt-kalem ölçümlerinin eşdeğerliği" isimli çalışmasında Çok Yönlü Liderlik Anketi'nin web tabanlı ve kâğıt ve kalem versiyonlarının ölçme değişmezliğini incelemiştir. Yapılan değişmezlik analizi sonuçlarına göre anketin şekil, metrik, ölçek ve katı değişmezliği sağladığı görülmektedir. Bu sonuç testin, kâğıt-kalem veya web tabanlı olarak uygulanmasına bakılmaksızın benzer olduğunu göstermektedir.

Glanville ve Wildhagen (2007) yaptıkları "Okula Alışma Ölçeği'nin ırk ve etnik köken üzerinden boyutluluk ve ölçme değişmezliğinin incelenmesi" isimli çalışmasında Okula Alışma Ölçeği'nin farklı ırk ve etnik köken grupları arasında ölçme değişmezliğini sağlayıp sağlamadığını incelemiştir. Araştırmaya beyaz, Afrika kökenli Amerikalı, Latin ve Asyalı öğrenciler dahil edilmiştir. Araştırmanın sonuçları, oluşturulan modelin gruplar arasında ölçme değişmezliğini sağladığını ortaya koymaktadır. Sonuçlar, söz konusu ölçeğin farklı etnik kökenden gelen bireylerin karşılaştırılmasında kullanılabileceğini göstermektedir.

Greiff, Wüstenberg, Molnár, Fischer, Funke ve Csapó (2013) tarafından yapılan "Eğitimde karmaşık problem çözme modeli: Kavram, değerlendirme, ölçme değişmezliği ve yapı geçerliği" isimli çalışmada karmaşık problem çözme modelinin sınıf seviyeleri arasında ölçme değişmezliğini sağlayıp sağlamadığını çok gruplu doğrulayıcı faktör analizi yöntemi ile incelemiştir. 5 ile 12. sınıf arasındaki Macar öğrenci gruplarının karşılaştırıldığı araştırmada, karmaşık problem çözme modelinin sınıflar arasında ölçme değişmezliğini sağladığı bulunmuştur. Yani farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerin karmaşık problem çözme ölçeğinden aldıkları puanlar karşılaştırılabilir ve olası farklılıkların sınıf seviyesinden kaynaklandığı sonucuna varılabilir.

Hagger ve arkadaşları (2007) yapmış oldukları "Beş Avrupa ülkesinde Sosyal Fizik Kaygısı Ölçeği'nin kültürler arası geçerliği ve ölçme değişmezliği" isimli çalışmada Sosyal Fizik Kaygısı Ölçeği'nin kültürler arası ölçme değişmezliğini sağlayıp

sağlamadığı çok gruplu doğrulayıcı faktör analizi ile incelemişlerdir. Karşılaştırılmaya alınan ülkeler; Britanya, Estonya, İspanya, İsveç ve Türkiye'dir. Analiz sonuçlarına göre ölçek yalnızca şekil değişmezliğini sağlamıştır. Bu durumda ölçeğin ülkeler arası karşılaştırılması ancak şekil değişmezliği aşamasında mümkün olmaktadır.

Stein, Lee ve Jones (2006) yaptıkları "Çok gruplu değişmezlik analizi kullanarak kültürler arası farklılıkları değerlendirme" isimli çalışmada Antonovsky Uyum Duygusu Ölçeği'nin (1993) kültürler arası ölçme değişmezliğini incelemiştir. Bu amaçla, Çinliler, Japonlar ve beyazlar olmak üzere üç etnik grup üzerinden çalışmayı yürütmüşlerdir. Çok gruplu doğrulayıcı faktör analizleri sonucunda ölçeğin etnik gruplar arasında farklılıklar gösterdiği ortaya çıkmıştır.

Steinmetz, Schmidt, Tina-Booh, Wieczorek ve Schwartz, (2009) yaptıkları "Portre Değerler Ölçeği'nin eğitim grupları arasındaki ölçme değişmezliğinin çok gruplu doğrulayıcı faktör analizi ile incelenmesi" isimli çalışmada Portre Değerler Ölçeği'nin üç farklı eğitim grubu arasındaki ölçme değişmezliğini çok gruplu doğrulayıcı faktör analizi ile incelemiştir. Analiz sonuçlarında, ölçeğin eğitim grupları arasında metrik değişmezliği sağladığı, ölçek değişmezliğini sağlamadığı görülmüştür. Bu durum farklı eğitim düzeyindeki bireyler için ölçeğin farklı anlamlara gelebileceğini göstermektedir.

Ercikan ve Koh (2005) yaptıkları "TIMSS'in İngilizce ve Fransızca versiyonlarının yapı karşılaştırılabilirliğinin incelemesi" isimli çalışmasında 1995 TIMSS uygulamasının İngilizce ve Fransızca formlarının ölçme değişmezliği üzerinde çalışmıştır. Araştırmada madde tepki kuramı ve doğrulayıcı faktör analizi yaklaşımı birlikte kullanılmıştır. Araştırmanın sonuçları hem matematik hem de fen bilimleri alt gruplarının maddelerin önemli bir yüzdesinin gruplar arasında değişen madde fonksiyonu gösterdiğini ve ölçeklerin gruplar arasında ölçme değişmezliğini sağlamadığını göstermektedir. Bu sonuçlar farklı dillerde uygulanan testlerin denk olmadığını ve TIMSS uygulamalarında yapılan ülke karşılaştırmaları ve sıralamalarının doğruluğunu sınırlamaktadır.

2.4. Türkiye'de Ölçme Değişmezliği ile İlgili Çalışmalar

Öğretmen (2006) tarafından yapılan "Uluslararası Okuma Becerilerinde Gelişim Projesi (PIRLS) 2001 Testinin psikometrik özelliklerinin incelenmesi: Türkiye-

Amerika Birleşik Devletleri örneği" isimli çalışmada PIRLS 2001 verileri kullanılarak okuma parçalarına ait testlerin psikometrik özelliklerinin Amerika Birleşik Devletleri ve Türkiye örneklemlerinde karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Araştırmada çok gruplu doğrulayıcı faktör analizi tekniği ile psikolojik yapıların kültürlere göre değişmezliği olup olmadığı incelenmiştir. Araştırma sonuçları, testlerin yapılarının kültürler arasında ölçme değişmezliğine sahip olmadığını göstermiştir.

Akyıldız (2009) yapmış olduğu "PIRLS 2001 testinin yapı geçerliğinin ülkelerarası karşılaştırılması" isimli çalışmada 35 ülkede uygulanan PIRLS 2001 başarı testinin faktör yapılarının birbirine denk olup olmadığını araştırmıştır. Dört ayrı ölçekten oluşan testin denklik çalışmalarını yapmak için her bir gruba çok gruplu doğrulayıcı faktör analizi uygulanmıştır. Araştırmacı, faktör yüklerine, hata varyanslarına, faktörler arası korelasyona ilişkin getirilen sınırlamalar doğrultusunda uygulamaya katılan ülkeler arasında PIRLS 2001 testinin faktör yapısının orta düzeyde denk sayıldığı sonucuna ulaşmıştır.

Uzun (2008) yapmış olduğu "TIMSS-R Türkiye örnekleminde fen başarısını etkileyen değişkenlerin cinsiyetler arası değişmezliğinin değerlendirilmesi" isimli çalışmasında öğrencilerin fen başarısına etki eden faktörlerin modellenmesini ve modelde yer alan değişkenlerin cinsiyet grupları arasında ölçme değişmezliğini incelemiştir. Araştırmada TIMSS değerlendirmesine katılan 7841 büyüklüğündeki Türkiye örneklemini kullanmıştır. Verilere yapısal eşitlik modellemesi tekniği ile aşamalılık içeren değişmezlik testleri uygulamıştır. Her bir aşamada sınırlandırılmamış modelden elde edilen uyum iyiliği değeri ile daha sınırlı modelden elde edilen uyum iyiliği değerini karşılaştırmıştır. Çok gruplu doğrulayıcı faktör analizinden elde edilen uyum iyiliği değerlerinin karşılaştırılmasına göre, cinsiyet gruplarında metrik değişmezliğin sağlandığı; katı değişmezliğin sağlanmadığı görülmüştür. Bu nedenle cinsiyet grupları arasında karşılaştırma yapmanın doğru olmayacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Uzun ve Öğretmen (2010) yapmış oldukları "Fen başarısı ile ilgili bazı değişkenlerin TIMSS-R Türkiye örnekleminde cinsiyete göre ölçme değişmezliğinin değerlendirilmesi" isimli çalışmada yapısal eşitlik modellemesi tekniği kullanarak TIMSS Türkiye verilerini analiz etmiştir. Analizlerde CFI uyum iyiliği kriterleri farkı dikkate alınmıştır. Modele alınan değişkenlerin metrik değişmezlik sağladığı, cinsiyet gruplarında katı değişmezlik koşulunun sağlanmadığı tespit edilmiştir.

Bahadır (2012) yapmış olduğu “Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı'na (PISA 2009) göre Türkiye'deki öğrencilerin okuma becerilerini etkileyen değişkenlerin bölgelere göre incelenmesi” isimli çalışmada Türkiye'deki öğrencilerin okuma becerilerini etkileyen değişkenlerin PISA 2009 verileri kullanılarak modellenmesini ve bölgeler arasındaki farklılıkların incelenmesini amaçlamıştır. Öğrencilerin okuma becerileriyle ilgili uyum istatistiklerine bakılmış ve modelin iyi uyum gösterdiği tespit edilmiştir. Modele alınan değişkenler faktör yüklerine göre incelendiğinde öğrenciye sağlanan imkanlarda ve anne-baba eğitim düzeyinde büyük farklılıkların olduğu görülmüştür.

Başusta ve Gelbal (2015) tarafından yapılan “Gruplararası karşılaştırmalarda ölçme değişmezliğinin test edilmesi: PISA Öğrenci Anketi örneği” isimli çalışmada PISA Öğrenci Anketi’nde yer alan fen bilgisi ve teknolojileri ile ilgili maddelere ait temel faktörleri ortaya çıkarmak amaçlanmış ve bu faktörlerin cinsiyete göre ölçme değişmezliği sağlayıp sağlamadığı incelenmiştir. Yapılan analiz sonucunda cinsiyet değişkenine göre ölçme değişmezliğinin sağlandığı görülmektedir.

2.5. İlgili Araştırmalar Özet

Web tabanlı sınavlar ile ilgili yapılan araştırmalar incelendiğinde, öğrencilerin farklı sınav ortamlarında harcadığı süreler ve başarı puanları sınavların uygulandığı ortama göre (kâğıt-kalem, bilgisayar) karşılaştırıldığı ve bu karşılaştırmalarda farklı sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Web tabanlı sınavlarda öğrencilerin kendilerini daha rahat hissettikleri, web tabanlı sınavlara aktif katılım sağladıkları, ölçme ve değerlendirme işlemlerine karşı olumsuz tutum sergilemedikleri görülmektedir. Öğrencilerin istedikleri yerde ve zamanda sınava girmelerinin öğrencilere fayda sağladığı ve öğrencilerin kaygı düzeylerinin azaldığı görülmektedir. Ayrıca öğrencilerin sorulara vermiş oldukları yanlış cevapları anında veya sınavdan sonra görebilmelerinin konuyu öğrenmelerine olumlu etki sağladığı görülmektedir. Kâğıt-kalem sınavlarında daha önceden belirlenmiş yer ve zamanda yapılan sınavlar öğrencileri olumsuz etkileyerek bildiği bilgileri dahi unutturabilmektedir. Web tabanlı sınavlar öğrencileri olumsuz etkilememekte ve daha güvenilir bir değerlendirme yapılmasına fırsat sağlamaktadır. Öğrencilerin kâğıt-kalem sınavları yerine bilgisayar tabanlı sınavları tercih ettikleri görülmektedir.

Ölçme değişmezliği konusunda yapılan çalışmalar incelendiğinde genellikle cinsiyet, kültür, eğitim seviyesi gibi karşılaştırmalar yapıldığı görülmektedir. Uluslararası düzeyde yapılan PISA, TIMSS gibi uygulamalarla ilgili ölçme değişmezliği çalışmaları bulunmaktadır. Uygulama ortamlarına göre sınavların ölçme değişmezliği sağlayıp sağlamadığına yönelik çalışmaların yapıldığı görülmektedir. Bu çalışmalar incelendiğinde, genellikle kâğıt-kalem ve bilgisayar ortamında gerçekleştirilen anketler ve bilişsel testlere ilişkin ölçme değişmezliği çalışmalarının yapıldığı; tablet ortamında gerçekleştirilen anketler ve bilişsel testlere ilişkin ölçme değişmezliği çalışmalarının yapılmadığı görülmektedir.

3. YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın yöntemi, çalışma grubu, veri toplama araçları, veri toplama araçlarının uygulanışı, verilerin işlenmesi ve çözümlenmesi açıklanmıştır.

3.1. Araştırmanın Yöntemi

Araştırmanın amacı, kâğıt-kalem, bilgisayar ve tablet ortamında gerçekleştirilen sınavların uygulama ortamına göre ölçme değişmezliğini, sınav süresi açısından farklılıklar olup olmadığını incelemek ve online uygulama ortamı hakkında öğrenci görüşlerini ortaya çıkarmaktır.

Kâğıt-kalem, bilgisayar ve tablet ortamında gerçekleştirilen sınavların uygulama ortamına göre ölçme değişmezliğinin incelenmesi ve sınav için harcadıkları ortalama sürelerin karşılaştırılması için nicel bir çalışma yapılmıştır. Öğrencilerin web tabanlı (online) sınavlar hakkındaki görüşlerini belirlemek amacıyla "Öğrenci Görüşleri Anketi" uygulanmıştır. Anket sonuçları içerik analizi ile yorumlanmıştır.

3.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubu 5. sınıfta öğrenim görmekte olan 821 öğrenciden oluşmaktadır. Bu öğrencilerin tamamı temel bilgisayar, tablet ve internet kullanım becerilerine sahiptir ve 2016-2017 eğitim-öğretim yılında çalışmada kullanılan Matematik Başarı Testi'nde yer alan konuları derste işlemiştir.

Çalışmada kullanılan Matematik Başarı Testi araştırmacı tarafından hazırlanmış ve geçerlik ve güvenirlik çalışması 402 öğrenci ile yapılmıştır. Araştırmaya katılan diğer 419 beşinci sınıf öğrencisi ise kâğıt-kalem, bilgisayar ve tablet ortamında gerçekleştirilen sınavların uygulama ortamına göre ölçme değişmezliğinin ve sınav süresi açısından farklılıklar olup olmadığının incelenmesi amacıyla uygulama yapılacak okullardaki fiziksel imkanlara göre üç gruba ayrılmıştır. Matematik Başarı Testi sosyo-ekonomik ve akademik başarı düzeyleri benzer olan öğrencilerin bulunduğu 3 farklı okulda Millî Eğitim Bakanlığı'ndan gerekli izin alınarak uygulanmıştır. Bilgisayar ortamında gerçekleştirilen sınav okulda bulunan bilgisayar sınıfında; tablet ortamında gerçekleştirilen sınav ise öğrencilerin okula getirmiş oldukları kendi tabletleri aracılığıyla yapılmıştır. Araştırmacı tarafından geliştirilen Matematik Başarı Testi esas uygulamada 142 öğrenciye kâğıt-kalem ortamında,

138 öğrenciye bilgisayar ortamında ve 139 öğrenciye tablet ortamında uygulanmıştır.

3.3. Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada kâğıt-kalem, bilgisayar ve tablet ortamında gerçekleştirilen sınavların uygulama ortamına göre ölçme değişmezliğinin incelenmesi amacıyla Matematik Başarı Testi geliştirilmiştir. Öğrencilerin kâğıt-kalem, bilgisayar ve tablet ortamında gerçekleştirilen sınavlar hakkındaki görüşlerini belirlemek amacıyla Öğrenci Görüşleri Anketi uygulanmıştır. Matematik Başarı Testi ve Öğrenci Görüşleri Anketi aşağıda açıklanmıştır.

3.3.1. Matematik Başarı Testi

2016-2017 Eğitim-öğretim yılı 5. sınıf Matematik müfredatında yer alan “Geometri ve Ölçme” öğrenme alanı ile ilgili 7 kazanımın her birine ilişkin 5 soru, toplamda 35 çoktan seçmeli test maddesi geliştirilmiştir. Geliştirilen test maddeleri 3 farklı alan uzmanı ve 1 ölçme ve değerlendirme uzmanı tarafından incelenip hatalar düzeltildikten sonra 402 öğrenciye uygulanmıştır. Pilot uygulamada bazı öğrencilerin soruların tamamını bir ders süresince cevaplamada sorun yaşadıkları gözlenmiştir. Öğrencilerin maddelerin tamamını cevaplamasına imkân sağlamak amacıyla aşağıdaki işlemler izlenerek madde sayısı 35’ten 20’ye indirilmiştir. Nihai uygulamada kullanılacak Matematik Başarı Testi maddelerini belirlemek için, pilot uygulamadan elde edilen veriler açımlayıcı faktör analizine tabi tutulmuştur. Ayrıca her bir maddenin güçlük indeksleri ve ayırıcılık gücü indeksleri hesaplanmıştır. Bu analizler sonucu maddelerden tek boyutta toplanan ve 7 kazanımın biri hariç her birinde 3 madde olacak şekilde madde seçimi yapılmıştır. Madde seçiminde maddenin faktör yükü, madde ayırıcılık indeksi ve madde güçlük indeksinin ilgili kazanım için en yüksek olanları göz önünde bulundurulmuştur. Pilot uygulamadan elde edilen verilerin 1-0 yani kategorik olması sebebiyle açımlayıcı faktör analizi Mplus programında gerçekleştirilmiştir. Bunun için Mplus betiğinde (syntax) verilerin kategorik olduğu belirtilmiştir. Bu sayede eldeki kategorik verilere uygun faktör analizi yapılmıştır. İlgili betik Mplus programının örnek betikleri arasında yer almaktadır (Mplus Kullanım Klavuzu Örnekleri, 2017). Wang ve Wang (2012) kategorik verilerde faktör analizinin Muthén’in (1978, 1983, 1984) çalışmalarına dayandığını; kategorik veriler için geliştirilen WLS’nin çok büyük örneklem gerektirmediğini ve Mplus programında kategorik verileri modellemek için genellikle

WLSMV önerildiğini belirtmiştir. Bu araştırmada WLSMV tekniği kullanılmıştır. Tek bir faktör altında toplanan yedi kazanıma ait 20 çoktan seçmeli test maddesi nihai teste alınıp Matematik Başarı Testi oluşturulmuştur. Nihai teste alınan soruların pilot ve nihai uygulamadaki soru numaraları, madde güçlük indeksleri, madde ayırıcılık indeksleri ve faktör yükleri Ek 5'te; açımlayıcı faktör analizinin yamaç eğim grafiği EK 6'da ve nihai teste alınan sorular EK 7'de verilmiştir.

Araştırma kapsamında, öğrencilere kâğıt-kalem, bilgisayar ve tablet ortamında gerçekleştirilen sınavlarda 20 maddeden oluşan Matematik Başarı Testi uygulanmıştır. Kâğıt-kalem, bilgisayar ve tablet ortamında gerçekleştirilen sınavlar aynı içeriğe sahiptir. Bilgisayar ve tablet ortamında gerçekleştirilen sınavda yer alan sorular, değişikliğe uğramadan, aynı sıra ile kâğıt-kalem sınavı olarak hazırlanmıştır. Matematik Başarı Testi'ni bilgisayar ve tablet ortamında uygulamak için https://www.weebly.com internet sitesi üzerinden web sayası oluşturulmuş ve "Google form" aracılığıyla geliştirilen Matematik Başarı Testi'nin linki web sitesine eklenmiştir.

Web tabanlı (online) sınavlarla kâğıt-kalem sınavları arasında süre açısından fark olup olmadığını belirlemek amacıyla kâğıt-kalem testine sınava başlama ve sınav bitiş saatleri öğrenciler tarafından yazılarak testte geçirilen süreler dakika cinsinden hesaplanmıştır. Web tabanlı sınavlarda ise öğrencilerin sınav için harcadıkları süreler veri tabanına kaydedilmiştir.

3.3.2. Öğrenci Görüşleri Anketi

Araştırmada Matematik Başarı Testi'ni bilgisayar veya tablet ortamında tamamlayan öğrencilerin web tabanlı (online) sınavlar ile ilgili görüşlerini incelemek amacıyla yedi maddeden oluşan Öğrenci Görüşleri Anketi hazırlanmıştır. Matematik Başarı Testi'ni tamamlayan öğrenciler o an bilgisayar veya tablet kullanma durumlarına göre ankette yer alan 5 maddeye cevap vermiştir. Ankette yer alan maddeler kısa cevaplı sorulardan oluşmaktadır. Öğrenci Görüşleri Anketi, Matematik Başarı Testi'ne katılan öğrencilere sınavın bitmesinden hemen sonra web tabanlı olarak uygulanmıştır.

Bilgisayar ortamında Matematik Başarı Testi'ni tamamlayan öğrenciler Öğrenci Görüşleri Anketi'nde yer alan 3 ve 4 nolu sorulara cevap vermezken, tablet

ortamında Matematik Başarı Testi'ni tamamlayan öğrenciler 1 ve 2 nolu sorulara cevap vermemiştir. Öğrenci Görüşleri Anketi'nde yer alan sorular aşağıda verilmiştir.

1. Bilgisayar ortamında gerçekleştirilen sınavların avantajları nelerdir?
2. Bilgisayar ortamında gerçekleştirilen sınavların dezavantajları nelerdir?
3. Tablet ortamında gerçekleştirilen sınavların avantajları nelerdir?
4. Tablet ortamında gerçekleştirilen sınavların dezavantajları nelerdir?
5. Sınavların kâğıt-kalem ortamında gerçekleşmesi ile bilgisayar veya tablet ile yapılması sınavdan alacağın puanı etkiler mi? Neden?
6. Sınavların kâğıt-kalem ortamında gerçekleşmesi ile bilgisayar veya tablet ile yapılması sınav için harcayacağın süreyi etkiler mi? Neden?
7. Gelecekte yapılacak olan sınavların bilgisayar veya tablet ortamında yapılmasını ister misin? Neden?

3.4. Veri Toplama Araçlarının Uygulanışı

Katılımcılardan veriler gönüllülük ilkesine uyularak toplanmıştır. Matematik Başarı Testi'nin kâğıt-kalem formatı 142 öğrenciye uygulanmıştır. Uygulama esnasında sınıflarda hazır bulunan akıllı tahtalarda saat uygulaması açılarak öğrencilerin sınav başlangıç ve bitiş saatlerini yazmaları sağlanmıştır. Matematik Başarı Testi 20 kişilik gruplar halinde bilgisayar ortamında 138; tablet ortamında ise 139 öğrenciye uygulanmıştır. Bilgisayar ve tablet ortamında uygulanan sınav için harcanan süreler veri tabanına kaydedilmektedir. Bilgisayar ve tablet ortamında sınavların uygulanmasından hemen sonra öğrencilerin Öğrenci Görüşleri Anketini doldurmaları sağlanmıştır.

3.5. Verilerin İşlenmesi ve Çözümlenmesi

Öğrencilerin Matematik Başarı Testi'nin kâğıt-kalem formuna verdikleri cevaplar ve soruları çözmek için harcadıkları süreler bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Matematik Başarı Testinin bilgisayar ve tablet uygulaması sonucunda ise veriler sistem üzerinden elde edilmiştir. Puanlama yapılırken doğru cevap verilen sorulara 1 puan, boş bırakılan veya yanlış cevap verilen sorulara 0 puan verilerek toplam 20 puan üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Sınav için harcanan süreler dakika düzeyinde incelenmiştir.

Bilgisayar ve tablet ortamında gerçekleştirilen sınavlara katılan 277 öğrenciden 261'i Öğrenci Görüşleri Anketi'ni doldurmuştur. Ankete katılan 261 öğrenciden 136 öğrenci anketi bilgisayar ile cevaplarken 125 öğrenci anketi tablet ile cevaplamıştır.

Matematik Başarı Testi'nden elde edilen verilerin analizi ölçme değişmezliği açısından üç aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada analizler için gerekli olan sayıltılar kontrol edilmiş ve verilerin analize uygunluğu incelenmiştir. İkinci aşamada Matematik Başarı Testi modeli oluşturulup doğrulanmıştır. Son aşamada ise çok gruplu doğrulayıcı faktör analizi yöntemi ile oluşturulan modelin sınav uygulama ortamlarına göre ölçme değişmezliği test edilmiştir. Bu analiz aşamaları aşağıda sırası ile açıklanmıştır.

3.5.1. Sayıltıların İncelenmesi

Elde edilen verilerin analizinden önce veri setinin analize uygun olup olmadığı, uç değerleri ve kayıp veri olup olmadığı kontrol edilmelidir. Çok gruplu doğrulayıcı faktör analizinin çok değişkenli normallik ve çoklu bağlantılılık olmak üzere iki temel varsayımı bulunmaktadır. Kayıp veriler, uç değerler, normallik ve çoklu bağlantılılık sayıltılarının incelenme aşamaları şu şekildedir:

Kayıp veriler: Verilerin analizine başlamadan önce ilk kontrol edilmesi gereken özelliklerden biri kayıp verilerdir. Veri seti incelendiğinde kayıp verinin olmadığı görülmektedir.

Uç Değerler: Veri setindeki genel yapıdan farklı olan veriler uç değerdir (Kline, 2011). Uç değerlerin varlığı hatalara neden olduğu için analizlere başlamadan önce uç değerlerin incelenmesi gerekmektedir. Uç değerler bulunurken iki farklı yöntem vardır. Birinci yöntemde verilerin z puanlarına bakılır ve z puanlarının ±3.29'u geçmemesi gerekir. Bu değeri geçen veriler uç değerlerdir. İkinci yöntem ise Mahalanobis uzaklığıdır (D^2). Mahalanobis uzaklığı, ki kare dağılımında p<0,001 ve serbestlik derecesi için değişken sayısı alınarak elde edilen değere göre yorumlanır (Kline, 2011). Veri seti incelendiğinde z değeri 3.29'un üzerine çıkan herhangi bir veriye rastlanmamıştır. Daha sonra doğrulayıcı faktör analizi için ön koşul olan çok değişkenli artık değerlerden arınıklık durumu olan Mahalanobis uzaklıkları (D^2) (p=0.000<.001) incelenmiş ve verilerde çok değişkenli aykırı değerin bulunmadığını göstermiştir.

Çoklu Bağlantı: Her bir faktör için maddelerin birbirleriyle olan ilişkilerinin ayrı ayrı incelendiği aşamadır. Tolerans değerleri, varyans şişkinlik faktör (variance inflation factor-VIF) değerleri ve koşul indeksleri (Condition index-CI) incelenmelidir. Elde edilen tolerans değeri .01'den büyük, varyans şişkinlik faktör değeri 10'dan küçük ve koşul indeksi 30'dan küçük olduğu durumlarda veri setinin analize uygun olduğu söylenmektedir (Kline, 2011). Yapılan analiz sonucunda varyans şişkinlik faktörünün 1,00 tolerans değerinin 1,00 ve koşul indeksinin 5,07 olduğu ve çoklu bağlantı sorununun olmadığı görülmektedir.

Normallik: Yapısal eşitlik modeli analizlerinde çok değişkenli normallik varsayımının test edilmesi çok sayıda kombinasyonun test edilmesini gerektirdiğinden zor olmaktadır. Böyle durumlarda ilk olarak tek değişkenli normallik sayıltısı incelenmelidir. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediğine karar vermek için bağımsız değişkenlerin her birine yönelik basıklık ve çarpıklık katsayısı değerleri incelenmiştir. Yapılan analiz sonuçlarına göre çarpıklık katsayısı -0,224 ve basıklık katsayısı -1,007 olarak hesaplanmıştır. George ve Mallery (2010), Tabachnick ve Fidell (2013) çarpıklık ve basıklık katsayılarının -1,5 ile +1,5 arasında olduğu durumlarda veri setinin normal dağılım gösterdiğini belirtmektedir. Bu nedenle öğrencilerin Matematik Başarı Testi'ne vermiş oldukları cevaplardan elde edilen puanlar normal dağılım göstermektedir. Tüm bu analizler incelendiğinde veri setinin ölçme değişmezliği analizleri için uygun olduğu görülmüştür.

3.5.2. Modelin Oluşturulması

Araştırma için geliştirilen Matematik Başarı Testi modeli Mplus programında syntax (betik) yazılarak DFA ile doğrulanmıştır. Verilerin iki kategorili olduğu göz önünde bulundurularak DFA ve ÇGDFA analizlerinde Mplus betiği verilerin kategorik olduğu bulundurularak düzenlenmiştir. İlgili betiğin oluşturulmasında kategorik veriler ile ÇGDFA gerçekleştirebilmek için Doç. Dr. Lesa Hoffman'ın hazırlamış olduğu Mplus ile çok gruplu doğrulayıcı faktör analizi ile ilgili örtük özelliklerin ölçülmesi ve yapısal eşitlik modellemesi ders notlarındaki betikten faydalanılmıştır (Hoffman, 2014).

Matematik Başarı Testi modelinin veriye uyum sağlayıp sağlamadığına karar vermek için kullanılacak olan model uyum indeksleri Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1: Model Uyum İndeksleri

Uyum İndeksleri	*İyi Uyum*	*Kabul Edilebilir Uyum*
X^2 *(p)*	p>0,05	p>0,05
X^2/df	$0 \leq X^2/df \leq 2$	$2 < X^2/df \leq 8$
RMSEA	0≤RMSEA≤0,05	0,05<RMSEA≤0,08
CFI	0,97≤CFI≤1	0,95≤CFI<0,97
TLI	0,97≤TLI≤1	0,95≤TLI<0,97

Matematik Başarı Testi modeli ve alt gruplar için yapılan DFA sonuçları Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.2: Matematik Başarı Testi Modeli ve Alt Gruplar İçin Model Uyum İndeksi

Modeller	X^2 (p)	X^2/df	*RMSEA*	*CFI*	*TLI*
Matematik Başarı Testi Modeli	0,001	1,211	0,039	0,955	0,953
Kâğıt-Kalem Sınavı	0,046	1,189	0,037	0,958	0,953
Bilgisayar Sınavı	0,075	1,160	0,034	0,954	0,949
Tablet Sınavı	0,012	1,259	0,043	0,962	0,958

Tablo 3.2'de verilen Matematik Başarı Testi modeli ve alt gruplar için model uyum indeksleri Tablo 3.1'de verilen model uyum indekslerine göre incelendiğinde α=0,05 manidarlık düzeyinde model veri uyumunun kabul edilebilir aralıkta olduğu söylenebilir. Uyum indeksleri ayrı ayrı değerlendirildiğinde ki-kare değerinin bilgisayar sınavı alt grubunda anlamsız (p>0,05) olduğu, kâğıt-kalem sınavı ve tablet sınavı alt grupları ile birlikte Matematik Başarı Testi modelinde anlamlı (p<0,05) çıktığı görülmektedir. Ki-kare istatistiği örneklem büyüklüğünden etkilendiği için X^2/df, RMSEA, CFI ve TLI değerlerini incelemek gerekir. X^2/df, RMSEA, CFI ve TLI uyum indeksleri incelendiğinde model uyumunun kabul edilebilir aralıklarda olduğu görülmektedir.

3.5.3. Çok Gruplu Doğrulayıcı Faktör Analizi (ÇGDFA)

Araştırmanın birinci alt problemlerinde Matematik Başarı Testi uygulama ortamına göre; kâğıt-kalem ile bilgisayar, kâğıt-kalem ile tablet ve bilgisayar ile tablet grupları arasında ölçme değişmezliğinin sağlanıp sağlanmadığının incelenmesi amaçlanmış ve buna göre ölçme değişmezliği analizleri yapılmıştır.

Ölçme değişmezliği araştırmalarında birçok farklı yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler arasında en çok kabul gören yöntemin güçlü ve çok yönlü bir yaklaşım sağlaması nedeniyle doğrulayıcı faktör analizi olduğu düşünülmektedir (Steenkamp & Baumgartner, 1998; Vanderberg & Lance, 2006). Bu nedenle, bu çalışmada kurulan modelin gruplar arasında ölçme değişmezliğini sağlayıp sağlamadığını incelemek amacıyla çok gruplu doğrulayıcı faktör analizi (ÇGDFA) kullanılmıştır. Analizler MPlus 6.1 programı kullanılarak yapılmıştır. Modele ilişkin uyum katsayıları hesaplanmış ve bu katsayılardan ki kare (X^2), RMSEA, CFI ve TLI değerleri dikkate alınmıştır. Ki kare (X^2) fark testinde örneklem büyüklüğünü kontrol altına almak için Mplus programında betik yazılmıştır.

Ölçme değişmezliği analizleri yapılırken gruplardan bir tanesi referans alınır ve bu grubun değerleri her bir aşamada sabitlenir. Diğer grupların bu değerlere ne derece uyum sağladığı incelenmektedir. Ayrıca çok gruplu doğrulayıcı faktör analizi aşamalarında her bir faktör için gözlenen değişkenlerden bir tanesi sabit tutularak diğer değişkenlerin değerlerinin değişmesine izin verilmektedir. Sabit tutulan bu değişkene referans değişkeni denilmektedir. Referans değişken belirlenirken her bir faktörde en çok yük veren maddenin referans madde olarak alınması önerilmektedir (Çokluk, Şekercioğlu & Büyüköztürk, 2010).

Model değişmezliği testi için aşamalı olarak elde edilen modellerde uyum indekslerinin (ki kare (X^2), RMSEA, CFI ve TLI) kabul edilebilir aralıkta olup olmadığı incelenmiştir. Sonrasında sıralı olarak incelenen değişmezlik aşamalarında daha az sınırlandırılmış modele göre CFI ve TLI değerindeki farka bakılmıştır. Şekil değişmezliği aşamasında madde/faktör grupları test edilmiştir. Metrik değişmezlik aşamasında şekil değişmezliğine ek olarak faktör yükleri de test edilmiştir. Ölçek değişmezliği aşamasında madde/faktör grupları ve faktör yüklerine ek olarak madde sabitleri test edilmiştir. Katı değişmezlik aşamasında ise ölçek değişmezliğine ek olarak madde artık varyansları test edilmiştir. Ölçme değişmezliği testlerinde CFI ve TLI değerlerinin bir önceki aşamaya yani daha az sınırlandırılmış modele göre değişimi incelenmiştir. İlk aşamada modelin şekil değişmezliği incelenmiştir. Bu aşamada uyum istatistikleri kabul edilebilir aralıkta olduğunda modelin şekil değişmezliğini sağladığı sonucuna varılmıştır ve bir sonraki değişmezlik aşamasına geçilmiştir. Sonraki aşamalarda ise CFI ve TLI değerlerinin bir önceki aşamaya göre ne kadar değiştiği incelenmiştir. CFI ve TLI değişimi -0,01 ile 0,01 aralığında

olduğunda modelin söz konusu aşamada ölçme değişmezliğini sağladığı kabul edilmiş ve bir sonraki değişmezlik aşamasına geçilmiştir. Fark değerlerinin pozitif çıkması CFI ve TLI değerlerindeki düşüşün bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Fark değerlerinin -0,01'den büyük olması durumunda modelin veri ile uyumunda önemli düşüşler olacağı ifade edilmektedir (Cheung & Rensvold, 2002).

3.5.4. Öğrenci Görüşleri Anketi'nin Analizi

Araştırmada öğrencilerin web tabanlı (online) sınavlar ile ilgili görüşleri yarı yapılandırılmış görüşme yöntemiyle toplanmıştır. Toplanan verilerin çözümlenmesinde içerik analizi kullanılmıştır. Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel (2008) içerik analizini belirli kurallara göre kodlama yaparak bir metnin veya bazı sözcüklerinin daha küçük kategoriler ile özetlendiği sistematik, yinelenebilir bir teknik olarak tanımlamıştır. İçerik analizinde temel amaç, toplanan verileri açıklayabilecek kavramlara ve ilişkilere ulaşmaktır. Bu nedenle birbirine benzeyen veriler belirli kavram ve temalar çerçevesinde bir araya getirilir ve okuyucunun anlayacağı şekilde düzenlenerek yorumlanır (Yıldırım & Şimşek, 2006).

Yıldırım ve Şimşek'e (2006) göre içerik analizinde nitel veriler dört aşamada analiz edilmektedir. Bu aşamalar ise şunlardır:

1. Verilerin kodlanması: Belirli bir kuramsal temeli olmayan konularda yapılan araştırmalarda toplanan verilerin tümevarımcı bir analize tabi tutulması sonucu araştırmacı tarafından ortaya çıkarılır. Tümevarımcı analizde kodlar doğrudan verilerden üretilir.

2. Temaların bulunması: Temaların bulunması için kodlar bir araya getirilir ve incelenir. Kodlar arasındaki ortak yönler bulunmaya çalışılır.

3. Kodların ve temaların düzenlenmesi: Araştırmacı topladığı verileri organize edebilecek bir sistem oluşturur, bu sisteme göre elde edilen verileri düzenler. Bu şekilde belirli olgulara göre verileri tanımlamak ve yorumlamak mümkün olabilir.

4. Bulguların tanımlanması ve yorumlanması: Araştırmacı topladığı verilere anlam kazandırmak ve bulgular arasındaki ilişkileri açıklamak, neden sonuç ilişkileri kurmak, bulgulardan birtakım sonuçlar çıkarmak ve elde edilen sonuçların önemine ilişkin açıklamalar yapmak zorundadır.

Öğrenci Görüşleri Anketi'nden elde edilen veriler bu aşamalara uygun olarak içerik analizine tabi tutulmuştur. Bu çerçevede öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler araştırmacı ve bir alan uzmanı tarafından kodlanarak temalar bulunmuştur. Veriler kodlara ve temalara göre düzenlenmiş, elde edilen bulgular alıntılarla desteklenerek yorumlanmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde alt problem sırası dikkate alınarak araştırmanın bulgularına ve bu bulgular ile ilgili değerlendirmelere yer verilmiştir. İlk olarak ölçme değişmezliği sonuçları raporlanmıştır. Ölçme değişmezliği şekil, metrik, ölçek ve katı değişmezliği olmak üzere dört aşamada incelenmiştir. Ölçme değişmezliği aşamaları bir sonraki aşamanın ön koşulu olması nedeniyle ölçme değişmezliği testleri sırası ile uygulanmıştır. Ölçme değişmezliği test edildikten sonra öğrencilerin uygulama ortamlarına göre Matematik Başarı Testi'ni tamamlama süreleri arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı araştırılmıştır. Son olarak web tabanlı (online) sınavlar hakkında öğrencilerin görüşleri incelenmiştir.

4.1. Araştırmanın 1. Alt Problemine Yönelik Bulgular

Araştırmanın birinci alt probleminde "Matematik Başarı Testi uygulama ortamına göre; kâğıt-kalem ile bilgisayar, kâğıt-kalem ile tablet ve bilgisayar ile tablet grupları arasında ölçme değişmezliği sağlamakta mıdır?" sorusu incelenmiştir. Bu bağlamda çok gruplu doğrulayıcı faktör analizi yöntemi ile ölçme değişmezliği uygulama ortamlarına göre aşamalı olarak test edilmiştir. Her bir değişmezlik aşaması kendinden sonraki aşamanın ön koşulu olması nedeniyle şekil, metrik, ölçek ve katı değişmezlik testleri sırasıyla gerçekleştirilmiştir. Kâğıt-kalem ve bilgisayar ortamında gerçekleştirilen sınavlara ilişkin oluşturulan modelin ölçme değişmezliği aşamalarında elde edilen uyum katsayıları Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1: Kâğıt-Kalem ve Bilgisayar Ortamında Gerçekleştirilen Sınavlara İlişkin Oluşturulan Modelin Ölçme Değişmezliği Uyum Katsayıları

Değişmezlik Türü	X^2	*df*	*RMSEA*	*CFI*	*TLI*	X^2 *Fark testi*	*Δdf*	*ΔCFI*	*ΔTLI*
Şekil Değişmezliği	399,504	340	0,035	0,956	0,951	-	-	-	-
Metrik Değişmezliği	431,722	359	0,038	0,946	0,943	30,822 (p=0,042)	19	-0,010	-0,008

Kâğıt-kalem ve tablet ortamında gerçekleştirilen sınavlara ilişkin oluşturulan modelin ölçme değişmezliği aşamalarında elde edilen uyum katsayıları Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2: Kâğıt-Kalem ve Tablet Ortamında Gerçekleştirilen Sınavlara İlişkin Oluşturulan Modelin Ölçme Değişmezliği Uyum Katsayıları

Değişmezlik Türü	X^2	*df*	*RMSEA*	*CFI*	*TLI*	X^2 *Fark Testi*	*Δdf*	*ΔCFI*	*ΔTLI*
Şekil Değişmezliği	416,140	340	0,040	0,961	0,957	-	-	-	-
Metrik Değişmezliği	426,871	359	0,037	0,965	0,963	22,502 (p=0,260)	19	0,004	0,006
Ölçek Değişmezliği	450,411	378	0,037	0,963	0,963	28,301 (p=0,078)	19	-0,002	0,000
Katı Değişmezliği	450,411	378	0,037	0,963	0,963	23,550 (p=0,263)	0	0,000	0,000

Bilgisayar ve tablet ortamında gerçekleştirilen sınavlara ilişkin oluşturulan modelin ölçme değişmezliği aşamalarında elde edilen uyum katsayıları Tablo 4.3'de verilmiştir.

Tablo 4.3: Bilgisayar ve Tablet Ortamında Gerçekleştirilen Sınavlara İlişkin Oluşturulan Modelin Ölçme Değişmezliği Uyum Katsayıları

Değişmezlik Türü	X^2	*df*	*RMSEA*	*CFI*	*TLI*	X^2 *Fark Testi*	*Δdf*	*ΔCFI*	*ΔTLI*
Şekil Değişmezliği	411,159	340	0,039	0,960	0,956	-	-	-	-
Metrik Değişmezliği	482,518	360	0,050	0,932	0,928	48,193 (p=0,000)	20	-0,028	-0,028

4.1.1. Şekil Değişmezliği

Modeldeki faktör ve madde gruplarının uygulama ortamına göre şekil değişmezliği bu aşamada incelenmiştir. Tablo 4.1, Tablo 4.2 ve Tablo 4.3'te verilen uyum katsayıları şekil değişmezliği aşamasında incelendiğinde uyum istatistiklerinin kabul edilen aralıkta (RMSEA<0,08; TLI>0,95; CFI>0,95) olduğu görülmektedir. Bu durumda, kâğıt-kalem ile bilgisayar, kâğıt-kalem ile tablet ve bilgisayar ile tablet ortamında gerçekleştirilen sınavlar arasında şekil değişmezliği sağlanmaktadır. Şekil değişmezliğinin sağlanması durumu grupları karşılaştırmak için yeterli değildir ancak metrik değişmezlik testine geçmek için bir önkoşuldur. Bu bağlamda oluşturulan modeller uygulama ortamına göre şekil değişmezliği sağladığı için metrik değişmezlik aşamasında geçilmiştir.

4.1.2. Metrik Değişmezlik

Modeldeki faktör ve madde gruplarına ek olarak madde faktör yükleri de uygulama ortamları arasında eşitlenerek metrik değişmezlik test edilmiştir. Uygulama ortamına göre metrik değişmezlik uyum katsayıları, kâğıt-kalem ile bilgisayar, kâğıt-kalem ile

tablet ve bilgisayar ile tablet ortamında gerçekleştirilen sınavlar için ayrı ayrı incelenmiştir.

Tablo 4.1'de verilen kâğıt-kalem ve bilgisayar ortamında gerçekleştirilen sınavlara ilişkin oluşturulan modelin ölçme değişmezliği uyum katsayıları **metrik değişmezlik** açısından incelendiğinde RMSEA uyum istatistiğinin kabul edilebilir aralıkta olduğu (0,038<0,08); TLI uyum istatistiğinin kabul edilebilir aralıkta olmadığı (0,943<0,95) ve CFI uyum istatistiğinin de (0,943<0,95) kabul edilebilir aralıkta olmadığı görülmektedir. Ki kare (X^2) fark testinin 30,822 (p=0,042<0,05) anlamlı olduğu yani iki modelin birbirinden farklı olduğu görülmektedir. Bu durum kâğıt-kalem ve bilgisayar ortamında gerçekleştirilen sınavlara ilişkin oluşturulan modelin metrik değişmezliği sağlamadığını göstermektedir. Buna göre yapılacak olan bir sınavın kâğıt-kalem ve bilgisayar ortamında yapılmasının farklı şekillerde sonuçlanacağı sonucuna varılabilir.

Tablo 4.2'de verilen kâğıt-kalem ve tablet ortamında gerçekleştirilen sınavlara ilişkin oluşturulan modelin ölçme değişmezliği uyum katsayıları **metrik değişmezlik** açısından incelendiğinde RMSEA (0,037<0,08), TLI (0,963>0,95) ve CFI (0,965>0,95) uyum istatistiklerinin kabul edilebilir aralıkta olduğu görülmektedir. Ki kare (X^2) fark testi 22,502 (p=0,26>0,05) anlamlı olmadığı için iki modelin farklı olmadığı görülmektedir. CFI ve TLI değerlerindeki değişimi gösteren ΔCFI (0,004<0,01) ve ΔTLI (0,006<0,01) değerlerinin değişmezliği sağladığı görülmektedir. Bu durum kâğıt-kalem ve tablet ortamında gerçekleştirilen sınavlara ilişkin oluşturulan modelin metrik değişmezliği sağladığını göstermektedir. Metrik değişmezliğin sağlanması madde ve faktör gruplarına ek olarak madde faktör yüklerinin de gruplar arasında benzer şekilde açığa çıktığını göstermektedir. Metrik değişmezliğin sağlanması kâğıt-kalem ve tablet ortamında gerçekleştirilen sınavların gözlenen değişken ortalamalarının karşılaştırılabilirliğini sağlamaz ama ölçek değişmezliği testi için bir önkoşuldur. Dolayısıyla kâğıt-kalem ve tablet ortamında gerçekleştirilen sınavlar arasında metrik değişmezlik sağlandığı için ölçek değişmezliği analizlerine geçilmiştir.

Tablo 4.3'te verilen bilgisayar ve tablet ortamında gerçekleştirilen sınavlara ilişkin oluşturulan modelin ölçme değişmezliği uyum katsayıları **metrik değişmezlik** açısından incelendiğinde RMSEA uyum istatistiğinin kabul edilebilir aralıkta olduğu (0,039<0,08); TLI uyum istatistiğinin kabul edilebilir aralıkta olmadığı (0,928<0,95)

ve CFI uyum istatistiğinin de (0,932<0,95) kabul edilebilir aralıkta olmadığı görülmektedir. Ki kare (X^2) fark testinin 48,193 (p=0,000<0,05) anlamlı olduğu yani iki modelin birbirinden farklı olduğu görülmektedir. Bu durum bilgisayar ve tablet ortamında gerçekleştirilen sınavlara ilişkin oluşturulan modelin metrik değişmezliği sağlamadığını göstermektedir. Buna göre, yapılacak olan bir sınavın bilgisayar ortamında yapılması ile tablet ortamında yapılmasının farklı şekillerde sonuçlanacağı sonucuna varılabilir.

Ölçme değişmezliği test aşamalarında her bir aşama bir sonraki aşamanın ön koşulu olduğu için metrik değişmezliğin sağlanmadığı kâğıt-kalem ile bilgisayar ve bilgisayar ile tablet ortamlarında gerçekleştirilen sınavlar için ölçek değişmezliği ve katı değişmezlik testleri yapılmamıştır. Kâğıt-kalem ve tablet ortamında gerçekleştirilen sınavlar için metrik değişmezlik sağlandığı için bir sonraki ölçme değişmezliği aşaması olan ölçek değişmezliği testine geçilmiştir.

4.1.3. Ölçek Değişmezliği

Ölçek değişmezliği testi sadece kâğıt-kalem ve tablet ortamında gerçekleştirilen sınavlar için yapılmıştır. Bu aşamada madde faktör grupları ve madde faktör yükleri ile birlikte madde sabitleri de gruplar arasında eşitlenerek ölçme değişmezliği test edilmiştir. Tablo 4.2'de verilen kâğıt-kalem ve tablet ortamında gerçekleştirilen sınavlara ilişkin oluşturulan modelin ölçme değişmezliği uyum katsayıları ölçek değişmezliği açısından incelendiğinde RMSEA (0,037<0,08), TLI (0,963>0,95) ve CFI (0,963>0,95) uyum istatistiklerinin kabul edilebilir aralıkta olduğu görülmektedir. Ki kare (X^2) fark testi 28,301 (p=0,078>0,05) anlamlı olmadığı için iki modelin farklı olmadığı görülmektedir. CFI ve TLI değerlerindeki değişimi gösteren ΔCFI (0,002<0,01) ve ΔTLI (0,000<0,01) değerlerinin değişmezliği sağladığı görülmektedir. Bu durumda kâğıt-kalem ve tablet ortamında gerçekleştirilen sınavlara ilişkin oluşturulan model ölçek değişmezliğini sağlamaktadır. Kâğıt-kalem ve tablet ortamında gerçekleştirilen sınavlar arasında ölçek değişmezliğinin sağlanması madde faktör grupları ve madde faktör yükleri ile birlikte madde sabitlerinin de sınavlar arasında benzer şekilde açığa çıktığını göstermektedir. Ölçek değişmezliğinin sağlanması kâğıt-kalem ve tablet ortamında gerçekleştirilen sınavların ortalamalarının karşılaştırılabilir olması şeklinde yorumlanabilir. Ölçek değişmezliğinin sağlanması katı değişmezlik testinin de önkoşulu olduğu için katı değişmezlik testine geçilmiştir.

4.1.4. Katı Değişmezlik

Ölçme değişmezliğinin son aşamasında madde faktör grupları, madde faktör yükleri ve madde sabitlerine ek olarak madde artık varyansları da eşitlenerek **katı değişmezlik** test edilmiştir. Kâğıt-kalem ve tablet ortamında gerçekleştirilen sınav için geliştirilen modele ilişkin Tablo 4.2'de verilen kâğıt-kalem ve tablet ortamında gerçekleştirilen sınavlara ilişkin oluşturulan modelin ölçme değişmezliği uyum katsayıları katı değişmezlik açısından incelendiğinde RMSEA (0,037<0,08), TLI (0,963>0,95) ve CFI (0,963>0,95) uyum istatistiklerinin kabul edilebilir aralıkta olduğu görülmektedir. Ki kare (X^2) fark testi 23,55 (p=0,263>0,05) anlamlı olmadığı için iki modelin farklı olmadığı görülmektedir. CFI ve TLI değerlerindeki değişimi gösteren ΔCFI (0,000<0,01) ve ΔTLI (0,000<0,01) değerlerinin değişmezliği sağladığı görülmektedir. Bu durumda kâğıt-kalem ve tablet ortamında gerçekleştirilen sınavlara ilişkin oluşturulan model katı değişmezlik sağlamaktadır. Bu bağlamda kâğıt-kalem ve tablet ortamında gerçekleştirilen sınavlar arasında madde hata varyansları farklılık göstermemektedir.

Matematik Başarı Testi uygulama ortamına göre; kâğıt-kalem ile bilgisayar ve bilgisayar ile tablet grupları arasında şekil değişmezliğini sağlamış ancak metrik değişmezliği sağlamamıştır. Bu sonuç Matematik Başarı Testi'nin kâğıt-kalem ile bilgisayar ve bilgisayar ile tablet arasında uygulama ortamlarından birine yanlı davrandığı ya da maddelerin farklı şekilde yorumlandığını göstermektedir. Bu durum Bayazıt'ın (2007), Bernt, Bugbee ve Arceo'nun (1990); Bodmann ve Robinson'un (2004); Cole, MacIsaac ve Cole'un (2001); Escudier, Newton, Cox, Reynolds ve Odell (2011) yapmış oldukları çalışmalardan farklı sonuçlar ortaya çıkarmıştır.

Matematik Başarı Testi uygulama ortamına göre kâğıt-kalem ile tablet grupları arasında ölçme değişmezliğinin tüm aşamalarını sağlamıştır. Bu durumda modelin faktör yapısı, maddeler ve faktörler arasındaki ilişkileri, madde sabitleri ve hata varyansları kâğıt-kalem ile tablet grupları arasında farklılık göstermemektedir. Buna göre sınava katılan öğrencilerin Matematik Başarı Testi'nden aldıkları puanların ortalamaları ile birlikte gözlenen varyans ve kovaryansları karşılaştırılabilir olduğu ve öğrenci puanları arasındaki olası farklılıkların uygulama ortamından kaynaklandığı sonucuna varılabilir.

4.2. Araştırmanın 2. Alt Problemine Yönelik Bulgular

Araştırmanın ikinci alt probleminde “Harcanan süre açısından sınavların uygulama ortamına (kâğıt-kalem, bilgisayar ve tablet) göre fark var mıdır?” sorusu incelenmiştir. Bu bağlamda öğrencilerin uygulama ortamlarına göre harcadıkları sürelere ilişkin uygun olan testi belirlemek için parametrik testlerin varsayımları aşamalı olarak test edilmiştir. İlk aşamada uygulama ortamına göre öğrencilerin sınavlarda harcadıkları sürelerden elde edilen veri setinin oran ölçeğinde olduğu tespit edilmiştir. İkinci aşamada veri setinin normal dağılım gösterip göstermediğini test etmek için betimsel istatistikler hesaplanmış ve Tablo 4.4’te gösterilmiştir.

Tablo 4.4: Uygulama Ortamına Göre Harcanan Sürelere İlişkin Betimsel İstatistikler

Uygulama Ortamı	*Veri Sayısı*	*Süre Ortalaması*	*Medyan*	*Standart Sapma*	*Çarpıklık Katsayısı*	*Basıklık Katsayısı*
Kâğıt-kalem	142	00:16	00:16	00:04	0,445	0,087
Bilgisayar	138	00:13	00:13	00:03	0,422	0,222
Tablet	139	00:16	00:15	00:06	0,547	-0,242

Uygulama ortamına göre harcanan sürelere ilişkin Tablo 4.4 incelendiğinde kâğıt-kalem ve tablet ortamında gerçekleştirilen sınavlarda öğrencilerin harcadığı sürelerin ortalama 16 dakika olduğu ve bilgisayar ortamında öğrencilerin Matematik Başarı Testi’ni ortalama 13 dakikada tamamladıkları görülmektedir. Tüm alt grupların çarpıklık ve basıklık katsayıları incelendiğinde 0,547 ile -0,242 arasında değiştiği görülmektedir. George ve Mallery (2010), Tabachnick ve Fidell (2013) çarpıklık ve basıklık katsayılarının -1,5 ile +1,5 arasında olduğu durumlarda veri setinin normal dağılım gösterdiğini belirtmektedir. Bu nedenle öğrencilerin kâğıt-kalem, bilgisayar ve tablet ortamında harcadıkları süreler normal dağılım göstermektedir.

Üçüncü aşamada grup varyanslarının homojenliği test edilmiştir. Levene istatisiği 23,365 ($p=0,000<0,05$) olarak hesaplanmıştır. Varyansların homojenliği sağlanamamıştır. Parametrik testler non-parametrik testlere göre güçlü istatistikler verdiği için Welch testi uygulanmıştır. Analiz sonuçları Tablo 4.5’te gösterilmiştir.

Tablo 4.5: Uygulama ortamına göre harcanan sürelere ilişkin Welch testi sonuçları

	İstatistik	*Serbestlik Derecesi 1*	*Serbestlik Derecesi 2*	*p*
Welch	19,598	2	268,265	0,000

Tablo 4.5 incelendiğinde Welch testi sonucunda [F(2)=19,598; (p=0,000<0,05)] bulunmuştur. Bu durum uygulama ortamlarına göre harcanan süreler açısından anlamlı farklılık olduğunu göstermektedir. Varyansların homojenliği sağlanamadığı için post hoc testleri yapılmıştır. Post hoc testlerinden Games-Howell testi yaygın olarak kullanıldığı için tercih edilmiştir. Analiz sonucunda Tablo 4.6'daki veriler elde edilmiştir.

Tablo 4.6: Uygulama Ortamlarına Göre Harcanan Sürelere İlişkin Karşılaştırmalı Post Hoc Test Sonuçları

Uygulama Ortamı	*Ortalama Farkları*	*p*
Kâğıt-kalem*bilgisayar	0:02	0,000
Kâğıt-kalem*tablet	0:00	0,895
Bilgisayar*tablet	-0:02	0,000

Tablo 4.6 incelendiğinde kâğıt-kalem ve bilgisayar ortamında gerçekleştirilen sınavlar arasında harcanan süreler açısından anlamlı farklılıklar olduğu (p=0,00<0,05) görülmektedir. Kâğıt-kalem ve tablet ortamında gerçekleştirilen sınavlar arasında harcanan süreler açısından anlamlı farklılıklar olmadığı (p=0,895>0,05) görülmektedir. Bilgisayar ve tablet ortamında gerçekleştirilen sınavlar arasında harcanan süreler açısından anlamlı farklılıklar olduğu (p=0,00<0,05) ve tablet ortamında gerçekleştirilen sınavlarda öğrencilerin daha fazla süre harcadıkları görülmektedir. Bu sonuçlar Bodmann ve Robinson'un (2004) yapmış olduğu çalışma ile benzerlik göstermekte iken Bayazıt'ın (2007) yapmış olduğu çalışmanın sonuçlarından farklıdır.

4.3. Araştırmanın 3. Alt Problemine Yönelik Bulgular

Araştırmanın üçüncü alt probleminde "Web tabanlı (online) sınavlar hakkında öğrencilerin görüşleri nelerdir?" sorusu incelenmiştir. Bu bağlamda öğrencilere sorulan sorular beş ayrı başlıkta incelenmiştir.

4.3.1. Öğrencilere Göre Bilgisayar Ortamında Gerçekleştirilen Sınavların Avantajları ve Dezavantajları

Matematik Başarı Testi'ni bilgisayar ortamında tamamlayan 136 öğrenciye "Bilgisayar ortamında gerçekleştirilen sınavların avantajları ve dezavantajları nelerdir?" sorusu sorulmuştur. Bu soruya öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde bilgisayar ortamında gerçekleştirilen sınavların avantajları hakkındaki öğrenci görüşleri aşağıdaki gibi gruplanmıştır;

- Bilgisayar uygulamasında sorular daha hızlı çözülebilir ve zaman kazandırır.
- İşlem gerektirmeyen sorularda kâğıt-kalem kullanılmadığı için bilgisayar uygulaması kâğıt tasarrufu sağlar.
- Öğrenciler kendilerini deneme imkânı bulurlar ve diğer sınavlara hazırlanırlar.
- Bilgisayar uygulamaları eğlenceli ve öğretici bir etkinliktir.
- Bilgisayar uygulamalarında kâğıt-kalem sınavlarında yaşanan kâğıtta yer kalmama sorunu yaşanmaz.
- Genel tekrar yapılmasına imkân sağlar.
- Klavyede daha hızlı yazabilirler ve hata yapıldığında daha kolay düzeltme imkânı vardır.

Öte yandan öğrencilerin "Bilgisayar ortamında gerçekleştirilen sınavların dezavantajları nelerdir?" sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde, öğrencilerin bilgisayar ortamında gerçekleştirilen sınavların dezavantajları hakkındaki görüşleri aşağıdaki gibi gruplanmıştır;

- Bilgisayar ekranı gözlere zarar verebilir.
- Kâğıt-kalem sınavlarına alışık olan öğrencilere bilgisayar ortamında gerçekleşen sınavlar zor gelebilir.
- Matematiksel işlemler için kâğıt-kaleme ihtiyaç duyulur.
- Öğrenciler sınav dışındaki uygulamaları açabilir ve internetten kopya çekebilir.
- Bilgisayarda veya internet bağlantısında herhangi bir sorun yaşandığında öğrenciler sınava zamanında başlayamaz.
- Bazı öğrencilere sıkıcı gelebilir.

4.3.2. Öğrencilere Göre Tablet Ortamında Gerçekleştirilen Sınavların Avantajları ve Dezavantajları

Matematik Başarı Testi'ni tablet ortamında tamamlayan 125 öğrenciye "Tablet ortamında gerçekleştirilen sınavların avantajları ve dezavantajları nelerdir?" sorusu sorulmuştur. Tablet ortamında gerçekleştirilen sınavların avantajlarına dair öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde öğrencilere göre tablet ortamında gerçekleştirilen sınavların avantajları aşağıdaki gibi gruplanmıştır;

- Tablet uygulamasında öğrenciler kendilerini geliştirme imkânı bulurlar ve yeni sınavlara hazırlanırlar.
- Kâğıt-kalem sınavlarında yapılan yanlışlar düzeltildiğinde kâğıtta iz kalırken tablet ortamında yapılan düzeltmelerde iz kalmaz.
- Tablette sınavlar kolay ve hızlı uygulanabilir, ayrıca zaman kazandırır.
- Eğlenceli ve öğretici bir etkinliktir aynı zamanda konu tekrarı yapılmasını sağlar.
- Kâğıt-kalem kullanmadan sorular çözülebilir, böylece zihinden soru çözme yeteneği gelişir.
- Kâğıt tasarrufu sağlar.
- Sorulardaki resimler renkli olabilir, video eklenebilir ve sorular büyütülüp küçültülebilir.
- Kalem ile kâğıda yazmak zor iken tablet ile daha kolay yazı yazılabilir.

Öğrencilerin "Tablet ortamında gerçekleştirilen sınavların dezavantajları nelerdir?" sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde öğrencilere göre tablet ortamında gerçekleştirilen sınavların dezavantajları şu şekilde gruplanmıştır;

- Tabletler radyasyon yayar ve tablet ekranı gözleri yorabilir.
- Tablette yanlış bir tuşa basma korkusu yaşanabilir.
- İnternet kesilebilir veya tabletin şarjı bitebilir, buna bağlı olarak sistemsel sorunlar yaşanabilir.
- Tabletten soru çözmeye alışık olmayan öğrenciler düşük not alabilir.

4.3.3. Öğrencilere Göre Sınav Ortamının Puana Etkisi

Matematik Başarı Testi'ni bilgisayar ortamında tamamlayan 136, tablet ortamında tamamlayan 125 öğrenciye "Sınavların kâğıt-kalem ortamında gerçekleşmesi ile bilgisayar veya tablet ile yapılması sınavdan alacağın puanı etkiler mi? Neden?" sorusu sorulmuştur. Bu soruya öğrencilerin verdikleri cevaplar analiz edilip gruplandığında Tablo 4.7'deki bulgular elde edilmiştir.

Tablo 4.7: Öğrencilere Göre Sınav Ortamının Puana Etkisi

Puanı Etkileme Durumu	*Bilgisayar*		*Tablet*		*Genel Toplam*	
	f	*%*	*f*	*%*	*f*	*%*
Fikrim Yok	18	13,24	20	16,00	38	14,56
Etkiler	68	50,00	60	48,00	128	49,04
Etkilemez	50	36,76	45	36,00	95	36,40
Genel Toplam	136	100,00	125	100,00	261	100,00

Tablo 4.7 incelendiğinde bilgisayar ortamında sınava katılan 136 öğrenciden 18'i (%13,24) bu konuda fikri olmadığını, 68'i (%50) sınav ortamının sınavdan alacağı puanı etkilediğini, 50'si (%36,76) sınav ortamının sınavdan alacağı puanı etkilemeyeceğini belirtmektedir. Aynı şekilde tablet ortamında sınava katılan 125 öğrenciden 20'si (%16) bu konuda fikri olmadığını, 60'ı (%48) sınav ortamının sınavdan alacağı puanı etkilediğini, 45'i (%36) sınav ortamının sınavdan alacağı puanı etkilemeyeceğini belirtmektedir. Bilgisayar ve tablet ortamında sınava katılan 261 öğrenci bir bütün olarak incelendiğinde öğrencilerin 38'i (%14,56) bu konuda fikri olmadığını, 128'i (%49,04) sınav ortamının sınavdan alacağı puanı etkilediğini, 95'i (%36,40) sınav ortamının sınavdan alacağı puanı etkilemeyeceğini belirtmektedir. Tablo 4.7 genel olarak incelendiğinde bilgisayar ve tablet ortamında uygulanan sınavların öğrencilere göre sınavdan alacakları puanları etkilediği algısı vardır. Bu durumun nedeni hakkındaki öğrenci görüşleri; tablet veya bilgisayarda renkli görüntüler ve videolar olabilmesi, kâğıt-kalem sınavlarındaki optik formdaki kaydırma hatasının bu sınavlarda olmaması, el yazısı yazmadıkları için öğretmenlerin verilen cevapları okumada sorun yaşamamaları, bu tarz sınavlara alışık olmayan öğrencilerin olumsuz etkilenmesi, bilgisayar ve tablet ortamında yapılan sınavlarda öğrencilerde kazanma duygusunun oluşması, öğrencilerin dikkatlerinin dağılması şeklinde sıralanabilir.

4.3.4. Öğrencilere Göre Sınav Ortamının Süreye Etkisi

Matematik Başarı Testi'ni bilgisayar ortamında tamamlayan 136, tablet ortamında tamamlayan 125 öğrenciye "Sınavların kâğıt-kalem ortamında gerçekleşmesi ile bilgisayar veya tablet ile yapılması sınav için harcayacağın süreyi etkiler mi? Neden?" sorusu sorulmuştur. Bu soruya öğrencilerin verdikleri cevaplar analiz edilip gruplandırıldığında Tablo 4.8'deki bulgular elde edilmiştir.

Tablo 4.8: Öğrencilere Göre Sınav Ortamının Süreye Etkisi

Süreyi Etkileme Durumu	*Bilgisayar*		*Tablet*		*Genel Toplam*	
	f	*%*	*f*	*%*	*f*	*%*
Fikrim Yok	12	8,82	15	12,00	27	10,34
Etkiler	87	63,97	72	57,60	159	60,92
Etkilemez	37	27,21	38	30,40	75	28,74
Genel Toplam	136	100,00	125	100,00	261	100,00

Tablo 4.8 incelendiğinde bilgisayar ortamında sınava katılan 136 öğrenciden 12'si (%8,82) bu konuda fikri olmadığını, 87'si (%63,97) sınav ortamının sınav için harcayacağı süreyi etkilediğini, 37'si (%27,21) sınav ortamının sınav için harcayacağı süreyi etkilemeyeceğini belirtmektedir. Aynı şekilde tablet ortamında sınava katılan 125 öğrenciden 15'i (%12) bu konuda fikri olmadığını, 72'si (%57,60) sınav ortamının sınav için harcayacağı süreyi etkilediğini, 38'i (%30,40) sınav ortamının sınav için harcayacağı süreyi etkilemeyeceğini belirtmektedir. Bilgisayar ve tablet ortamında sınava katılan 261 öğrenci bir bütün olarak incelendiğinde öğrencilerin 27'si (%10,34) bu konuda fikri olmadığını, 159'u (%60,92) sınav ortamının sınav için harcayacağı süreyi etkilediğini, 75'i (%28,74) sınav ortamının sınav için harcayacağı süreyi etkilemeyeceğini belirtmektedir. Tablo 4.8 genel olarak incelendiğinde bilgisayar ve tablet ortamında uygulanan sınavların öğrencilere göre sınav için harcayacağı süreyi etkilediği algısı vardır. Bu durumun nedeni öğrencilere göre; tablete veya bilgisayara yazı yazmanın kalem ile kâğıda yazı yazmaya göre daha kolay ve kısa sürmesi, renkli olduğu için soruların daha hızlı anlaşılması, tablet veya bilgisayarda yapılan hataların daha kolay düzeltilmesi, fotokopide yaşanan silinmelerin ve tam olarak okunamayan yerlerin tablet veya bilgisayarda yaşanmaması şeklindedir.

4.3.5. Öğrencilerin Gelecekte Yapılacak Olan Sınavlara İlişkin Ortam Tercihleri

Matematik Başarı Testi'ni bilgisayar ortamında tamamlayan 136, tablet ortamında tamamlayan 125 öğrenciye "Gelecekte yapılacak olan sınavların bilgisayar veya tablet ile yapılmasını ister misin? Neden?" sorusu sorulmuştur. Bu soruya öğrencilerin verdikleri cevaplar analiz edilip gruplandığında Tablo 4.9'daki bulgular elde edilmiştir.

Tablo 4.9: Öğrencilerin Gelecekte Yapılacak Olan Sınavların Bilgisayar veya Tablet Ortamında Yapılmasını İsteme Düzeyleri

Bilgisayar veya Tablet İle Sınava Girme İsteği	*Bilgisayar*		*Tablet*		*Genel Toplam*	
	f	*%*	*f*	*%*	*f*	*%*
Kararsızım	10	7,35	8	6,40	18	6,90
Evet, isterim	94	69,12	106	84,80	200	76,63
Hayır, istemem	32	23,53	11	8,80	43	16,48
Genel Toplam	136	100,00	125	100,00	261	100,00

Tablo 4.9 incelendiğinde bilgisayar ortamında sınava katılan 136 öğrenciden 10'u (%7,35) gelecekte yapılacak olan sınavların bilgisayar veya tablet ile yapılması konusunda kararsız olduğunu, 94'ü (%69,12) gelecekte yapılacak olan sınavların bilgisayar veya tablet ile yapılmasını istediğini, 32'si (%23,53) gelecekte yapılacak olan sınavların bilgisayar veya tablet ile yapılmasını istemediğini belirtmektedir. Aynı şekilde tablet ortamında sınava katılan 125 öğrenciden 8'i (%6,40) gelecekte yapılacak olan sınavların bilgisayar veya tablet ile yapılması konusunda kararsız olduğunu, 106'sı (%84,80) gelecekte yapılacak olan sınavların bilgisayar veya tablet ile yapılmasını istediğini, 11'i (%8,80) gelecekte yapılacak olan sınavların bilgisayar veya tablet ile yapılmasını istemediğini belirtmektedir. Bilgisayar ve tablet ortamında sınava katılan 261 öğrenci bir bütün olarak incelendiğinde öğrencilerin 18'i (%6,90) gelecekte yapılacak olan sınavların bilgisayar veya tablet ile yapılması konusunda kararsız olduğunu, 200'ü (%76,63) gelecekte yapılacak olan sınavların bilgisayar veya tablet ile yapılmasını istediğini, 43'ü (%16,48) gelecekte yapılacak olan sınavların bilgisayar veya tablet ile yapılmasını istemediğini belirtmektedir. Tablo 4.9 genel olarak incelendiğinde öğrencilerin gelecekte yapılacak olan sınavların bilgisayar veya tablet ile yapılmasını istediğini söyleyebiliriz. Bu durumun nedeni öğrencilere göre; öğrencilerin bilgisayar veya tablet ile yapılan sınavları merak etmesi, daha hızlı çözeceklerine inanmaları, kâğıt-kalem kullanmamaları ve bilgisayar veya tablet ile daha hızlı yazı yazmaları, soruların renkli olması ve video eklenebilecek olması, sınav sonucunun anında görülebilecek olması, gelişen teknolojiye uyum sağlama isteği, eğlenceli ve eğitici bir etkinlik olması, kâğıt israfını önleyerek ağaçları korumuş olmaları şeklindedir.

Araştırmanın bulgularına göre Matematik Başarı Testi uygulama ortamına göre; kâğıt-kalem ile bilgisayar ve bilgisayar ile tablet grupları arasında şekil değişmezliğini sağlamış ancak metrik değişmezliği sağlamamıştır, dolayısıyla ölçme

değişmezliği sağlanmamıştır. Ancak Matematik Başarı Testi uygulama ortamına göre kâğıt-kalem ile tablet grupları arasında ölçme değişmezliğinin tüm aşamalarını sağlamıştır.

Uygulama ortamlarına göre harcanan süreler arasında anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. Öğrencilerin uygulama ortamlarına göre en az bilgisayar ortamında, en çok kâğıt-kalem ortamında süre harcadıkları görülmektedir. Kâğıt-kalem ile bilgisayar ortamında uygulanan sınavlar arasında harcanan süreler açısından anlamlı farklılıklar olduğu görülmektedir. Bu durumda Bayazıt (2007), Cole, MacIsaac ve Cole'un (2001) yapmış oldukları çalışmalar ile benzer sonuç elde edilmiştir. Bodmann ve Robinson'un (2004) yapmış olduğu çalışmanın bulguları ile farklı sonuçlar elde edilmiştir.

Bilgisayar ile tablet ortamında uygulanan sınavlar arasında harcanan süreler açısından anlamlı farklılıklar olduğu; kâğıt-kalem ile tablet ortamında uygulanan sınavlar arasında harcanan süreler açısından anlamlı farklılıklar olmadığı ortaya çıkmıştır. Alanyazında yapılan çalışmalar incelendiğinde tablet ortamında gerçekleştirilen sınavlar ile bilgisayar ve kâğıt-kalem ortamında gerçekleştirilen sınavların karşılaştırıldığı çalışmalara rastlanmadığı için bu bulgu literatür ile desteklenmemiştir.

Öğrenci Görüşleri Anketi ile öğrencilere göre bilgisayar ve tablet ortamında gerçekleştirilen sınavların avantajları ve dezavantajları tespit edilmiştir. Bilgisayar ve tablet ortamında gerçekleştirilen sınavların öğrencilere göre sınavdan alacakları puanları ve sınav için harcayacağı süreyi etkilediği algısı vardır. Ayrıca öğrencilerin gelecekte yapılacak olan sınavların bilgisayar veya tablet ile yapılmasını istedikleri görülmektedir. Bu bulgular Bayazıt (2007), Buz (2012), Escudier, Newton, Cox, Reynolds ve Odell'ın (2011) yapmış oldukları çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.

Araştırmanın bulguları kâğıt-kalem ve tablet ortamında uygulanan sınavların ölçme değişmezliğini sağladığını ve gelecekte yapılacak olan sınavların tablet ortamında yapılmasının uygun olacağını göstermiş ve bu bağlamda literatüre katkı sağlamıştır.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu bölümde, araştırmanın sonuçlarına ve önerilere yer verilmiştir.

5.1. Sonuçlar

Araştırma sonuçları sırasıyla uygulama ortamına (kâğıt-kalem, bilgisayar ve tablet) göre ölçme değişmezliği, uygulama ortamına (kâğıt-kalem, bilgisayar ve tablet) göre harcanan süreler arasındaki fark ve öğrenci görüşleri başlıkları altında verilmiştir.

5.1.1. Uygulama Ortamına Göre Ölçme Değişmezliği

Araştırmada, Matematik Başarı Testi'nin uygulama ortamına göre; kâğıt-kalem ile bilgisayar, kâğıt-kalem ile tablet ve bilgisayar ile tablet grupları arasında ölçme değişmezliğini sağlayıp sağlamadığı incelenmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre, kâğıt-kalem ile bilgisayar ve bilgisayar ile tablet ortamında gerçekleştirilen sınavlar arasında şekil değişmezliği sağlanırken; metrik değişmezlik sağlanmamıştır. Ölçme değişmezliği testleri aşamalı bir şekilde yapıldığı için ölçek ve katı değişmezliği testleri yapılmamıştır. Buradan madde-faktör gruplarının kâğıt-kalem ile bilgisayar ve bilgisayar ile tablet ortamında gerçekleştirilen sınavlar arasında eşit dağıldığını ancak faktör yüklerinin, varyanslarının, hata varyansaların ve kovaryanslarının kâğıt-kalem ile bilgisayar ve bilgisayar ile tablet ortamında gerçekleştirilen sınavlar arasında değişkenlik gösterdiği sonucu elde edilmiştir. Buna göre, yapılacak olan bir sınavın kâğıt-kalem ile bilgisayar ve bilgisayar ile tablet ortamında yapılması farklı şekillerde sonuçlanabilir.

Matematik Başarı Testi modeli uygulama ortamına göre, kâğıt-kalem ile tablet grupları arasında ölçme değişmezliği aşamalarının hepsini sağlamaktadır. Bu durum Matematik Başarı Testi modelindeki değişkenlerin kâğıt-kalem ile tablet grupları arasında madde ve faktör gruplarının, madde faktör yüklerinin, madde sabitlerinin ve hata varyanslarının kâğıt-kalem ile tablet grupları arasında benzer şekilde ortaya çıktığını göstermektedir. Kısaca modelde yer alan değişkenlerin gözlenen ortalamaları kâğıt-kalem ile tablet grupları arasında karşılaştırılabilir ve olası farklılıkların uygulama ortamından değil öğrencilerin başarıları arasındaki farktan kaynaklandığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç literatürde çalışılmamış bir alan olan kâğıt-kalem ile tablet ortamında gerçekleştirilen sınavların karşılaştırılabilir olması yönüyle önemlidir.

5.1.2. Uygulama Ortamına Göre Harcanan Süreler Arasındaki Fark

Araştırmada uygulama ortamına (kâğıt-kalem, bilgisayar ve tablet) göre harcanan süreler açısından fark olup olmadığı incelenmiştir. İlk olarak analizde kullanılan parametrik testlerin varsayımlarının karşılanma durumu incelenmiştir. Veri setinin oran ölçeğinde olduğu ve normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Varyansların homojenliği sağlanamamıştır. Bu sebeple Welch testi uygulanmış ve sonucunda uygulama ortamlarına göre harcanan süreler arasında anlamlı bir fark olduğu, öğrencilerin bilgisayar ortamında en az, kâğıt-kalem ortamında ise en çok süreyi harcadıkları sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca kâğıt-kalem ile bilgisayar ve bilgisayar ile tablet ortamında uygulanan sınavlar arasında harcanan süreler açısından anlamlı farklılıklar olduğu; kâğıt-kalem ile tablet ortamında uygulanan sınavlar arasında harcanan süreler açısından anlamlı farklılıklar olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

5.1.3. Öğrenci Görüşleri

Araştırmada ayrıca öğrencilerin web tabanlı (online) sınavlar hakkındaki görüşleri belirlenmiştir. Öğrencilere göre bilgisayar ortamında gerçekleştirilen sınavların avantajları, hızlı soru çözümü, zaman kazandırması, kâğıt tasarrufu, diğer sınavlara hazırlanma, eğlenme ve öğrenme, sınırsız metin yazabilme, genel tekrar yapılması ve yapılan hataların kolay bir şekilde düzeltilmesidir. Öğrencilere göre bilgisayar ortamında gerçekleştirilen sınavların dezavantajları ise göze zarar verebilmesi, alışık olmayan öğrencileri olumsuz etkilemesi, işlem yapmak için kâğıt-kaleme ihtiyaç duyulması, internetten kopya çekilmesi, bilgisayar veya internette sorun yaşanma ihtimali ve bazı öğrencilere sıkıcı gelmesidir.

Öğrencilere göre tablet ortamında gerçekleştirilen sınavların avantajları, kendilerini geliştirme imkânı bulmaları, yapılan düzeltmelerin sorunsuz olması, kolay ve hızlı uygulanarak zaman kazandırması, eğlenceli ve öğretici bir etkinlik olması, konu tekrarı yapılması, zihinden soru çözmeyi geliştirmesi, kâğıt tasarrufu, renkli resimler ve videolar eklenmesi, soruların büyütülüp küçültülebilmesi ve tablet ile yazı yazmanın daha kolay olmasıdır. Öğrencilere göre tablet ortamında gerçekleştirilen sınavların dezavantajları ise tabletlerin radyasyon yayması, gözlere zarar vermesi, yanlış bir tuşa basma korkusu yaşanabilmesi, internetin kesilmesi veya tabletin şarjının bitmesi ve her öğrencinin tabletten soru çözmeye alışık olmamasıdır.

Öğrencilere göre sınavların kâğıt-kalem, bilgisayar veya tablet ile yapılması sınavdan alacakları puanları etkilemektedir. Bu durumun nedenlerini öğrenciler;

tablet veya bilgisayarda renkli görüntüler ve videolar olabilmesi, kâğıt-kalem sınavlarındaki optik forma cevapları işaretlerken yapılabilecek olan kaydırma hatasının bilgisayar ve tablet ortamında gerçekleşen sınavlarda yaşanmayacak olması, el yazısı yazmadıkları için öğretmenlerin verilen cevapları okumada sorun yaşamamaları, bu tarz sınavlara alışık olmayan öğrencilerin olumsuz etkilenmesi, bilgisayar ve tablet ortamında yapılan sınavlarda öğrencilerde kazanma duygusunun oluşması, öğrencilerin dikkatlerinin dağılması şeklinde belirtmişlerdir.

Öğrencilerde sınavların kâğıt-kalem, bilgisayar veya tablet ile yapılmasının sınav için harcayacakları süreyi etkilediği algısı vardır. Bu durumun nedenlerini öğrenciler; tablete veya bilgisayara yazı yazmanın kalem ile kâğıda yazı yazmaya göre daha kısa sürmesi, renkli olduğu için soruların daha hızlı anlaşılması, tablet veya bilgisayarda yapılan hataların daha kolay düzeltilmesi, fotokopide yaşanan silinmelerin ve tam olarak okunamayan yerlerin tablet veya bilgisayarda yaşanmaması şeklindedir.

Öğrenciler gelecekte yapılacak olan sınavların bilgisayar veya tablet ile yapılmasını istemektedir. Bu durumun nedenleri; öğrencilerin bilgisayar veya tablet ile yapılan sınavları merak etmesi, daha hızlı çözeceklerine inanmaları, kâğıt-kalem kullanmamaları ve bilgisayar veya tablet ile daha hızlı yazı yazmaları, soruların renkli olması ve video eklenebilecek olması, sınav sonucunun anında görülebilecek olması, gelişen teknolojiye uyum sağlama isteği, eğlenceli ve eğitici bir etkinlik olması, kâğıt israfını önleyerek ağaçları korumuş olmaları şeklindedir.

5.2. Öneriler

Bu bölümde önerilere yer verilmiştir. Öneriler araştırmaya ve uygulamaya yönelik öneriler olmak üzere iki başlıkta açıklanmıştır.

5.2.1. Araştırmaya Dönük Öneriler

Araştırmanın sonuçları Matematik Başarı Testi modeli kâğıt-kalem ile bilgisayar ve bilgisayar ile tablet grupları arasında sadece şekil değişmezliğinin sağlandığını, kâğıt-kalem ile tablet grupları arasında ise ölçme değişmezliğinin tüm aşamalarının sağlandığını göstermektedir. Bu durumda benzer karşılaştırmalar yapılırken kâğıt-kalem ile bilgisayar ve bilgisayar ile tablet grupları arasında ölçme değişmezliğinin sağlanıp sağlanmadığının kontrol edilmesi gerekmektedir. Öğrenciler farklı sınav ortamlarında farklı performans sergileyebilecekleri için Matematik dersi dışındaki

diğer dersler içinde benzer çalışmalar yapılabilir. Matematik alanında yapılan bu çalışma geometri konusuyla sınırlı oluğu için matematiğin diğer alanlarında da inceleme ve araştırma yapılması önerilir.

5.2.2. Uygulamaya Dönük Öneriler

Araştırma kapsamında geliştirilen Matematik Başarı Testi farklı dersler için de geliştirilerek farklı yaş gruplarındaki bireylere uygulanabilir. Ayrıca farklı web tabanlı (online) sınav uygulamaları kullanılarak benzer çalışmalar yapılabilir.

Araştırmada, öğrencilerin sınavı tamamlama süreleri incelenmiştir. Gelecekte yapılacak olan araştırmalarda bu sürelerin madde bazında karşılaştırılması sürelere etki eden etmenler hakkında daha ayrıntılı bilgi verebilir.

Öğretmenlerin web tabanlı (online) sınavlara ilişkin görüşleri ve bu sınavları kullanma düzeyleri tespit edilebilir.

Araştırmada kurulan model kâğıt-kalem ile bilgisayar ve bilgisayar ile tablet grupları arasında sadece şekil değişmezliği sağlamıştır. Gelecekte yapılacak olan araştırmalarda modelin kısmi ölçme değişmezliği test edilebilir. Ayrıca yanlılık gösteren maddelerin ya da alt grupların belirlenmesi amacıyla yanlılık çalışmaları yapılabilir.

KAYNAKÇA

Akyıldız, M. (2009). PIRLS 2001 testinin yapı geçerliğinin ülkelerarası karşılaştırılması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(1), 18-47.

Aybek, E. C. (2012*). Kâğıt-kalem formu ve bilgisayar ortamında uygulanan genel yetenek testinin psikometrik özelliklerinin karşılaştırılması* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ankara Üniversitesi, Ankara.

Bahadır, E. (2012). *Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı'na (PISA 2009) göre Türkiye'deki öğrencilerin okuma becerilerini etkileyen değişkenlerin bölgelere göre incelenmesi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Başusta, N. B. (2010). Ölçme eşdeğerliği. *Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme Dergisi*, Kış 2010, 1(2),58-64.

Başusta, N. B. ve Gelbal, S. (2015). Gruplararası karşılaştırmalarda ölçme değişmezliğinin test edilmesi: PISA Öğrenci Anketi Örneği Examination of measurement ınvariance at groups' comparisons: a study on PISA Student Questionnaire. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi,* 30(4).

Bayazıt, A. (2007). *Çevrimiçi sınavlar ve kâğıt-kalem sınavları arasındaki sınav süresi ve öğrenci başarım farklılıkları* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Bernt, F. M., Bugbee Jr, A. C., & Arceo, R. D. (1990). Factors influencing student resistance to computer administered testing. *Journal of Research on Computing in Education,* 22(3), 265-275.

Bodmann, S. M., & Robinson, D. H. (2004). Speed and performance differences among computer-based and paper-pencil tests. *Journal of Educational Computing Research,* 31(1), 51-60.

Bölükbaşı, M. (2015). *Mobil teknoloji destekli bir ölçme ve değerlendirme uygulamasıyla yeterliliklerin karşılaştırılması* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla.

Buerger, S., Kröhne, U., & Goldhammer, F. (2016). The transition to computer-based testing in large-scale assessments: Investigating (partial) measurement invariance between modes*. Psychological Test and Assessment Modeling*, 58, 587-606.

Buz, G. (2012). *Web tabanlı ölçme değerlendirme uygulamalarının başarı analizi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Beykent Üniversitesi, İstanbul.

Büyüköztürk, Ş, Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., ve Demirel, F. (2008). *Bilimsel araştırma yöntemleri.* Ankara: Pegem A Yayıncılık

Byrne, B. M. (2013). *Structural equation modeling with LISREL, PRELIS, and SIMPLIS: Basic Concepts, Applications, and Programming*. Psychology Press

Byrne, B. M., & Stewart, S. M. (2006). Teacher's corner: The MACS approach to testing for multigroup invariance of a second-order structure: A walk through the process. *Structural Equation Modeling*, 13(2), 287-321.

Byrne, B. M. & Watkins, D. (2003). The issue of measurement invariance revisited. *Journal of Cross-Cultural Psychology*. 34, (2), 155-175.

Champlain, A. and Gessaroli, M.E. (1996). Assessing the dimensionality of item response matrices with small sample sizes and short test lengths. *Applied Measurement in Education*,11(3), 231-253

Cheung, G. W., & Rensvold, R. B. (2002). Evaluating goodness-of-fit indexes for testing measurement invariance. *Structural Equation Modeling*, 9(2), 233-255.

Cieciuch, J., Davidov, E., Oberski, D. L., & Algesheimer, R. (2015). Testing for measurement invariance by detecting local misspecification and an illustration across online and paper-and-pencil samples. *European Political Science*, 14, 521-538.

Clariana, R., & Wallace, P. (2002). Paper–based versus computer–based assessment: key factors associated with the test mode effect. *British Journal of Educational Technology*, 33(5), 593-602.

Cole, M. S., Bedeian, A. G., & Feild, H. S. (2006). The measurement equivalence of web-based and paper-and-pencil measures of transformational leadership: A multinational test. *Organizational Research Methods*, 9(3), 339-368.

Cole, R. P., MacIsaac, D., & Cole, D. M. (2001). *A comparison of paper-based and web-based testing.* [Çevrim-içi: http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED453224.pdf, Erişim tarihi: 15 Mart 2017.]

Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G. ve Büyüköztürk, Ş. (2012). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik: SPSS ve LISREL uygulamaları*. (2. Baskı) Ankara: Pegem Akademi Yayınları.

Dommeyer, C. J., Baum, P., Hanna, R. W., & Chapman, K. S. (2004). Gathering faculty teaching evaluations by in-class and online surveys: their effects on response rates and evaluations. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 29(5), 611-623.

Ercikan, K., & Koh, K. (2005). Examining the construct comparability of the English and French versions of TIMSS. *International Journal of Testing*, 5(1), 23-35.

Ergün, E. (2002). *Üniversite öğrencilerinin bilgisayar destekli ölçmeden elde ettikleri başarının kalem-kâğıt testi başarısı, bilgisayar kaygısı ve bilgisayar tecrübeleri açısından incelenmesi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

Escudier, M. P., Newton, T. J., Cox, M. J., Reynolds, P. A., & Odell, E. W. (2011). University students' attainment and perceptions of computer delivered assessment; a comparison between computer-based and traditional tests in a 'high-stakes' examination. *Journal of Computer Assisted Learning*, 27(5), 440-447.

Floyd, F. J., & Widaman, K. F. (1995). Factor analysis in the development and refinement of clinical assessment instruments. *Psychological assessment*, 7(3), 286.

George, D., & Mallery, M. (2010). *SPSS for windows step by step: a simple guide and reference,* 17.0 update (10a ed.) Boston: Pearson

Glanville, J. L. & Wildhagen, T. (2007). The measurement of school engagement: Assesing dimensionality and measurement incariance across race and ethnicity. *Educational and Psychological Measurement*, 67(6), 1019-1041.

Gregorich, S. E. (2006). Do self-report instruments allow meaningful comparisons across diverse population groups? Testing measurement invariance using the confirmatory factor analysis framework. *Medical care*, 44(11,3).

Greiff, S., Wüstenberg, S., Molnár, G., Fischer, A., Funke, J., & Csapó, B. (2013). Complex problem solving in educational contexts—Something beyond g: Concept, assessment, measurement invariance, and construct validity. *Journal of Educational Psychology*, 105(2), 364.

Gül, E. ve Doğan, Ç. (2011), Online değerlendirme güvenilir midir?. *5th International Computer & Instructional Technologies Symposium*, Elazığ, Eylül, 2011.

Güzeller, C. O. (2012). The effect of web-based portfolio use on academic achievement and retention. *Asia Pacific education review*, 13(3), 457-464.

Hagger, M. S., Aşçı, F. H., Lindwall, M., Hein, V., Mülazımoğlu-Ballı, Ö., Tarrant, M., & Sell, V. (2007). Cross-cultural validity and measurement invariance of the social physique anxiety scale in five European nations. *Scandinavian Journal of Medicine & Science In Sports*, 17(6), 703-719.

Helgeson, S. L., & Kumar, D. D. (1993). A Review of educational technology in science assessment. *Journal of computers in mathematics and science teaching*, 12, 227-43.

Herdman, M., Fox-Rushby, J., & Badia, X. (1998). A model of equivalence in the cultural adaptation of HRQoL instruments: the universalist approach. *Quality of life Research*, 7(4), 323-335.

Hirai, M., Vernon, L. L., & Clum, G. A. (2016). Factor structure and administration measurement invariance of the beliefs toward mental illness scale in Latino College samples paper–pencil versus internet administrations. *Assessment*, 1073191116661630.

Hoyle, R.H. (2012). Model specification in structural equation modeling. In R. H. Hoyle (Ed), *Handbook of Structural Equation Modeling* 126-144. New York: The Guilford Press.

Hricko, M., & Howell, S. L. (2006). *Online assessment and measurement*. IGI Global.

Hoffman, L. (2014). *Spring 2014 Psychology 948: Latent Trait Measurement and Structural Equation Models*. [Çevrim-içi: http://www.lesahoffman.com/PSYC948/948_Example9c_IFA_Multiple_Group_Invariance.pdf, Erişim tarihi: 12 Nisan 2017.]

Jamil, M., Tariq, R. H., Shami, P. A. (2012). Computer-based vs paper-based examinations: Perceptions of university teachers. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 11(4).

Karadeniz, Ş. (2009). The impacts of paper, web and mobile based assessment on students achievement and perceptions. *Scientific Research and Essays*, 4(10), 984-991.

Kline, R. B. (2011). *Principles and practice of structural equation Modelling*. (Third Edition). New York: Guildford Publication, Inc.

Little, T. D. (1997). Mean and covariance structures (MACS) analyses of cross-cultural data: Practical and theoretical issues. *Multivariate behavioral research*, 32(1), 53-76.

Luecht, R. M. (2001). *Challenges of web-based assessment*. [Çevrim-içi: http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED458294.pdf, Erişim tarihi: 1 Şubat 2017.]

Meade, A. W., & Loutenschlager, G. J. (2004). A comparison of item response theory and confirmatory factor analytic methodologies for establishing measurement equivalence/ invariance. *Organizational Research Methods*, 7(4), 361-388.

Meade, A. W., Michels, L. C., & Lautenschlager, G. J. (2007). Are Internet and paper-and-pencil personality tests truly comparable? An experimental design measurement invariance study. *Organizational Research Methods*, 10(2), 322-345.

Meredith, W. (1993). Measurement invariance, factor analysis and factorial invariance. *Psychometrika*, 58(4), 525-543.

Millsap, R. E., & Meredith, W. (2007). Factorial invariance: Historical perspectives and new problems. Factor analysis at 100. *Historical Developments and Future Directions*, 131-152.

Mplus Kullanım Klavuzu Örnekleri, (2017). *Bölüm 4: Açımlayıcı faktör analizi.* [Çevrim-içi: https://www.statmodel.com/usersguide/chapter4.shtml, Erişim tarihi: 12 Nisan 2017.]

Natal, D. (1998). *On-Line assessment: what, why, how*. Imagen Multimedia Corp., Lompoc, CA.

Nikou, S. A., & Economides, A. A. (2013). *Student achievement in paper, computer/web and mobile based assessment.* In BCI (Local) (p. 107).

Öğretmen, T. (2006). *Uluslararası okuma becerilerinde gelişim projesi (PIRLS) 2001 testinin psikometrik özelliklerinin incelenmesi: Türkiye-Amerika Birleşik Devletleri örneği* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Perkmen, S. ve Tezci, E. (2011). *Eğitimde teknoloji entegrasyonu* (s. 1-7). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.

Pugesek, B., Tomer, A. & Von Eye, A. (Editors). (2003). *Structural equaiton modeling: applications in ecological and evolutionary biology.* Cambridge University Press.

Raykov, T., & Marcoulides, G. A. (2011). *Introduction to psychometric theory*. Routledge.

Reise, S. P., Widaman, F. K., & Pugh, R. H. (1993). Confirmatory factor analysis and item response theory: Two approaches for exploring measurement invariance. *Psychological Bulletin*, 114, 552-566.

Salzberger, T., Sinkovics, R. R. & Schlgelmich, B. B. (1999). Data equivalence in cross-cultural research: a comparison of classical test theory and latent trait theory based approaches. *Australasian Marketing Journal*, 7 (2), 23-38.

Sampson Jr, J. P. (2000). Using the Internet to enhance testing in counseling. *Journal of Counseling and Development*: JCD, 78(3), 348.

Schmitt, N., & Kuljanin, G. (2008). Measurement invariance: Review of practice and implications. *Human Resource Management Review*, 18(4), 210-222.

Somer, O., Korkmaz, M., Dural, S. ve Can, S. (2009). Ölçme eşdeğerliğinin yapısal eşitlik modellemesi ve madde cevap kuramı kapsamında incelenmesi. *Türk Psikoloji Dergisi,* Aralık 2009, 24(64), 61-75.

Spini, D. (2003). Measurement equivalence of 10 value types from the schwartz value survey across 21 countries. *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 34 (1),3-23.

Stapleton, C. D. (1997). *Basic concepts and procedures of confirmatory factor analysis.* [Çevrim-içi: http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED407416.pdf, Erişim tarihi: 12 Şubat 2017.]

Steenkamp, J. B. E., & Baumgartner, H. (1998). Assessing measurement invariance in cross-national consumer research. *Journal of consumer research*, 25(1), 78-90.

Stein, J. A., Lee, J. W., & Jones, P. S. (2006). Assessing cross-cultural differences through use of multiple-group invariance analyses. *Journal of personality assessment*, 87(3), 249-258.

Steinmetz, H., Schmidt, P., Tina-Booh, A., Wieczorek, S., & Schwartz, S. H. (2009). Testing measurement invariance using multigroup CFA: Differences between educational groups in human values measurement. *Quality & Quantity*, 43(4), 599-616.

Şekercioğlu, G. (2009). *Çocuklar için benlik algısı profilinin uyarlanması ve faktör yapısının farklı değişkenlere göre eşitliğinin test edilmesi* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Ankara Üniversitesi, Ankara.

Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013) *Using multivariate statistics* (sixth ed.) Pearson, Boston. Pearson Education.

Uyar, Ş. (2011.) PISA 2009 *Türkiye örnekleminde öğrenme stratejileri modelinin farklı gruplarda ölçme değişmezliğinin incelenmesi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Uzun, B. N. (2008). *TIMSS-R Türkiye örnekleminde fen başarısını etkileyen değişkenlerin cinsiyetler arası değişmezliğinin değerlendirilmesi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Uzun, B. ve Öğretmen, T. (2010). Fen başarısı ile ilgili bazı değişkenlerin TIMSS-R Türkiye örnekleminde cinsiyete göre ölçme değişmezliğinin değerlendirilmesi. *Eğitim ve Bilim,* 35(155).

Uzunkavak, Ç. (2012). *İlköğretim öğrencilerinin bilgisayar ortamında yapılan ölçme ve değerlendirme uygulamasına yönelik tutumlarının incelenmesi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Vandenberg, R. J., & Lance, C. E. (2000). A review and synthesis of the measurement invariance literature: Suggestions, practices, and recommendations for organizational research. *Organizational research methods*, 3(1), 4-70.

Vleeschouwer, M., Schubart, C. D., Henquet, C., Myin-Germeys, I., van Gastel, W. A., Hillegers, M. H., & Derks, E. M. (2014). Does assessment type matter? A measurement invariance analysis of online and paper and pencil assessment of the Community Assessment of Psychic Experiences (CAPE). *PloS one*, 9(1), e84011.

Wang, J., & Wang, X. (2012). *Structural equation modeling: Applications using Mplus*. John Wiley & Sons.

Whitaker, B. G., & McKinney, J. L. (2007). Assessing the measurement invariance of latent job satisfaction ratings across survey administration modes for respondent subgroups: A MIMIC modeling approach. *Behavior Research Methods*, 39(3), 502-509.

Widaman, K. F., & Reise, S. P. (1997). Exploring the measurement invariance of psychological instruments: Applications in the substance use domain. *The Science of Prevention: Methodological Advances from Alcohol and Substance Abuse Research*, 281-324.

Wu, A. D., Li, Z. & Zumbo, B. D. (2007). Decoding the meaning of factorial invariance and updating the practice of multi-group confirmatory factor analysis: A demonstration with TIMSS data. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 12, 1-26.

Yağcı, M. (2012). Çevrimiçi Sınav Ortamlarının Öğrencilerin Akademik Başarılarına Etkisi. *NWSA-Education Sciences* 7(1).

Yağcı, M., Ekiz, H., ve Gelbal, S. (2015). Yeni bir çevrimiçi sınav modeli geliştirilmesi ve uygulanması. *Journal of Kirsehir Education Faculty*, 16(1).

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2006). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri.* Ankara: Seçkin Yayıncılık.

EKLER DİZİNİ

EK 1. ETİK KOMİSYONU ONAY BİLDİRİMİ

T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Rektörlük

Sayı : 35853172/ 433 – 905

06 Mart 2017

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Enstitünüz Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Bilim Dalı tezli yüksek lisans programı öğrencilerinden **İsa GÜNDOĞMUŞ**'un **Yrd. Doç. Dr. Derya ÇOBANOĞLU AKTAN** danışmanlığında yürüttüğü **"Kağıt-Kalem Sınavları ile Web Tabanlı (Online) Sınavların Psikometrik Niteliklerinin Karşılaştırılması"** başlıklı tez çalışması, Üniversitemiz Senatosu Etik Komisyonunun **28 Şubat 2017** tarihinde yapmış olduğu toplantıda incelenmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Rahime M. NOHUTCU
Rektör a.
Rektör Yardımcısı

Hacettepe Üniversitesi Rektörlük 06100 Sıhhiye-Ankara
Telefon: 0 (312) 305 3001 - 3002 • Faks: 0 (312) 311 9992
E-posta: yazimd@hacettepe.edu.tr • www.hacettepe.edu.tr

Ayrıntılı Bilgi için:
Yazı İşleri Müdürlüğü
0 (312) 305 1008

EK 2. İL MİLLÎ EĞİTİM MÜDÜRLÜĞÜ TEZ ÇALIŞMA İZNİ

T.C.
AKSARAY VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 85705372-44-E.3594347
Konu : Tez Çalışma İzni

17/03/2017

VALİLİK MAKAMINA

İlgi: **a)** Millî Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 07.03.2012 tarih ve 3616 sayılı 2012/13 Nolu Genelgesi.

b)Hacettepe Üniversitesi Genel Sekreterliğinin 16.03.2017 tarihli ve 76000869/160-1005 sayılı yazısı.

İlgi (b) yazıda belirtildiği üzere ; Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Eğitim Bilimleri ABD Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Bilim Dalı yüksek lisans programı öğrencisi ve Müdürlüğümüze bağlı 15 Temmuz Ortaokulu matematik öğretmeni İsa GÜNDOĞMUŞ; Yrd.Doç.Dr.Derya ÇOBANOĞLU AKTAN danışmanlığında yürüttüğü **"Kağıt-Kalem Sınavları İle Web Tabanlı (Online) Sınavların Psikometrik Niteliklerinin Karşılaştırılması"** başlıklı tezi kapsamındaki çalışmasını ekli listedeki 13 okulumuzda yapmak istemektedir

İlgi (a) genelgede "Araştırma önerisi ve veri toplama araçları Anayasa, Millî Eğitim Temel Kanunu ve Türk Millî Eğitiminin genel amaçlarına uygun olacak; millî ve manevi değerlere aykırı, kişilik haklarını ihlal eden; cinsiyet, din, dil, ırk gibi farklılıkları istismar eden, İnsan Hakları Evrensel Beyannamesi ve uluslar arası bağlayıcılığı olan diğer belgelerce suç kabul edilen hususları içeren, kişisel ve ailevi mahremiyeti ifşa eden soru, ifade, resim ve simgeler yer almayacaktır. Veri toplama araçlarında kişi, kurum ve kuruluşların reklâmını veya tanıtımını yapan ifade ve öğeler bulunmayacaktır." denilmektedir.

Bu nedenle; İsa GÜNDOĞMUŞ'un; Yrd.Doç.Dr.Derya ÇOBANOĞLU AKTAN danışmanlığında yürüttüğü **"Kağıt-Kalem Sınavları İle Web Tabanlı (Online) Sınavların Psikometrik Niteliklerinin Karşılaştırılması"** başlıklı tezi kapsamındaki çalışmasını ekli listedeki 13 okulumuzda yapma isteği; ilgi (a) Genelge esasları dahilinde, eğitim-öğretim faaliyetlerini aksatmamak ve sorumluluk okul müdürlerinde olmak ve rapor sonuçlarının basılı ve dijital ortamda birer örneğinin İl Millî Müdürlüğümüze vermek koşuluyla Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde, olurlarınıza arz ederim.

Hacı Ömer KARTAL
İl Millî Eğitim Müdürü

OLUR
<...>
Kubilay ANT
Vali a.
Vali Yardımcısı

Yeni Sanayi Mah. 2/E 90 Bul No:47 Ek Valilik 3 Nolu Hizmet Binası 68100-AKSARAY
Elektronik Ağ: http://aksaray.meb.gov.tr
e-posta: aksaraymem@meb.gov.tr

Ayrıntılı bilgi için: H.YALÇIN
Tel: 0 (382) 213 68 40/130
Faks: 0 382 213 68 14

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. http://evraksorgu.meb.gov.tr adresinden f2ce-03cb-3f86-ae51-a1d0 kodu ile teyit edilebilir.

EK 3. ORJİNALLİK RAPORU

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS/DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORİJİNALLİK RAPORU

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
EĞİTİM BİLİMLERİ ANA BİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA

Tarih: 07/07/2017

Tez Başlığı: Kâğıt-Kalem, Bilgisayar ve Tablet Ortamında Gerçekleştirilen Sınavlar İçin Ölçme Değişmezliğinin ve Öğrenci Görüşlerinin İncelenmesi

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 Endeksi	Gönderim Numarası
06/07/2017	105	19992	09/06/2017	%12	829278834

Uygulanan filtreler:
1- Kaynakça hariç
2- Alıntılar dâhil
3- 5 kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı 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 ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

07/07/2017

Adı Soyadı: İsa GÜNDOĞMUŞ
Öğrenci No: N14125078
Anabilim Dalı: Eğitim Bilimleri
Programı: Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme
Statüsü: ☒ Y.Lisans ☐ Doktora ☐ Bütünleşik Dr.

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.

Yrd. Doç. Dr. Derya ÇOBANOĞLU AKTAN

HACETTEPE UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF EDUCATIONAL SCIENCES
THESIS/DISSERTATION ORIGINALITY REPORT

HACETTEPE UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF EDUCATIONAL SCIENCES
TO THE DEPARTMENT OF EDUCATIONAL SCIENCES

Date: 07/07/2017

Thesis Title: Investigation of measurement invariance and students' views for paper-pencil, computer and tablet based exams

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 Defence	Similarity Index	Submission ID
06/07/2017	105	19992	09/06/2017	% 12	829278834

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.

07/07/2017

Name Surname: İsa GÜNDOĞMUŞ

Student No: N14125078

Department: Educational Sciences

Program: Measurement and Evaluation in Education

Status: ☒ Masters ☐ Ph.D. ☐ Integrated Ph.D.

ADVISOR APPROVAL

APPROVED

Assist. Prof. Dr. Derya ÇOBANOĞLU AKTAN

EK 4. MATEMATİK BAŞARI TESTİ PİLOT UYGULAMA SORULARI

1) İki ucu sonsuza kadar giden aynı doğrultudaki noktalar kümesine ne ad verilir?

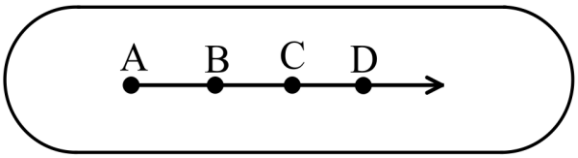
A) Nokta B) Işın

C) Doğru parçası D) Doğru

2) Doğru parçasının bir ucunu sabit tutup diğer ucunu sonsuz uzatırsak aşağıdaki geometrik şekillerden hangisini elde ederiz?

A) Doğru B) Işın

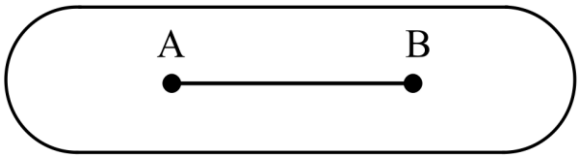
C) Nokta D) Doğru parçası



3) Yukarıda verilen ışın aşağıdaki sembollerden hangisi ile <u>gösterilemez</u>?

A) AD] B) [AC

C) [AB D) [AD



4) Yukarıda verilen geometrik şekil sembollerle gösterilmek isteniyor.

I. [AB]

II. [BA]

III. [AB

IV. $\overline{AB}$

Buna göre, yukarıda verilen sembollerden hangilerini kullanabiliriz?

A) I ve II B) I, II ve III

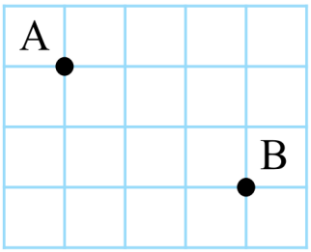
C) I, II ve IV D) I, II, III ve IV

5) [EF] sembolü ile gösterilen geometrik şekil aşağıdakilerden hangisidir?

A) Doğru parçası B) Doğru

C) Işın D) Nokta

6) Şekilde A ve B noktalarının konumları verilmiştir.



Buna göre, A noktasında bulunan tavşan B noktasında bulunan havuca ulaşmak için aşağıdaki yollardan hangisini izlemelidir?

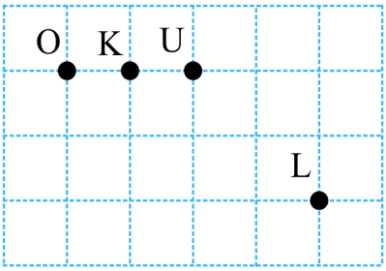
A) 2 birim yukarı 3 birim sağa

B) 2 birim yukarı 3 birim sola

C) 2 birim aşağı 3 birim sağa

D) 2 birim aşağı 3 birim sola

7) Aşağıda verilen kareli kâğıtta "her harfin arası 1 birim olacak şekilde "OKUL" kelimesi yazılmak isteniyor.



Buna göre, "OKUL" kelimesini yazmak için "L" harfi nasıl hareket ettirilmelidir?

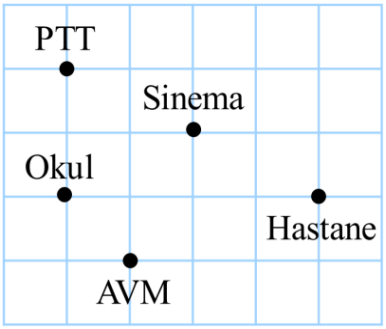
A) 2 birim yukarı 1 birim sağa

B) 2 birim yukarı 1 birim sola

C) 2 birim aşağı 1 birim sağa

D) 2 birim aşağı 1 birim sola

8) Ahmet kareli bir kâğıt üzerinde bazı yerlerin konumunu işaretlemiştir.

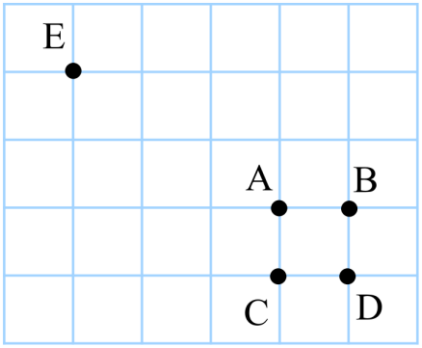


Buna göre, sinemanın 1 birim solunda, 2 birim aşağısında bulunan bina aşağıdakilerden hangisidir?

A) Hastane B) PTT

C) Okul D) AVM

9) Şekildeki kareli zeminde E noktasının konumu verilmiştir.

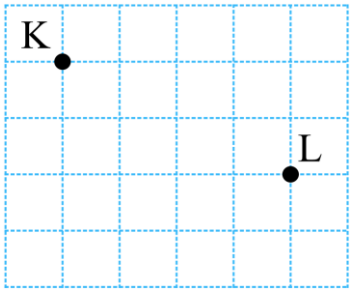


Buna göre, E noktasının 3 birim sağında ve 2 birim aşağısında hangi nokta vardır?

A) A B) B

C) C D) D

10) Kareli zeminde K noktasında bir karınca bulunmaktadır.



Bu karınca <u>önce</u> 3 birim aşağıya gidiyor. Karıncanın geldiği bu noktadan L noktasına gitmesi için nasıl hareket etmesi gerekir?

A) 3 birim aşağı 2 birim sola

B) 2 birim aşağı 3 birim sola

C) 1 birim yukarı 4 birim sağa

D) 1 birim yukarı 5 birim sağa

11)

I. Işın

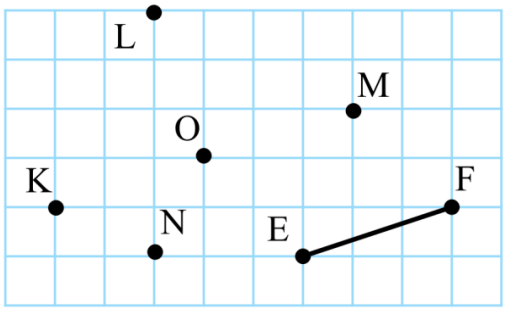
II. Doğru

III. Doğru parçası

Yukarıda verilen geometrik şekillerden hangilerinin uzunluğu ölçülebilir?

A) Yalnız I B) Yalnız III

C) I ve III D) II ve III

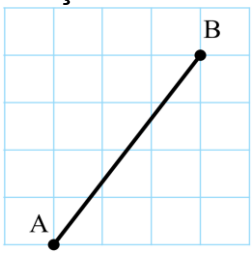


12) Yukarıda verilen EF doğru parçasının uzunluğu, O noktasıyla hangi nokta arasında kalan doğru parçasının uzunluğuna eşit <u>değildir</u>?

A) K B) L

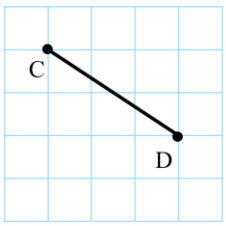
C) M D) N

13) Kareli kâğıt üzerinde AB doğru parçası verilmiştir.

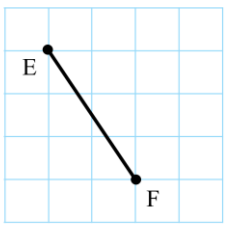


Buna göre, aşağıdakilerden hangisi ile AB doğru parçasının uzunlukları eşittir?

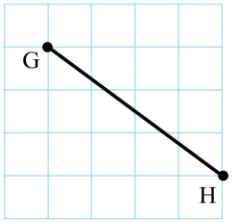
A)



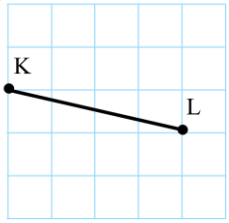
B)



C)



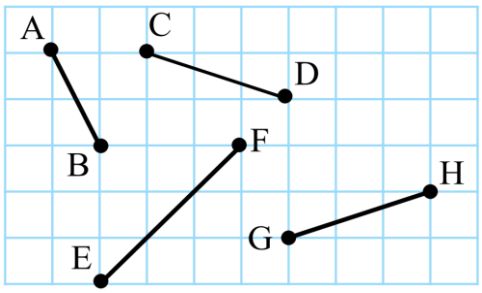
D)



14) Ayşegül, [KL]'ye eş olacak şekilde [MN] çizmiştir. IKLI=14 cm olduğuna göre, IMNI kaç cm olur?

A) 7 B) 14

C) 21 D) 28

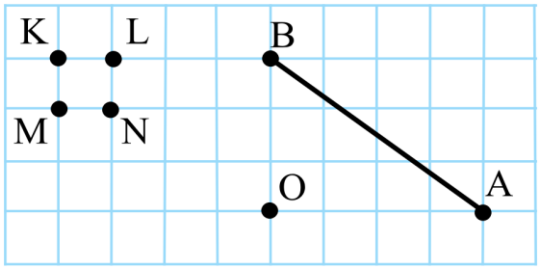


15) Yukarıda kareli kâğıt üzerinde verilen doğru parçalarından hangi ikisinin uzunlukları birbirine eşittir?

A) [AB] ile [EF] B) [AB] ile [CD]

C) [EF] ile [GH] D) [CD] ile [GH]

16) Şekilde verilen birim kareli zeminde AB doğru parçasına paralel bir doğru parçası oluşturulacaktır.

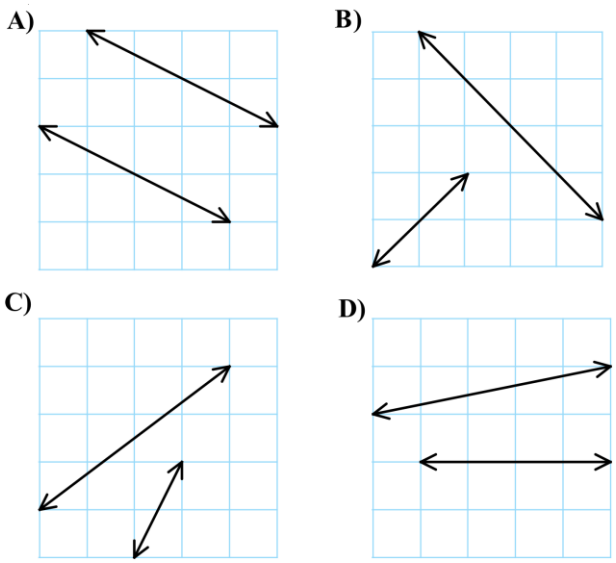


Buna göre, bu noktalardan hangisi "O" noktası ile birleştirilirse [AB]'ye paralel bir doğru parçası elde edilir?

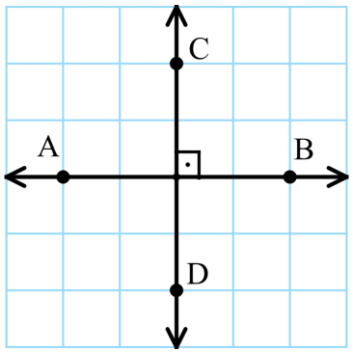
A) K B) L

C) M D) N

17) Aşağıdakilerden hangisinde verilen doğrular dik kesişir?



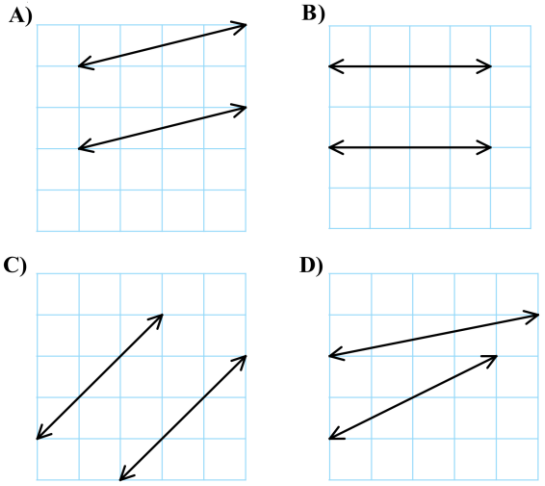
18) Şekilde verilen doğruların birbirine göre durumlarının sembolle gösterimi aşağıdakilerin hangisinde doğrudur?

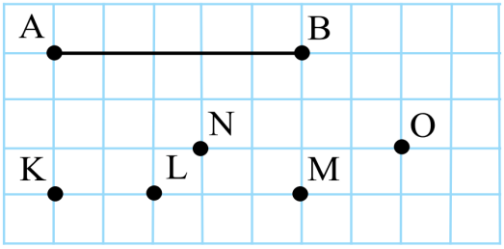


A) $AB//CD$ B) $AC//DA$

C) $AB \perp CD$ D) $AB \perp AD$

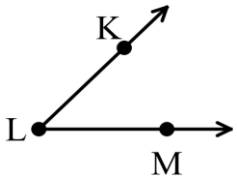
19) Kareli kâğıt üzerinde verilen aşağıdaki doğrulardan hangi ikisi birbirine paralel <u>değildir</u>?





20) Yukarıdaki şekilde kareli zeminde [AB]'ye 3 birim uzaklıkta paralel bir doğru parçası çizileceğine göre, hangi iki nokta birleştirilmelidir?

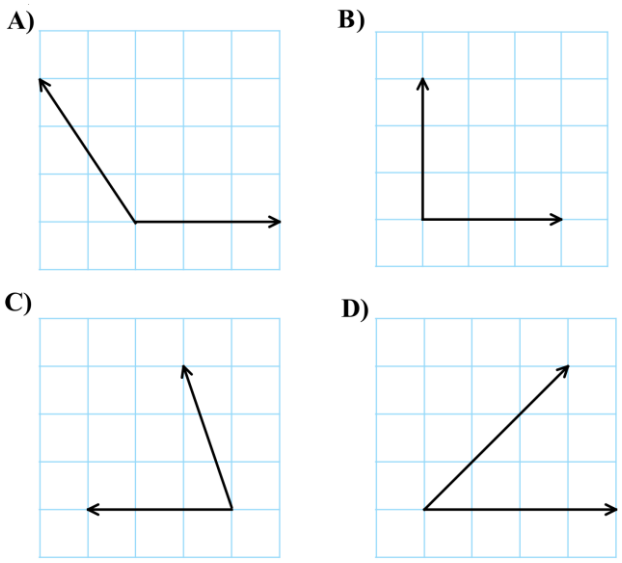
A) K ile M
B) K ile O
C) L ile N
D) M ile O

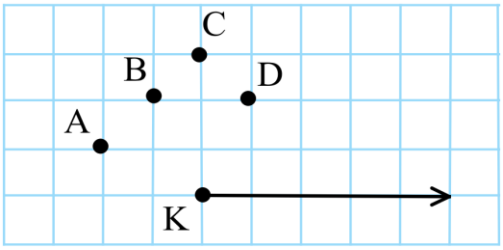


21) Yukarıda verilen açı aşağıdaki sembollerden hangisi ile <u>gösterilemez</u>?

A) $\widehat{KLM}$
B) $\widehat{MKL}$
C) $\hat{L}$
D) $\widehat{MLK}$

22) Aşağıdakilerden hangisi geniş açıdır?

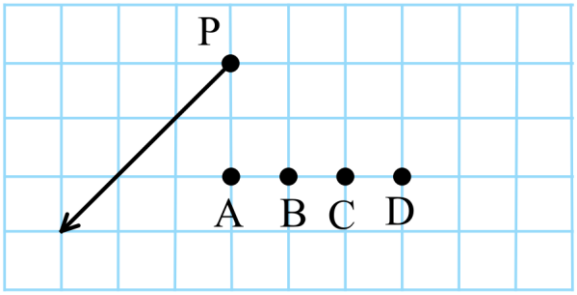




23) Şekilde bir dar açı oluşturmak için "K" noktasından çizilecek ışın hangi noktadan geçmelidir?

A) A B) B

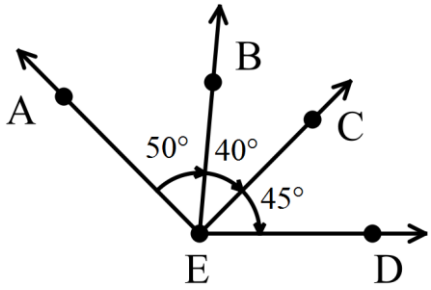
C) C D) D



24) Şekilde verilen ışının P köşesini hangi nokta ile birleştirirsek bir dik açı oluşur?

A) A B) B

C) C D) D



25) Şekilde verilen açılara göre, aşağıdaki ifadelerden hangisi <u>yanlıştır</u>?

A) $\widehat{AEB}$ dar açıdır.

B) $\widehat{AED}$ geniş açıdır.

C) $\widehat{AEC}$ dik açıdır.

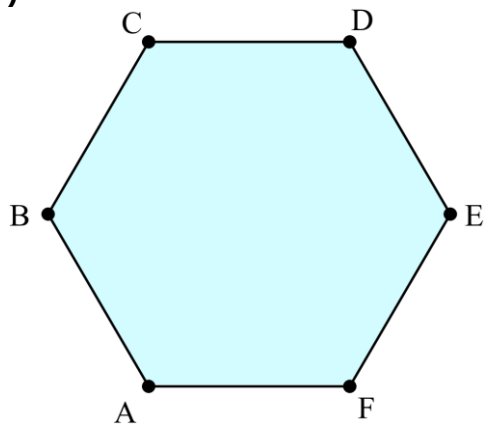
D) $\widehat{BED}$ dik açıdır.

26) Aşağıdaki çokgenlerden hangisinde köşegen <u>çizilemez</u>?

A) Üçgen B) Dörtgen

C) Beşgen D) Altıgen

27)



I. 6 kenarlıdır.

II. 5 köşelidir.

III. 6 tane iç açısı vadır.

Şekilde görülen ABCDEF çokgeni ile ilgili olarak yukarıdaki ifadelerden hangisi veya hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II

C) I ve III D) I, II ve III

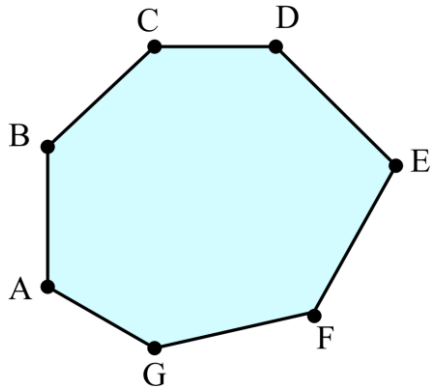
28) Aşağıdaki bilgilerden hangisi tek başına bir çokgenin ismini belirlemek için yeterlidir?

A) Çevresinin uzunluğu

B) Kaç tane iç açısı olduğu

C) İç açılarından birinin ölçüsü

D) Kenarlarından birinin uzunluğu

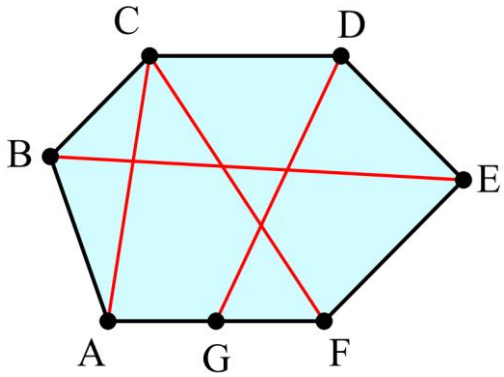


29) Şekildeki çokgenin E köşesinden çizilebilecek tüm köşegenleri toplam sayısı kaçtır?

A) 4 B) 3

C) 2 D) 1

30) Şekilde bir çokgenin köşegenleri çizilmiştir.



Buna göre, aşağıdakilerden hangisi çokgenin köşegenlerinden birisi <u>değildir</u>?

A) [AC] B) [BE]

C) [CF] D) [DG]

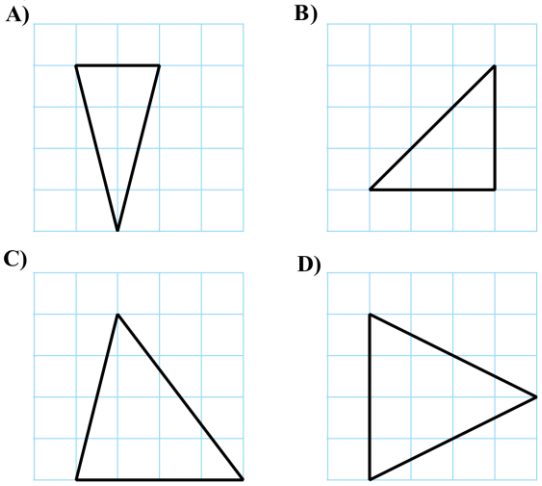
31) Bir ikizkenar üçgenin kenarlarından ikisinin uzunluğu 8 cm ve 14 cm'dir.

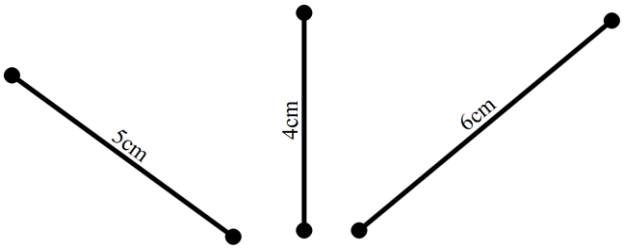
Buna göre, bu ikizkenar üçgenin kenarlarının uzunlukları toplamı <u>en az</u> kaç cm olabilir?

A) 28 B) 30

C) 32 D) 36

32) Aşağıdakilerden hangisi ikizkenar üçgen <u>değildir</u>?





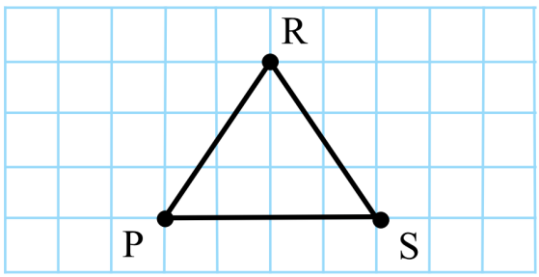
33) Büşra uzunlukları 6cm, 5cm ve 4cm olan şekildeki doğru parçalarını uçlarından birleştirdiğinde aşağıda verilen çokgenlerden hangisini elde eder?

A) Çeşitkenar üçgen

B) İkizkenar üçgen

C) Eşkenar üçgen

D) Kare



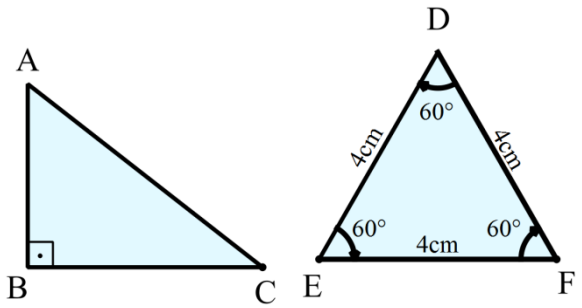
34) Şekilde verilen üçgenin kenarlarına ve açılarına göre çeşidi aşağıdakilerden hangisidir?

A) İkizkenar dik üçgen

B) İkizkenar dar açılı üçgen

C) Eşkenar dar açılı üçgen

D) Çeşitkenar dik açılı üçgen



35) Yukarıda verilen üçgenler ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi <u>yanlıştır</u>?

A) $\overset{\Delta}{ABC}$ dik açılı üçgendir.

B) $\overset{\Delta}{DEF}$ dar açılı üçgendir.

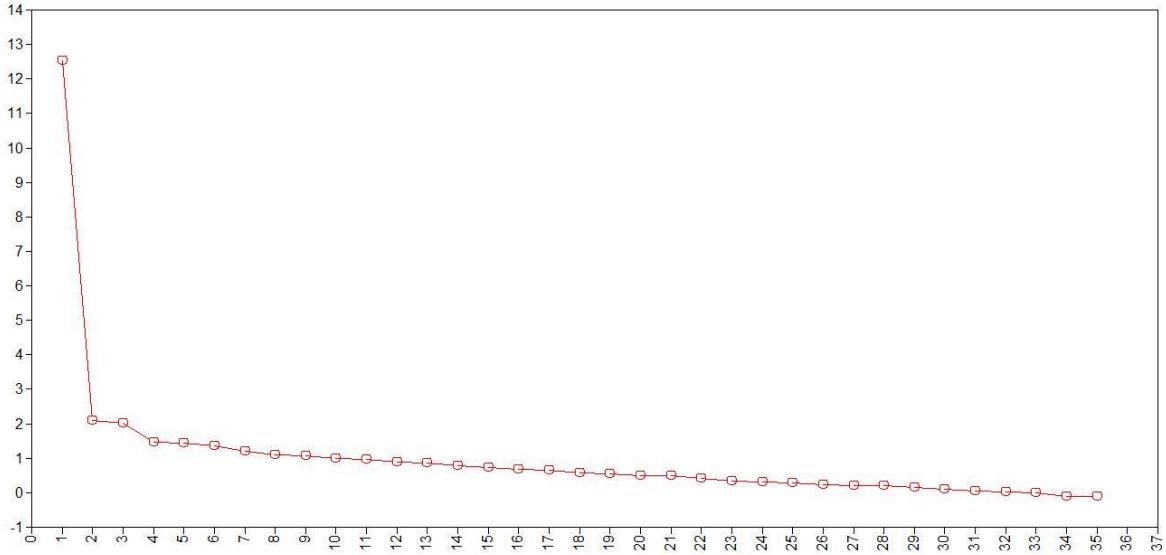
C) $\overset{\Delta}{DEF}$ eşkenar üçgendir.

D) $\overset{\Delta}{ABC}$ dar açılı üçgendir.

EK 5. PİLOT UYGULAMADAN ELDE EDİLEN BAŞARI PUANLARINA İLİŞKİN MADDE BAZLI İSTATİSTİKLER

Nihai Uygulama Soru Numarası	Pilot Çalışma Soru Numarası	Madde Güçlük İndeksi	Madde Ayırıcılık Gücü İndeksi	Faktör Yükleri
	1	0,82	0,44	0,72
1	2	0,83	0,44	0,78
	3	0,83	0,34	0,60
2	4	0,58	0,51	0,54
3	5	0,81	0,5	0,79
	6	0,77	0,32	0,43
	7	0,8	0,36	0,49
4	8	0,83	0,4	0,64
	9	0,94	0,15	0,64
5	10	0,76	0,48	0,61
6	11	0,65	0,54	0,61
7	12	0,69	0,55	0,66
	13	0,76	0,31	0,35
	14	0,81	0,44	0,66
8	15	0,73	0,45	0,52
	16	0,42	0,32	0,30
9	17	0,7	0,66	0,76
10	18	0,74	0,57	0,75
	19	0,92	0,18	0,61
11	20	0,78	0,55	0,74
12	21	0,76	0,46	0,64
	22	0,96	0,12	0,54
	23	0,86	0,35	0,67
13	24	0,5	0,54	0,54
14	25	0,62	0,58	0,61
15	26	0,78	0,53	0,71
	27	0,81	0,39	0,56
16	28	0,63	0,5	0,51
17	29	0,74	0,47	0,50
	30	0,41	0,33	0,31
18	31	0,54	0,62	0,61
	32	0,61	0,39	0,37
19	33	0,81	0,44	0,64
	34	0,39	0,18	0,13
20	35	0,73	0,53	0,62

EK 6. PİLOT UYGULAMADAN ELDE EDİLEN BAŞARI PUANLARINA İLİŞKİN YAMAÇ-BİRİKİNTİ GRAFİĞİ

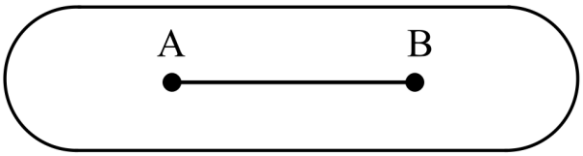


EK 7. MATEMATİK BAŞARI TESTİ NİHAİ UYGULAMA SORULARI

1) Doğru parçasının bir ucunu sabit tutup diğer ucunu sonsuz uzatırsak aşağıdaki geometrik şekillerden hangisini elde ederiz?

A) Doğru B) Işın

C) Nokta D) Doğru parçası



2) Yukarıda verilen geometrik şekil sembollerle gösterilmek isteniyor.

I. [AB]

II. [BA]

III. [AB

IV. $\overline{AB}$

Buna göre, yukarıda verilen sembollerden hangilerini kullanabiliriz?

A) I ve II B) I, II ve III

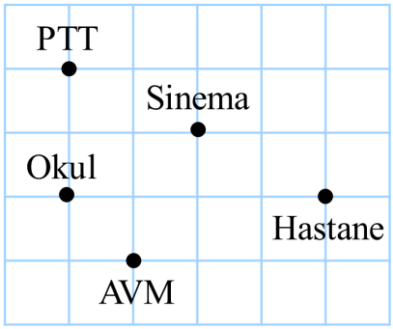
C) I, II ve IV D) I, II, III ve IV

3) [EF] sembolü ile gösterilen geometrik şekil aşağıdakilerden hangisidir?

A) Doğru parçası B) Doğru

C) Işın D) Nokta

4) Ahmet kareli bir kâğıt üzerinde bazı yerlerin konumunu işaretlemiştir.

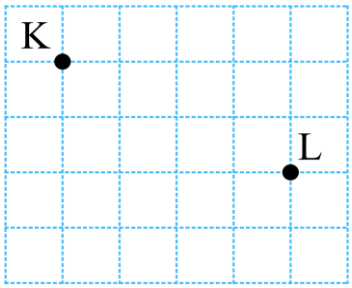


Buna göre, sinemanın 1 birim solunda, 2 birim aşağısında bulunan bina aşağıdakilerden hangisidir?

A) Hastane B) PTT

C) Okul D) AVM

5) Kareli zeminde K noktasında bir karınca bulunmaktadır.



Bu karınca <u>önce</u> 3 birim aşağıya gidiyor. Karıncanın geldiği bu noktadan L noktasına gitmesi için nasıl hareket etmesi gerekir?

A) 3 birim aşağı 2 birim sola

B) 2 birim aşağı 3 birim sola

C) 1 birim yukarı 4 birim sağa

D) 1 birim yukarı 5 birim sağa

6)

I. Işın

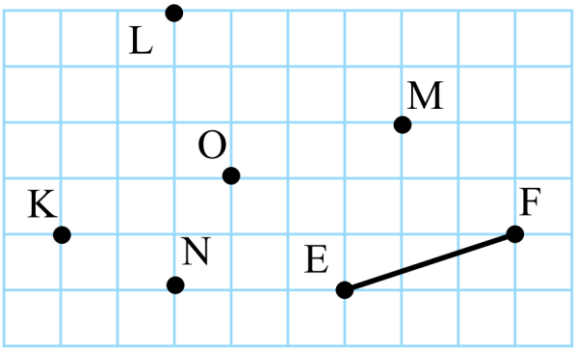
II. Doğru

III. Doğru parçası

Yukarıda verilen geometrik şekillerden hangilerinin uzunluğu ölçülebilir?

A) Yalnız I B) Yalnız III

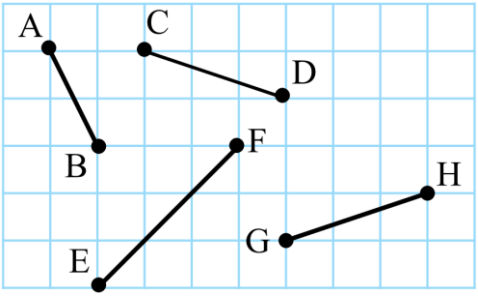
C) I ve III D) II ve III



7) Yukarıda verilen EF doğru parçasının uzunluğu, O noktasıyla hangi nokta arasında kalan doğru parçasının uzunluğuna eşit <u>değildir</u>?

A) K B) L

C) M D) N

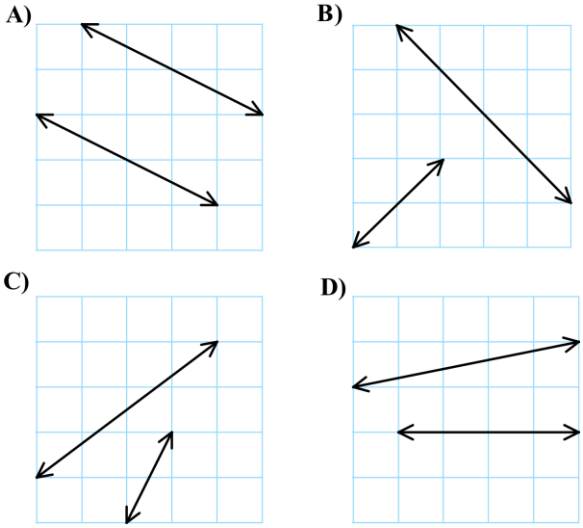


8) Yukarıda kareli kâğıt üzerinde verilen doğru parçalarından hangi ikisinin uzunlukları birbirine eşittir?

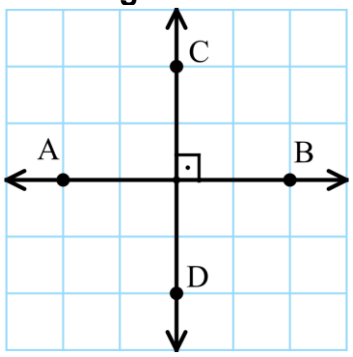
A) [AB] ile [EF] B) [AB] ile [CD]

C) [EF] ile [GH] D) [CD] ile [GH]

9) Aşağıdakilerden hangisinde verilen doğrular dik kesişir?

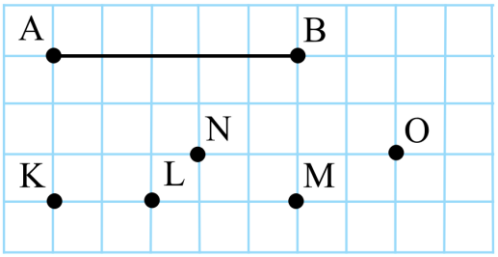


10) Şekilde verilen doğruların birbirine göre durumlarının sembolle gösterimi aşağıdakilerin hangisinde doğrudur?



A) $AB//CD$ B) $AC//DA$

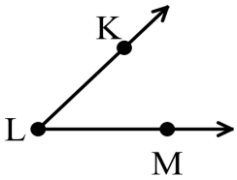
C) $AB \perp CD$ D) $AB \perp AD$



11) Yukarıdaki şekilde kareli zeminde [AB]'ye 3 birim uzaklıkta paralel bir doğru parçası çizileceğine göre, hangi iki nokta birleştirilmelidir?

A) K ile M B) K ile O

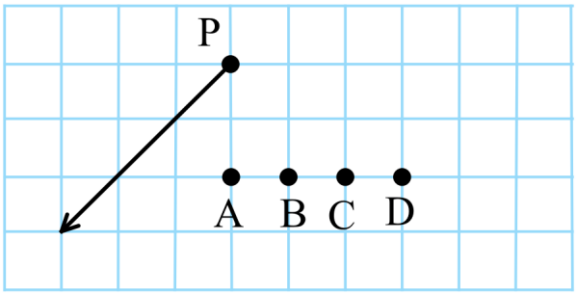
C) L ile N D) M ile O



12) Yukarıda verilen açı aşağıdaki sembollerden hangisi ile <u>gösterilemez</u>?

A) $\widehat{KLM}$ B) $\widehat{MKL}$

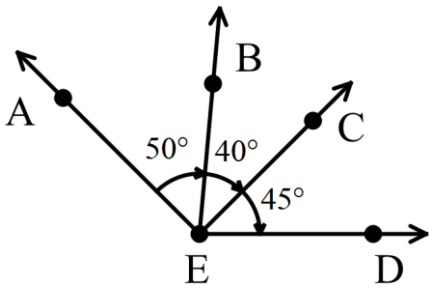
C) $\hat{L}$ D) $\widehat{MLK}$



13) Şekilde verilen ışının P köşesini hangi nokta ile birleştirirsek bir dik açı oluşur?

A) A B) B

C) C D) D



14) Şekilde verilen açılara göre, aşağıdaki ifadelerden hangisi <u>yanlıştır</u>?

A) $\widehat{AEB}$ dar açıdır.

B) $\widehat{AED}$ geniş açıdır.

C) $\widehat{AEC}$ dik açıdır.

D) $\widehat{BED}$ dik açıdır.

15) Aşağıdaki çokgenlerden hangisinde köşegen <u>çizilemez</u>?

A) Üçgen B) Dörtgen

C) Beşgen D) Altıgen

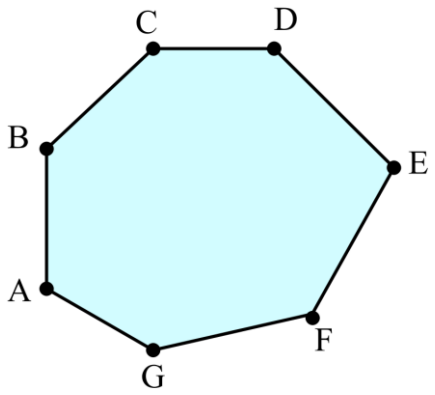
16) Aşağıdaki bilgilerden hangisi <u>tek başına</u> bir çokgenin ismini belirlemek için yeterlidir?

A) Çevresinin uzunluğu

B) Kaç tane iç açısı olduğu

C) İç açılarından birinin ölçüsü

D) Kenarlarından birinin uzunluğu



17) Şekildeki çokgenin E köşesinden çizilebilecek tüm köşegenleri toplam sayısı kaçtır?

A) 4 B) 3

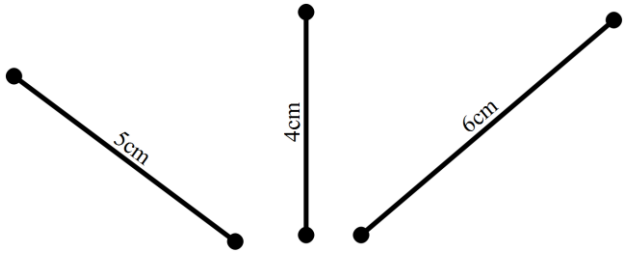
C) 2 D) 1

18) Bir ikizkenar üçgenin kenarlarından ikisinin uzunluğu 8 cm ve 14 cm'dir.

Buna göre, bu ikizkenar üçgenin kenarlarının uzunlukları toplamı <u>en az</u> kaç cm olabilir?

A) 28 B) 30

C) 32 D) 36



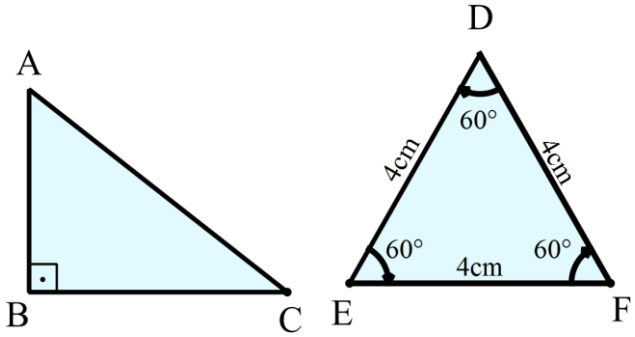
19) Büşra uzunlukları 6cm, 5cm ve 4cm olan şekildeki doğru parçalarını uçlarından birleştirdiğinde aşağıda verilen çokgenlerden hangisini elde eder?

A) Çeşitkenar üçgen

B) İkizkenar üçgen

C) Eşkenar üçgen

D) Kare



20) Yukarıda verilen üçgenler ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi <u>yanlıştır</u>?

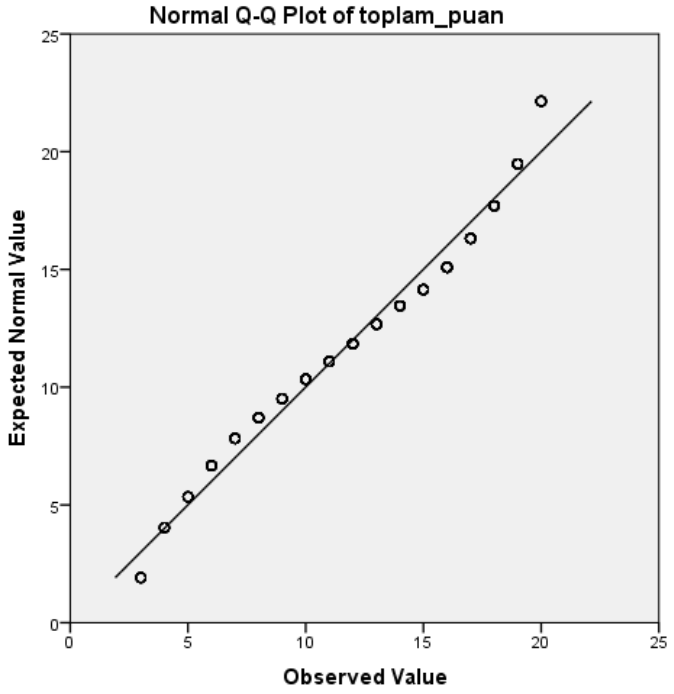
A) $\overset{\Delta}{ABC}$ dik açılı üçgendir.

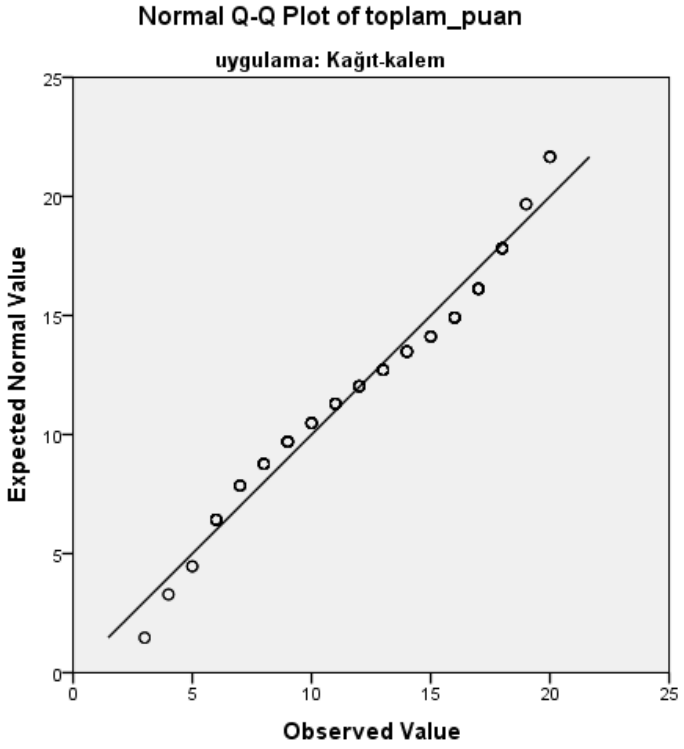
B) $\overset{\Delta}{DEF}$ dar açılı üçgendir.

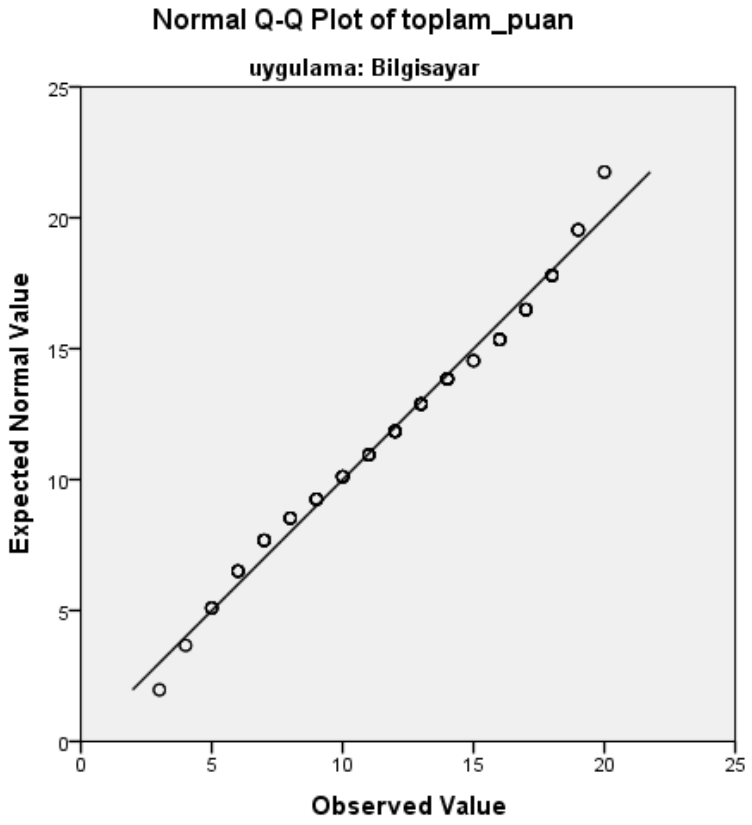
C) $\overset{\Delta}{DEF}$ eşkenar üçgendir.

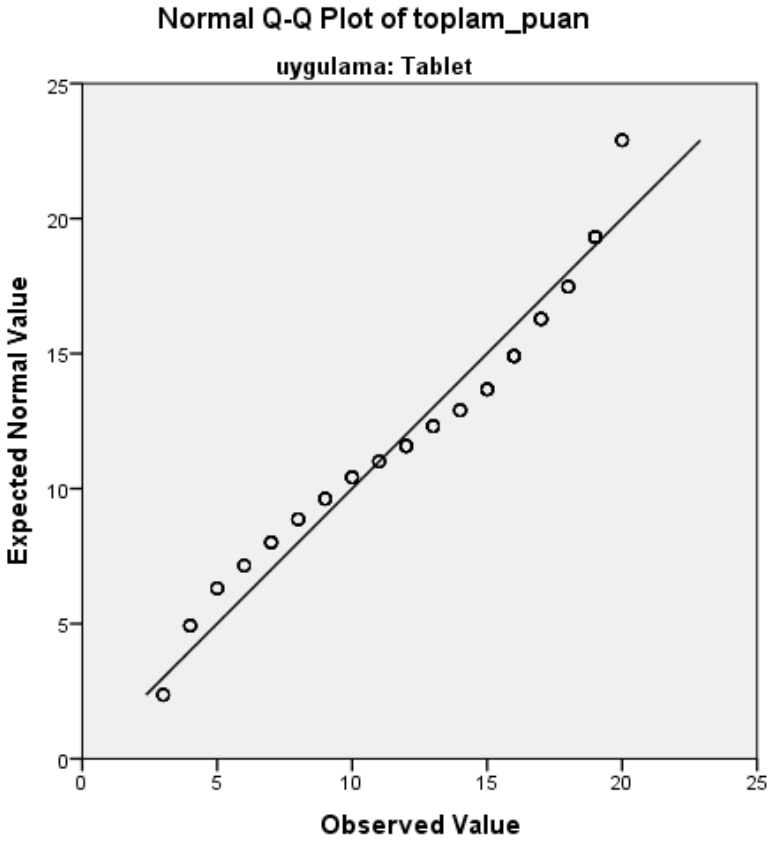
D) $\overset{\Delta}{ABC}$ dar açılı üçgendir.

EK 8. NİHAİ UYGULAMADAN ELDE EDİLEN BAŞARI PUANLARINA İLİŞKİN Q-Q PLOT GRAFİĞİ

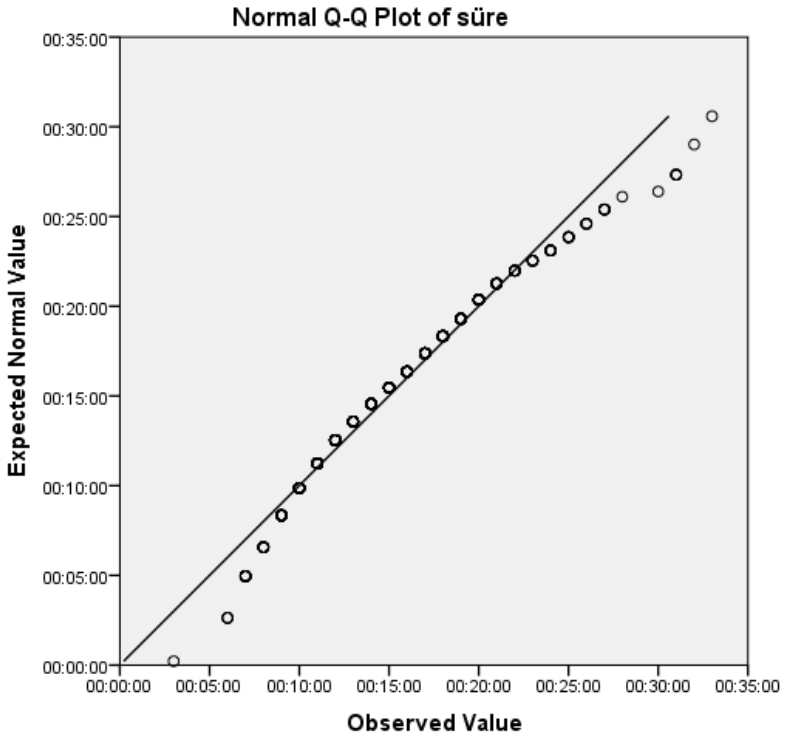


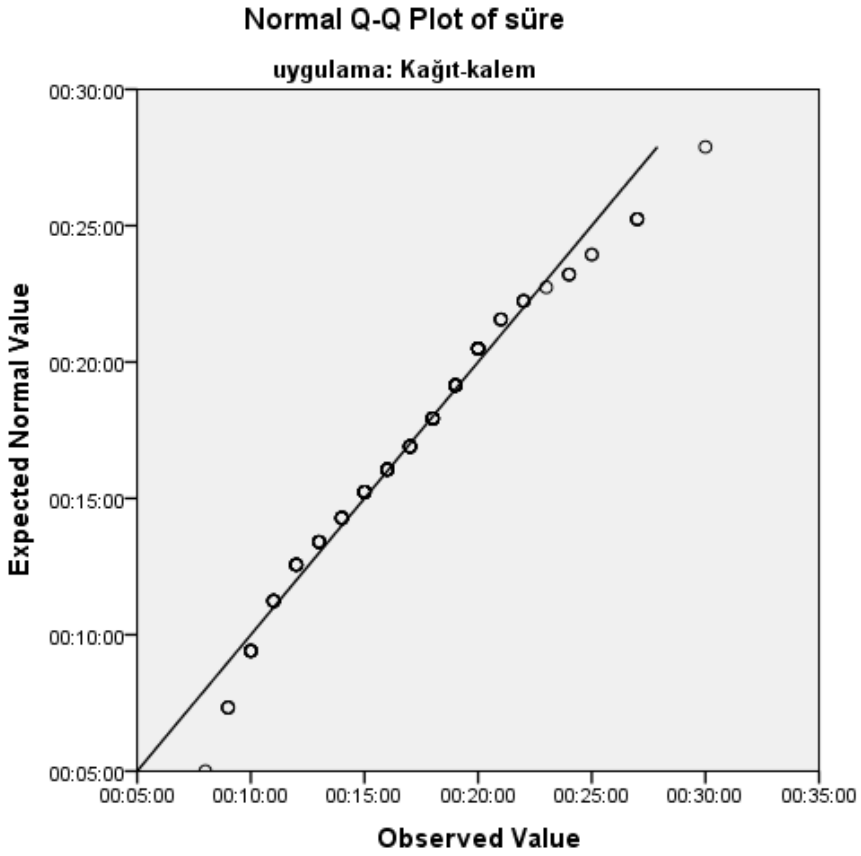


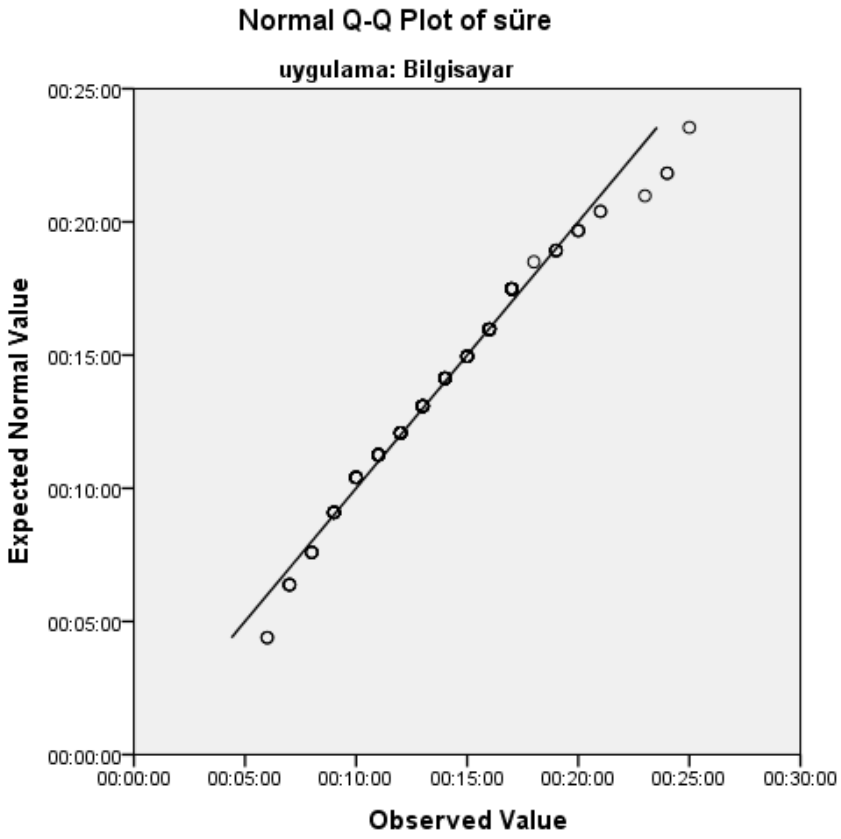

Normal Q-Q Plot of toplam_puan
uygulama: Bilgisayar
Expected Normal Value
Observed Value
0
5
10
15
20
25

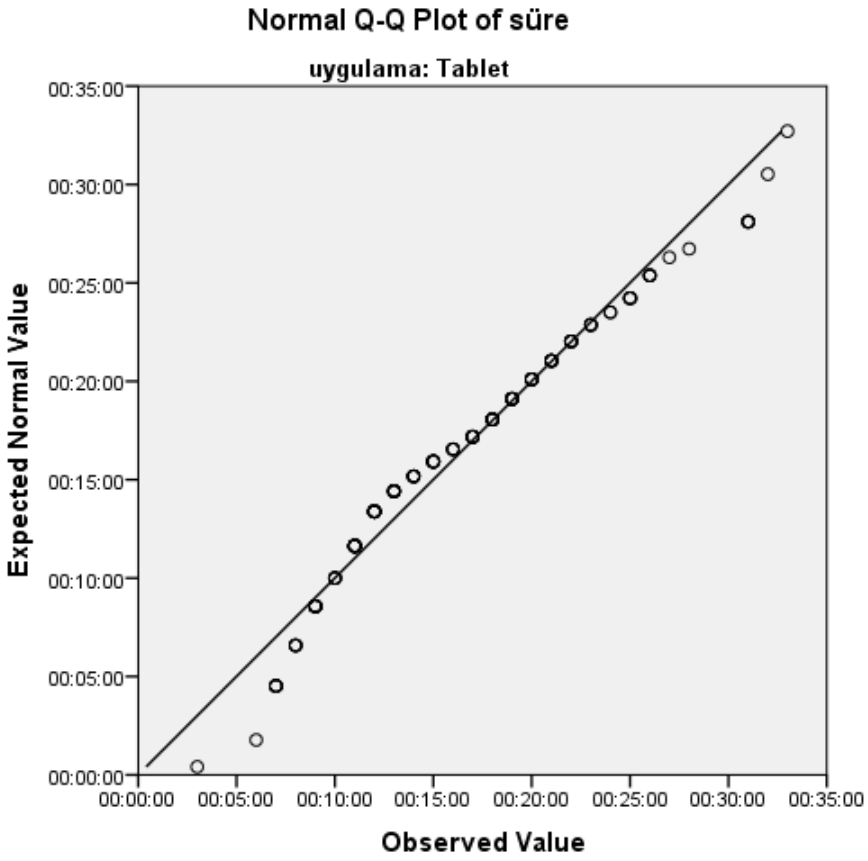

Normal Q-Q Plot of toplam_puan
uygulama: Tablet
Expected Normal Value
Observed Value
0
5
10
15
20
25

EK 9. NİHAİ UYGULAMADAN ELDE EDİLEN SÜRE VERİLERİNE İLİŞKİN Q-Q PLOT GRAFİĞİ

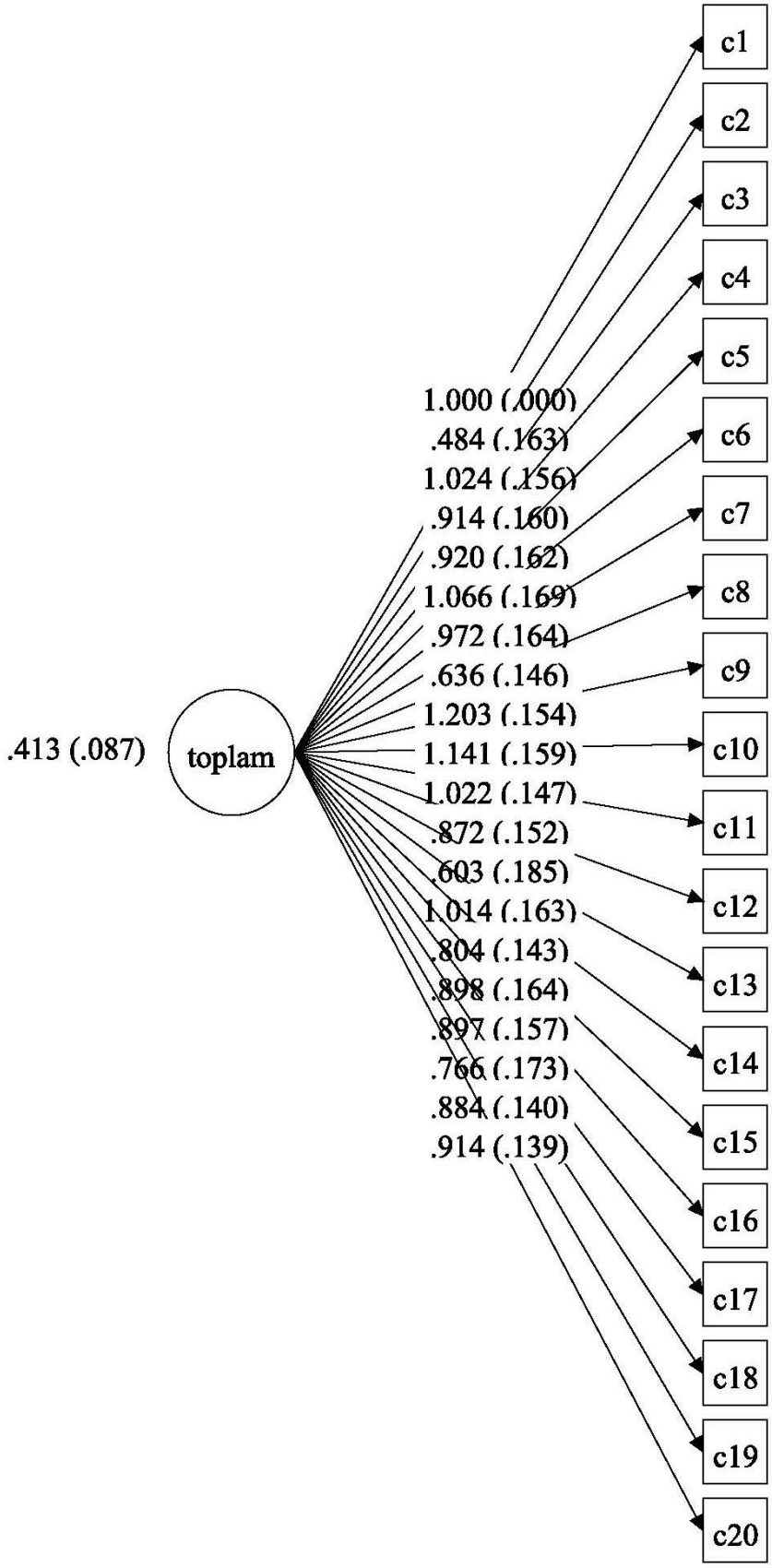





Normal Q-Q Plot of süre
uygulama: Bilgisayar
Expected Normal Value
Observed Value
00:00:00
00:05:00
00:10:00
00:15:00
00:20:00
00:25:00
00:30:00


Normal Q-Q Plot of süre
uygulama: Tablet
Expected Normal Value
Observed Value
00:00:00
00:05:00
00:10:00
00:15:00
00:20:00
00:25:00
00:30:00
00:35:00

EK 10. MATEMATİK BAŞARI TESTİ MODELİ



EK 11. MPLUS PROGRAMI İLE ÖLÇME DEĞİŞMEZLİĞİ BETİKLERİ

Tüm Veriler İçin Doğrulayıcı Faktör Analizi

```
DATA:
  FILE IS C:\Users\İsa Gündoğmuş\Desktop\1-2-3.dat;
VARIABLE:
  NAMES ARE uygulama Cvp1 Cvp2 Cvp3 Cvp4 Cvp5 Cvp6 Cvp7 Cvp8 Cvp9
  Cvp10 Cvp11 Cvp12 Cvp13 Cvp14 Cvp15 Cvp16 Cvp17 Cvp18
  Cvp19 Cvp20;
 usevariables are Cvp1-Cvp20;
    categorical are Cvp1-Cvp20;

    model:
    toplam by Cvp1@1 Cvp2-Cvp20*;
    [toplam@0];

    output: tech1 tech4 modindices;
```

Tüm Verilerde Her Veri Grubu İçin Doğrulayıcı Faktör Analizi

```
DATA:
  FILE IS C:\Users\İsa Gündoğmuş\Desktop\1-2-3.dat;
VARIABLE:
  NAMES ARE uygulama Cvp1 Cvp2 Cvp3 Cvp4 Cvp5 Cvp6 Cvp7 Cvp8 Cvp9
  Cvp10 Cvp11 Cvp12 Cvp13 Cvp14 Cvp15 Cvp16 Cvp17 Cvp18
  Cvp19 Cvp20;
 usevariables are Cvp1-Cvp20;
    categorical are Cvp1-Cvp20;
   grouping=Uygulama (1=kagit 2=bilgisayar 3=tablet);
    model:
    toplam by Cvp1@1 Cvp2-Cvp20*;
    [toplam@0];

    output: tech1 tech4 modindices;
```

Bilgisayar Uygulaması Verileri İçin Doğrulayıcı Faktör Analizi

```
DATA:
  FILE IS C:\Users\İsa Gündoğmuş\Desktop\1-2-3.dat;
VARIABLE:
  NAMES ARE uygulama Cvp1 Cvp2 Cvp3 Cvp4 Cvp5 Cvp6 Cvp7 Cvp8 Cvp9
  Cvp10 Cvp11 Cvp12 Cvp13 Cvp14 Cvp15 Cvp16 Cvp17 Cvp18
  Cvp19 Cvp20;
 usevariables are Cvp1-Cvp20;
    categorical are Cvp1-Cvp20;
  useobservations are uygulama eq 2;
    model:
    toplam by Cvp1@1 Cvp2-Cvp20*;
    [toplam@0];

    output: tech1 tech4 modindices;
```

Kâğıt-Kalem Uygulaması Verileri İçin Doğrulayıcı Faktör Analizi

```
DATA:
  FILE IS C:\Users\İsa Gündoğmuş\Desktop\1-2-3.dat;
VARIABLE:
  NAMES ARE uygulama Cvp1 Cvp2 Cvp3 Cvp4 Cvp5 Cvp6 Cvp7 Cvp8 Cvp9
  Cvp10 Cvp11 Cvp12 Cvp13 Cvp14 Cvp15 Cvp16 Cvp17 Cvp18
  Cvp19 Cvp20;
 usevariables are Cvp1-Cvp20;
    categorical are Cvp1-Cvp20;
  useobservations are uygulama eq 1;
    model:
    toplam by Cvp1@1 Cvp2-Cvp20*;
    [toplam@0];

    output: tech1 tech4 modindices;
```

Tablet Uygulaması Verileri İçin Doğrulayıcı Faktör Analizi

```
DATA:
  FILE IS C:\Users\İsa Gündoğmuş\Desktop\1-2-3.dat;
VARIABLE:
  NAMES ARE uygulama Cvp1 Cvp2 Cvp3 Cvp4 Cvp5 Cvp6 Cvp7 Cvp8 Cvp9
  Cvp10 Cvp11 Cvp12 Cvp13 Cvp14 Cvp15 Cvp16 Cvp17 Cvp18
  Cvp19 Cvp20;
 usevariables are Cvp1-Cvp20;
    categorical are Cvp1-Cvp20;
  useobservations are uygulama eq 3;
    model:
    toplam by Cvp1@1 Cvp2-Cvp20*;
    [toplam@0];

    output: tech1 tech4 modindices;
```

Kâğıt-kalem ile Bilgisayar Uygulaması Verileri İçin Şekil Değişmezliği

```
DATA:
  FILE IS C:\Users\İsa Gündoğmuş\Desktop\1-2.dat;
VARIABLE:
  NAMES ARE uygulama Cvp1 Cvp2 Cvp3 Cvp4 Cvp5 Cvp6 Cvp7 Cvp8 Cvp9
  Cvp10 Cvp11 Cvp12 Cvp13 Cvp14 Cvp15 Cvp16 Cvp17 Cvp18
  Cvp19 Cvp20;
 usevariables are Cvp1-Cvp20;
    categorical are Cvp1-Cvp20;
   grouping=Uygulama (1=kagit 2=bilgisayar);
   ANALYSIS: ESTIMATOR IS WLSMV; PARAMETERIZATION=THETA;
SAVEDATA: DIFFTEST=configural1_2.dat;

  model:
  toplam by Cvp1-Cvp20*;
  [Cvp1$1-Cvp20$1*];
   Cvp1-Cvp20@1;
  [toplam@0]; toplam@1;
    model bilgisayar:
    toplam by Cvp1-Cvp20*;
     [Cvp1$1-Cvp20$1*];
   Cvp1-Cvp20@1;
  [toplam@0]; toplam@1;
    output: tech4 stdyx modindices(3.84);
```

Kâğıt-kalem ile Bilgisayar Uygulaması Verileri İçin Metrik Değişmezlik

```
DATA:
  FILE IS C:\Users\İsa Gündoğmuş\Desktop\1-2.dat;
VARIABLE:
  NAMES ARE uygulama Cvp1 Cvp2 Cvp3 Cvp4 Cvp5 Cvp6 Cvp7 Cvp8 Cvp9
  Cvp10 Cvp11 Cvp12 Cvp13 Cvp14 Cvp15 Cvp16 Cvp17 Cvp18
  Cvp19 Cvp20;
 usevariables are Cvp1-Cvp20;
    categorical are Cvp1-Cvp20;
   grouping=Uygulama (1=kagit 2=bilgisayar);
   ANALYSIS: ESTIMATOR IS WLSMV; PARAMETERIZATION=THETA;
 DIFFTEST=configural1_2.dat;
SAVEDATA: DIFFTEST=Metric1_2.dat;

  model:
  toplam by Cvp1-Cvp20* (L1-L20);
  [Cvp1$1-Cvp20$1*];
   Cvp1-Cvp20@1;
  [toplam@0]; toplam@1;

  model bilgisayar:
    toplam by Cvp1-Cvp20*(L1-L20);
     [Cvp1$1-Cvp20$1*];
   Cvp1-Cvp20@1;
  [toplam@0]; toplam*;
    output: tech4 stdyx modindices(3.84);
```

Kâğıt-kalem ile Tablet Uygulaması Verileri İçin Şekil Değişmezliği

```
DATA:
  FILE IS C:\Users\İsa Gündoğmuş\Desktop\1-3.dat;
VARIABLE:
  NAMES ARE uygulama Cvp1 Cvp2 Cvp3 Cvp4 Cvp5 Cvp6 Cvp7 Cvp8 Cvp9
  Cvp10 Cvp11 Cvp12 Cvp13 Cvp14 Cvp15 Cvp16 Cvp17 Cvp18
  Cvp19 Cvp20;
 usevariables are Cvp1-Cvp20;
    categorical are Cvp1-Cvp20;
   grouping=Uygulama (1=kagit 3=tablet);
   ANALYSIS: ESTIMATOR IS WLSMV; PARAMETERIZATION=THETA;
SAVEDATA: DIFFTEST=configural1_3.dat;
     output: tech4 stdyx modindices(3.84);
  model:
  toplam by Cvp1-Cvp20*;
  [Cvp1$1-Cvp20$1*];
   Cvp1-Cvp20@1;
  [toplam@0]; toplam@1;

  model tablet:
    toplam by Cvp1-Cvp20*;
     [Cvp1$1-Cvp20$1*];
   Cvp1-Cvp20@1;
  [toplam@0]; toplam@1;
```

Kâğıt-kalem ile Tablet Uygulaması Verileri İçin Metrik Değişmezlik

```
DATA:
  FILE IS C:\Users\İsa Gündoğmuş\Desktop\1-3.dat;
VARIABLE:
  NAMES ARE uygulama Cvp1 Cvp2 Cvp3 Cvp4 Cvp5 Cvp6 Cvp7 Cvp8 Cvp9
  Cvp10 Cvp11 Cvp12 Cvp13 Cvp14 Cvp15 Cvp16 Cvp17 Cvp18
  Cvp19 Cvp20;
 usevariables are Cvp1-Cvp20;
    categorical are Cvp1-Cvp20;
   grouping=Uygulama (1=kagit 3=tablet);
   ANALYSIS: ESTIMATOR IS WLSMV; PARAMETERIZATION=THETA;
 DIFFTEST=configural1_3.dat;
SAVEDATA: DIFFTEST=Metric1_3.dat;

  model:
  toplam by Cvp1-Cvp20* (L1-L20);
  [Cvp1$1-Cvp20$1*];
   Cvp1-Cvp20@1;
  [toplam@0]; toplam@1;

  model tablet:
    toplam by Cvp1-Cvp20*(L1-L20);
     [Cvp1$1-Cvp20$1*];
   Cvp1-Cvp20@1;
  [toplam@0]; toplam*;
    output: tech4 stdyx modindices(3.84);
```

Kâğıt-kalem ile Tablet Uygulaması Verileri İçin Ölçek Değişmezliği

```
DATA:
  FILE IS C:\Users\İsa Gündoğmuş\Desktop\1-3.dat;
VARIABLE:
  NAMES ARE uygulama Cvp1 Cvp2 Cvp3 Cvp4 Cvp5 Cvp6 Cvp7 Cvp8 Cvp9
  Cvp10 Cvp11 Cvp12 Cvp13 Cvp14 Cvp15 Cvp16 Cvp17 Cvp18
  Cvp19 Cvp20;
 usevariables are Cvp1-Cvp20;
    categorical are Cvp1-Cvp20;
   grouping=Uygulama (1=kagit 3=tablet);
   ANALYSIS: ESTIMATOR IS WLSMV; PARAMETERIZATION=THETA;
   DIFFTEST=Metric1_3.dat;
SAVEDATA: DIFFTEST=Scalar1_3.dat;

model:
  toplam by Cvp1-Cvp20* (L1-L20);
  [Cvp1$1-Cvp20$1*];
   Cvp1-Cvp20@1;
  [toplam@0]; toplam@1;

  model tablet:
    toplam by Cvp1-Cvp20* (L1-L20);

   Cvp1-Cvp20@1;
  [toplam*]; toplam*;
    output: tech4 stdyx modindices(3.84);
```

Kâğıt-kalem ile Tablet Uygulaması Verileri İçin Katı Değişmezliği

```
DATA:
  FILE IS C:\Users\İsa Gündoğmuş\Desktop\1-3.dat;
VARIABLE:
  NAMES ARE uygulama Cvp1 Cvp2 Cvp3 Cvp4 Cvp5 Cvp6 Cvp7 Cvp8 Cvp9
  Cvp10 Cvp11 Cvp12 Cvp13 Cvp14 Cvp15 Cvp16 Cvp17 Cvp18
  Cvp19 Cvp20;
 usevariables are Cvp1-Cvp20;
    categorical are Cvp1-Cvp20;
   grouping=Uygulama (1=kagit 3=tablet);
   ANALYSIS: ESTIMATOR IS WLSMV; PARAMETERIZATION=THETA;
   DIFFTEST=Scalar1_3.dat;
SAVEDATA: DIFFTEST=strict1_3.dat;

  model:
  toplam by Cvp1-Cvp20*;
  [Cvp1$1-Cvp20$1*];
   Cvp1-Cvp20@1;
  [toplam@0]; toplam@1;

  model tablet:
    toplam by Cvp1-Cvp20*;
     [Cvp1$1-Cvp20$1*];
   Cvp1-Cvp20@1;
  [toplam@0]; toplam@1;
    output: tech4 stdyx modindices(3.84);
```

Bilgisayar ile Tablet Uygulaması Verileri İçin Şekil Değişmezliği

```
DATA:
  FILE IS C:\Users\İsa Gündoğmuş\Desktop\2-3.dat;
VARIABLE:
  NAMES ARE uygulama Cvp1 Cvp2 Cvp3 Cvp4 Cvp5 Cvp6 Cvp7 Cvp8 Cvp9
  Cvp10 Cvp11 Cvp12 Cvp13 Cvp14 Cvp15 Cvp16 Cvp17 Cvp18
  Cvp19 Cvp20;
 usevariables are Cvp1-Cvp20;
    categorical are Cvp1-Cvp20;
   grouping=Uygulama (2=bilgisayar 3=tablet);
   ANALYSIS: ESTIMATOR IS WLSMV; PARAMETERIZATION=THETA;
SAVEDATA: DIFFTEST=configural2_3.dat;
     output: tech4 stdyx modindices(3.84);
  model:
  toplam by Cvp1-Cvp20*;
  [Cvp1$1-Cvp20$1*];
   Cvp1-Cvp20@1;
  [toplam@0]; toplam@1;

  model tablet:
    toplam by Cvp1-Cvp20*;
     [Cvp1$1-Cvp20$1*];
   Cvp1-Cvp20@1;
  [toplam@0]; toplam@1;
```

Bilgisayar ile Tablet Uygulaması Verileri İçin Metrik Değişmezlik

```
DATA:
  FILE IS C:\Users\İsa Gündoğmuş\Desktop\2-3.dat;
VARIABLE:
  NAMES ARE uygulama Cvp1 Cvp2 Cvp3 Cvp4 Cvp5 Cvp6 Cvp7 Cvp8 Cvp9
  Cvp10 Cvp11 Cvp12 Cvp13 Cvp14 Cvp15 Cvp16 Cvp17 Cvp18
  Cvp19 Cvp20;
 usevariables are Cvp1-Cvp20;
    categorical are Cvp1-Cvp20;
   grouping=Uygulama (2=bilgisayar 3=tablet);
   ANALYSIS: ESTIMATOR IS WLSMV; PARAMETERIZATION=THETA;
 DIFFTEST=configural2_3.dat;
SAVEDATA: DIFFTEST=Metric2_3.dat;

  model:
  toplam by Cvp1-Cvp20* (L1-L20);
  [Cvp1$1-Cvp20$1*];
   Cvp1-Cvp20@1;
  [toplam@0]; toplam@1;

  model tablet:
    toplam by Cvp1-Cvp20*(L1-L20);
     [Cvp1$1-Cvp20$1*];
   Cvp1-Cvp20@1;
  [toplam@0]; toplam@1;
    output: tech4 stdyx modindices(3.84);
```

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı	İsa GÜNDOĞMUŞ
Doğum Yeri	Elbistan
Doğum Tarihi	01.02.1987

Eğitim Durumu

Lise	Sivas Fen Lisesi	2001-2004
Lisans	Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği	2004-2008
Yüksek Lisans		
Yabancı Dil	İngilizce: Okuma (Orta), Yazma (Orta), Konuşma (Orta)	

İş Deneyimi

Stajlar		
Projeler		
Çalıştığı Kurumlar	Milli Eğitim Bakanlığı - Öğretmen	2008 -

Akademik Çalışmalar

Yayınlar (Ulusal, uluslararası makale, bildiri, poster vb gibi.)

Gündoğmuş, İ & Değirmenci Gündoğmuş, H. (2016). *Online ölçme araçlarının kullanımına ilişkin öğretmen görüşleri.*, INES Uluslararası Akademik Araştırmalar Kongresi. Side, Antalya 3-5 Kasım 2016.

Seminer ve Çalıştaylar

Sertifikalar

İletişim

e-Posta Adresi	isagundogmus@gmail.com

Jüri Tarihi	09.06.2017