



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı
Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Programı

**TEST EŞİTLEMEDE GRUP DEĞİŞMEZLİĞİNİN FARKLI SİMÜLASYON
KOŞULLARI ALTINDA İNCELENMESİ**

Hatice İNAL

Doktora

Ankara, 2018



Liderlik, araştırma, inovasyon, kaliteli eğitim ve değişim ile

Daha ileriye... En İyiyeye...



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı
Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Programı

TEST EŞİTLEMEDE GRUP DEĞİŞMEZLİĞİNİN FARKLI SİMÜLASYON
KOŞULLARI ALTINDA İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF GROUP INVARIANCE IN TEST EQAUTING UNDER
DIFFERENT SIMULATION CONDITIONS

Hatice İNAL

Doktora

Ankara, 2018

Kabul ve Onay

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,

Hatice İNAL'ın hazırladığı "Test Eşitlemede Grup Değişmezliğinin Farklı Simülasyon Koşulları Altında İncelenmesi" başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından **Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı, Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Bilim Dalında Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.

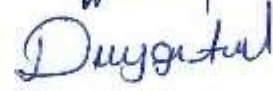
Jüri Başkanı

Prof. Dr., Selahattin GELBAL



Jüri Üyesi (Danışman)

Prof. Dr., Duygu ANIL



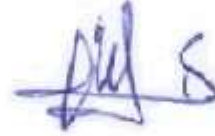
Jüri Üyesi

Doç. Dr., Ömay ÇOKLUK
BÖKEOĞLU



Jüri Üyesi

Doç. Dr., Burcu ATAR



Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr., Ergül DEMİR



Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından 05 / 01 / 2018 tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulunca / / tarihinde kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ali Ekber ŞAHİN
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Öz

Bu araştırma kapsamında ortak maddelerin değişen madde fonksiyonu göstermesi durumunda, değişen madde fonksiyonu gösteren maddelerin farklı çalışma grubu büyüklükleri için test eşitlemede grup değişmezliğinin nasıl etkilendiği incelenmiştir. Bu kapsam doğrultusunda eşitlemede grup değişmezliğini incelemek için manipüle edilen koşullar; çalışma grubu büyüklüğü, çalışma grubu büyüklüğü oranı, değişen madde fonksiyonu gösteren maddelerin bulunduğu form, değişen madde fonksiyonu gösteren madde oranı, değişen madde fonksiyonu yönü ve gruplar arası ortalama yetenek farkıdır. Bu çalışma denk gruplar ortak test deseni altında Madde Tepki Kuramı gerçek puan eşitleme yöntemi kullanılarak yürütülmüştür. Eşitlemenin grup değişmezliği açısından incelenmesinde, standartlaştırılmamış REMSD, RESDk, RMSD(x) ve RSDk(x) indislerinden yararlanılmıştır. Bu araştırmada 96 farklı simülasyon koşulu altında yürütülen eşitleme sonuçları için elde edilen grup değişmezliği indislerini karşılaştıran bir desen oluşturulmuştur. Araştırma kapsamında gerçekleştirilen analizlerin yürütülmesinde R yazılımı ile SPSS programından faydalanılmış ve her bir koşul için 100'er tekrar yapılmıştır. Araştırma kapsamında incelenen koşullarda test eşitlemede grup değişmezliğine etkisi elde edilen REMSD, RESDk, RMSD(x), ve RSDk(x) indislerinin ortalaması alınarak değerlendirilmiştir. Ayrıca tüm koşullarda eşitleme sonuçları üzerinde grup değişmezliği açısından istatistiksel olarak manidar bir farklılık olup olmadığı ANOVA yapılarak incelenmiştir. Araştırmada elde edilen sonuçlar doğrultusunda eşitlemede grup değişmezliğini en çok etkileyen faktörün değişen madde fonksiyonu gösteren ortak maddelerin bulunduğu form olduğu görülmüştür. DMF gösteren ortak maddeler tek bir formda olması durumu her iki formda da olması durumuna göre DMF ile ilgili koşullarda, test eşitlemede grup değişmezliği olumsuz anlamda daha çok etkilenmiştir. DMF gösteren ortak maddelerin tek bir formda olduğu durumlarda grup değişmezliğini en çok etkileyen değişkenin DMF yönü olduğu görülmüştür. DMF gösteren ortak maddelerin her iki formda olduğu durumlarda ise grup değişmezliğini en çok etkileyen değişken gruplar arasındaki ortalama yetenek farkı olmuştur.

Anahtar sözcükler: test eşitleme, değişen madde fonksiyonu, grup değişmezliği

Abstract

The purpose of this study was to examine the impact of differential item functioning in anchor items on the group invariance in equating for different sample sizes. Within this scope, the factors that chosen to investigate the group invariance in equating were sample size, frequency of sample size of subgroups, differential form of differential item functioning, frequency of items in the anchor test with differential item functioning, directionality of differential item functioning and mean differences in subpopulation ability levels. The current study was conducted by using item response theory true score equating under equivalent groups anchor test design. REMSD, RESDk, RMSD(x) and RSDk(x) indexes were used for investigating group invariance in equating. This study was designed as a comparison of equating results on 96 simulation conditions. The R language and SPSS software was utilized for analysis and 100 replication were performed for each condition. The effect of the conditions held in the study on group invariance in equating were evaluated by taking average of REMSD, RESDk, RMSD(x) and RSDk(x). Also ANOVA was performed to determine significant effect of each of factor on group invariance in equating. In the scope of the results of the study, differential form DIF was the factor that had the most prominent impact on group invariance in equating. The findings of this study show group invariance was affected by factors of DIF were only in instances in which DIF in anchor items is differential across test forms. When DIF in anchor items differs across forms to be equated, direction of DIF has the largest effect on group invariance. When DIF in anchor items were been on each of forms to be equated, differences in group mean ability has the largest impact on group invariance.

Keywords: test equating, differential item functioning, group invariance

Teşekkür

Doktora öğrenimim boyunca akademik hayatımın şekillenmesinde emeği geçen ve bana her zaman destek olan tez danışmanım sevgili hocam Prof. Dr. Duygu ANIL'a,

Tezimin analizi aşamasında yaşadığım sorunlara çözüm yollarını sunarak bana büyük bir içtenlikle yardımcı olan Dr. Anne Corinne HUGGINS-MANLEY'e,

Bu alanda yetişmemde büyük payı olan, tez konumu belirlemeye çalıştığım ilk aşamadan itibaren görüş ve önerileriyle çalışmama değerli katkılarda bulunan değerli hocam Prof. Dr. Selahattin GELBAL'a,

Çalışmamı büyük bir özveri ile değerlendiren, değerli öneri ve katkılarıyla zenginleştiren değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Ergül DEMİR'e,

Tez jürimde yer alarak değerli görüş ve düşünceleri ile önemli katkılar sağlayan Doç. Dr. Ömay Çokluk BÖKEOĞLU ve Doç. Dr. Burcu ATAR hocalarıma,

Destek ve katkılarından dolayı Dr. Çiğdem AKIN ARIKAN, Ar. Gör. Serap BÜYÜKKIDIK ve Ar. Gör. Tuğba TURABİK'e,

Destek ve varlıkları ile bana daima güç veren, benim için ne kadar değerli olduklarını anlatmaya kelimelerimin yetmediği sevgili anneme, babama ve kardeşime,

Doktora öğrenimim boyunca yurt içi doktora burs olanağı sağlayan TÜBİTAK'a,

Tez sürecinde yardımları olan herkese,

sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İçindekiler

Öz.....	ii
Abstract	iii
Teşekkür.....	iv
Tablolar Dizini.....	vii
Şekiller Dizini.....	viii
Bölüm 1 Giriş.....	1
Problem Durumu	1
Araştırmanın Amacı ve Önemi	4
Araştırma Problemi	5
Bölüm 2 Araştırmanın Kuramsal Temeli ve İlgili Araştırmalar.....	7
Değişen Madde Fonksiyonu.....	7
Test Eşitleme	9
Madde Tepki Kuramı.....	11
Madde Tepki Kuramına Dayalı Eşitleme Süreci.....	12
Eşitleme Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	13
İlgili Araştırmalar	18
Bölüm 3 Yöntem.....	26
Araştırma Türü	26
Araştırmada Kullanılan Eşitleme Deseni	26
Simülasyon Faktörleri ve Koşulları	26
Verilerin Üretilmesi	29
Eşitleme Süreci	31
Değerlendirme Ölçütleri	32
Verilerin Analizi	34
Bölüm 4 Bulgular ve Yorumlar.....	36
Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar	36

İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar	52
Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar	68
Bölüm 5 Sonuç, Tartışma ve Öneriler	73
Sonuç ve Tartışma	73
Öneriler	76
Kaynaklar	78
EK-A: 1500 Çalışma Grubu Büyüklüğünde Her İki Formda DMF Varlığında Alt Grupların Büyüklükleri Oranı ve DMF Gösteren Ortak Madde Oranına Göre Her Bir Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği İndisleri	87
EK-B: 1500 Çalışma Grubu Büyüklüğünde Tek Bir Formda DMF Varlığında Alt Grupların Büyüklükleri Oranı ve DMF Gösteren Ortak Madde Oranına Göre Her bir Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği İndisleri	92
EK-C: 3000 Çalışma Grubu Büyüklüğünde Her İki Formda DMF Varlığında Alt Grupların Büyüklükleri Oranı ve DMF Gösteren Ortak Madde Oranına Göre Her bir Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği İndisleri	97
EK-Ç: 3000 Çalışma Grubu Büyüklüğünde Tek Bir Formda DMF Varlığında Alt Grupların Büyüklükleri Oranı ve DMF Gösteren Ortak Madde Oranına Göre Her bir Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği İndisleri	102
EK-D: Etik Komisyonu Onay Bildirimi	107
EK-E: Etik Beyanı	108
EK-F: Doktora Tez Çalışması Orijinallik Raporu.....	109
EK-G: Dissertation Originality Report	110
EK-Ğ: Yayımlama ve Fikrî Mülkiyet Hakları Beyanı	111

Tablolar Dizini

Tablo 1. Araştırmada Ele Alınan Simülasyon Koşulları ve Düzeyleri.....	27
Tablo 2. a Parametresinin Sınıflaması	30
Tablo 3. Çalışma Grubu Büyüklüğü N=1500 İçin Her İki Formda da DMF Görülmesi Durumunda Toplam Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği İndisleri	37
Tablo 4. Çalışma Grubu Büyüklüğü N=1500 İçin Tek Bir Formda DMF Görülmesi Durumunda Toplam Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği İndisleri	40
Tablo 5. Çalışma Grubu Büyüklüğü N=1500 İçin Toplam Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği İndislerinin Çalışmada Ele Alınan Faktörlere Göre ANOVA Sonuçları.....	48
Tablo 6. Çalışma Grubu Büyüklüğü N=3000 İçin Her İki Formda da DMF Görülmesi Durumunda Toplam Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği İndisleri	53
Tablo 7. Çalışma Grubu Büyüklüğü N=3000 İçin Tek Bir Formda DMF Görülmesi Durumunda Toplam Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği İndisleri	56
Tablo 8. Çalışma Grubu Büyüklüğü N=3000 İçin Toplam Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği İndislerinin Çalışmada Ele Alınan Faktörlere Göre ANOVA Sonuçları.....	64
Tablo 9. REMSD Grup Değişmezliği İndisinin Çalışmada Ele Alınan Faktörlere Göre ANOVA Sonuçları.....	68
Tablo 10. RESDodak Grup Değişmezliği İndisinin Çalışmada Ele Alınan Faktörlere Göre ANOVA Sonuçları.....	70
Tablo 11. RESDreferans Grup Değişmezliği İndisinin Çalışmada Ele Alınan Faktörlere Göre ANOVA Sonuçları.....	71

Şekiller Dizini

Şekil 1. Çalışma Grubu Büyüklüğü N=1500 İçin Her İki Formda Da DMF Görülmesi Durumunda REMSD Değerleri.	39
Şekil 2. Çalışma Grubu Büyüklüğü N=1500 İçin Tek Bir Formda Görülmesi Durumunda REMSD Değerleri.	42
Şekil 3. Çalışma Grubu Büyüklüğü N=1500 İçin Her İki Formda DMF Görülmesi Durumunda Alt Grupların Büyüklükleri Oranının 1:1 Ve DMF'li Ortak Madde Oranının %20 Olduğu Koşullarda Her Bir Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği İndisleri.....	44
Şekil 4. Çalışma Grubu Büyüklüğü N=1500 İçin Tek Bir Formda DMF Görülmesi Durumunda Alt Grupların Büyüklükleri Oranının 1:1 Ve DMF'li Ortak Madde Oranının %20 Olduğu Koşullarda Her Bir Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği İndisleri.....	46
Şekil 5. Çalışma Grubu Büyüklüğü N=3000 İçin Her İki Formda Da DMF Görülmesi Durumunda REMSD Değerleri.	55
Şekil 6. Çalışma Grubu Büyüklüğü N=3000 İçin Tek Bir Formda DMF Görülmesi Durumunda REMSD Değerleri.	58
Şekil 7. Çalışma Grubu Büyüklüğü N=3000 İçin Her İki Formda DMF Görülmesi Durumunda Alt Grupların Büyüklükleri Oranının 1:1 Ve DMF'li Ortak Madde Oranının %20 Olduğu Koşullarda Her Bir Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği İndisleri.....	60
Şekil 8. Çalışma Grubu Büyüklüğü N=3000 İçin Tek Bir Formda DMF Görülmesi Durumunda Alt Grupların Büyüklükleri Oranının 1:1 Ve DMF'li Ortak Madde Oranının %20 Olduğu Koşullarda Her Bir Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği İndisleri.....	62

Bölüm 1

Giriş

Bu bölümde problem durumu, araştırmanın amacı ve önemi, problem cümlesi ve alt problemler başlıklarına yer verilmiştir.

Problem Durumu

Testlerden elde edilen puanlar, birçok konuda alınan önemli kararlar için önemli bilgi kaynakları arasındadır. Nitekim testlerin öğrencilerin seçme ve yerleştirme amacıyla ve ayrıca bireylerin meslek yaşamının belirlenmesinde kullanılması, test sonuçlarına göre verilecek kararların önemini daha da arttırmaktadır. Bireyleri okula ya da işe yerleştirmek amacıyla belirli aralıklarla uygulanan büyük ölçekli ve merkezi testlerin güvenlik gibi bazı nedenler dolayı farklı formları geliştirilip uygulanır. Uygulanan formlar aynı amaca yönelik olsa da bunlardan karşılaştırılabilir puanlar elde etmek için test formlarının eşitlenmesine ihtiyaç duyulur. Psikometride, bir testin farklı formlarından elde edilen puanların karşılaştırılabilmesini ve birbiri yerine kullanılabilmesini sağlayan puanları dönüştürme süreci eşitleme olarak adlandırılmaktadır (Dorans ve Holland, 2000; Holland, 2007; Kolen ve Brennan, 2004). Kolen ve Brennan'a (2004) göre, 1980 öncesinde eşitleme konusu, eşitlemeden sorumlu psikometrisyenler hariç ölçme ve değerlendirmede çalışma yapan çoğu araştırmacı tarafından göz ardı edilmiştir. Bununla birlikte, 1980'lerin başında eşitlemenin önemi, anlaşılmaya başlandı. Eşitlemeye verilen önemin artması bir testin farklı formlarını kullanan programlar ile farklı formlardaki puanların eşitlenmesinde işe koşulan bu programlardan sorumlu test uzmanlarının sayısı ve çeşitliliği artmasına neden olmuştur (Kolen ve Brennan, 2004). Böylece, eğitimdeki hesap verebilirlik hareketleri ve testte adaletli olma konuları da daha göz önünde bulundurulmaya başlanmıştır. Bu gelişmeler, eşitlemenin ölçme uzmanları ve test kullanıcıları arasında öneminin daha da artmasını sağlamıştır.

Eşitleme işlemin hatasız olması, gerçekleştirilen test uygulamalarının daha adil olması ve bireylerin geleceği ile ilgili doğru kararlar alınmasında kritik önem arz etmektedir. Angoff (1984) başarılı bir eşitleme süreci sonunda bir testin farklı uygulamaları üzerinde testin alanların bireysel gelişimini izlemek, belirli bir zaman aralığında grup performansındaki değişiklikleri belirlemek ve bir testi bir yılın farklı

zamanlarında alan öğrencileri karşılaştırmak mümkün olduğunu belirtmiştir. Başarılı bir eşitleme, bir testin daha kolay formuna alan bireylerin testin daha zor formuna giren bireylere göre haksız bir avantajı olmadığı ve bir testin farklı formlarını alan bireylerin puanlarındaki farklılığın, bireylerin başarı düzeyindeki farklılıktan kaynaklandığı anlamına gelmektedir. Eşitleme sürecinin başarılı bir şekilde yürütülmesi için, başka bir deyişle eşitleme süreci yardımı ile farklı formlardan alınan puanların birbiri yerine kullanılabilmesi için eşitlemenin, grup değişmezliği şartının da yer aldığı birtakım şartları karşılanması gerekmektedir. (Dorans ve Holland, 2000; Kolen ve Brennan, 2004). Eşitlemenin grup değişmezliği, farklı ölçekler üzerindeki puanları eşitlemek için kullanılan fonksiyonun alt gruplara bağlı olmamasıyla sağlanır (Angoff, 1971; Dorans ve Holland, 2000; Flanagan, 1951). Böylece, bir testin farklı formlardan elde edilen puanların birbiri yerine kullanılabilmesi için, her bir formu aynı ölçek üzerine yerleştiren eşitleme fonksiyonunun farklı grup ya da alt gruplarda aynı olması gerekmekte olduğu söylenebilir (Kolen, 2004). Eşitlemede grup değişmezliğinin ihlali, aynı puana sahip olması gereken farklı gruplara ait bireylerin, farklı eşitlenmiş puanlar almasına neden olmaktadır. Başka bir deyişle, eşitlemede grup değişmezliğinin ihlal edilmesi, testin farklı gruplar için karşılaştırılabilir olması ve adil olması gerekliliğine engel olmaktadır (Dorans, 2004,2008; Huggins ve Penfield, 2012).

Testlerden alınacak kararlara dayalı olarak, test puanlarının mümkün olan en doğru bilgiyi sunması gerekmektedir (Kolen ve Brennan, 2004). Bundan dolayı, test puanları hangi nedenle kullanılıyor olursa olsun, bir test puanına dayalı sonuçlardan hareketle alınan kararların doğruluğu gösterilmelidir (Kane, 2013; Messick, 1995; Zumbo,1999). Bunun için bir testte yer alan tüm maddelerin test ile ölçülmek istenen yapıyı benzer olarak ölçmesi gerekmekte olup bu amaçla DMF analizleri yapılmaktadır (Kane, 2013). Bir testte yer alan bir maddeye ait performansın farklı alt gruplarda nasıl değiştiğini incelemek için DMF kullanılmaktadır. Bundan dolayı parametre kestirimi ya da test eşitleme çalışmasına başlanmadan önce DMF gösteren maddeleri belirlemek ve gerekirse silmek için DMF analizi yürütmek gerekmektedir. Diğer yandan, eşitleme çalışmalarında genellikle tüm öğelerin DMF etkilerinden arındırıldığı varsayılmaktadır. Ancak bazı koşullarda iyi yapılandırılmış bir test çok sayıda DMF gösteren madde içerse de testten DMF gösteren maddelerin silinmesi testin yapı geçerliliğinin düşmesine ve yetenek parametre

kestirimlerindeki hatanın artmasına neden olur. Ayrıca DMF gösteren maddelerin silinmesi durumunda testin geçersiz olacağı durumlar oluşabilir. Bu nedenle, eşitleme sırasında DMF gösteren maddelerin varlığında da eşitlemeye olan etkisini en aza indirebilecek koşulların incelenmesi önemlidir.

Angoff ve Cook (1988) DMF ve test eşitlemenin iki ayrı konu olarak ele alınamayacağını belirtmişlerdir. Buradan hareketle de alan yazında DMF gösteren maddelerin eşitleme üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalar yapılmıştır (Chu, 2002; Chu ve Kamata, 2005; Han, 2008; Huggins, 2012; Atalay Kabasakal, 2014; Demirus, 2015). DMF içeren maddeler test eşitleme hatasını arttırmakla kalmaz, ayrıca testi alan bazı bireylere yanlı olunmasına neden olabilir. Bu yüzden ideal koşullarda test eşitleme gerçekleştirilmeden DMF içeren madde olup olmadığı araştırılmalı ve eğer varsa DMF içeren maddeler silindikten sonra eşitleme süreci başlatılmalıdır. Ancak DMF ve test eşitlemenin birlikte yürütüldüğü çalışmalarda bir amaç da DMF'nin test eşitlemeyi ne koşullarda ne derece etkilediği incelemektir. Alanyazın incelendiğinde, DMF görülen maddelerin bulunduğu form, DMF gösteren madde oranı, DMF etki büyüklüğü, çalışma grubu büyüklüğü, alt grupların büyüklükleri oranı, test uzunluğu gibi değişkenlerin test eşitlemeye etkisinin incelendiği görülmektedir. Bu çalışmada eşitleme ile birlikte aynı zamanda test maddelerinde DMF varlığının grup değişmezliği açısından nasıl bir sorun oluşturduğu araştırılmıştır. Eşitlemenin grup değişmezliği açısından incelenmesinde farklı indislerden yararlanılmaktadır. Bu çalışmada ele alınan simülasyon koşullarında yürütülen eşitlemelerin grup değişmezliği RMSD(x), REMSD, RESDk, RSDk indisleri ile belirlenecektir. Yang, Dorans ve Tateneni (2003) ile Yang (2004) RMSD ve REMSD indislerinin alt grup büyüklüğünden çok fazla etkilendiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada DMF görülen maddelerin varlığında alt grup büyüklükleri eşit ve alt grup büyüklükleri oranı 1:2 olacak şekilde koşullar altında grup değişmezliği indislerinin nasıl değiştiği araştırılacaktır. Ayrıca, çalışma grubu büyüklüğünün eşitleme sonuçlarına etkisi alan yazında değişik çalışmalarda (Hanson ve Beguin, 2002; Hu ve diğerleri, 2008; Kolen ve Brennan, 2004; Lee ve Ban, 2010) incelenmiş olup, bu çalışmalarda çalışma grubu büyüklüğünün az olmasının hatalı eşitleme sonuçlarına neden olabileceği belirtilmiştir. Ancak, farklı çalışma grubu büyüklüklerinde DMF gösteren maddelerin bulunması durumunda

eşitleme sonuçlarının grup değişmezliği açısından araştırılmasına ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

Araştırmanın Amacı ve Önemi

Testlerden elde edilen puanlar birçok konuda alınan önemli kararlar için önemli bilgi kaynakları arasındadır. Ancak, uygulamada test güvenliği ve öğrenci gelişiminin takip edilebilmesi gibi bazı gerekçeler nedeniyle aynı testin farklı formları kullanılmakta veya farklı zamanlarda uygulanan testlerde ortak maddeler kullanılarak testler eşitlenmektedir. Bu eşitleme sürecinin mümkün olduğunca hatasız olması, testler ile bireyler hakkında doğru kararlar verebilmek açısından önemlidir. Bundan dolayı, bir testi geliştiren, uygulayan ve test sonuçlarını yorumlayan kişilerin test puanlarına dayanarak verdiği kararların geçerli olması için gereken çabayı göstermeleri etik bir sorumluluktur (Camilli ve Shepard, 1994; Holland ve Wainer, 1993). Buna göre de testlerde yürütülen eşitlemelerin psikometrik olarak savunulabilir olması gerekmektedir. Dolayısıyla, eşitleme gerçekleştirilirken uygulayıcıların kararlarını dayandıracakları çalışmalar büyük önem taşımaktadır.

Diğer taraftan, test puanları kaçınılmaz olarak bir testle ölçülmesi amaçlanan özellikle ilişkili olmayan, kontrol edilemeyen daha farklı değişkenlik kaynakları tarafından etkilenebilir. Böylece test eşitleme sonuçlarının doğruluğu da çeşitli faktörlerden etkilenebilir. Alanyazında test eşitleme sonuçlarının doğruluğu çalışma grubu büyüklüğü, ortak madde sayısı, test uzunluğu gibi farklı faktörler ele alınarak incelenmiştir (Hanson ve Beguin, 2002; Kim ve Lee, 2004; Kilmen, 2010; Gök, 2012). Çalışmalarda ele alınan tüm faktörlerin kontrolünü sağlamak ise ancak simülasyon veri üreterek mümkün hale gelmektedir. Lehman ve Bailey (1968) ampirik bir çalışmanın mümkün olmadığı ya da çok masraflı olduğu durumlarda, simülasyon çalışmalarının yürütülebileceğini belirtmiştir. Böylece alan yazında eşitleme sürecini tasarlamak amacı güden pek çok simülasyon çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada da simülasyon yardımı ile belli koşullar altında test eşitleme sonuçlarının nasıl değiştiği araştırılmak istenmektedir. Bu çalışmanın amacı ortak maddelere dayalı olarak yapılan eşitlemelerde, ortak maddelerin DMF göstermesi durumunda; DMF ve çalışma grubu büyüklüğünden oluşturulan çeşitli koşullara göre grup değişmezliği indislerini belirlemek ve elde edilen sonuçları karşılaştırmaktır. Araştırmanın amacı doğrultusunda; ortak maddeler yardımıyla

eşitlenmede, DMF ve çalışma grubu büyüklüğü faktörleri altında eşitleme açısından en optimum durum belirlenmeye çalışılmıştır.

Bu araştırmanın sonuçlarının, farklı test formlarının eşitlenmesinde, uygun eşitleme sürecinin tasarlanması için araştırmacılara ve geniş ölçekli test uygulamalarını yürüten ölçme ve değerlendirme merkezlerine yararlı olacağı düşünülmektedir. Ayrıca bu çalışmanın aynı zamanda en doğru eşitleme sonuçları elde edebilmek için gerekli koşulları belirlemeye yönelik yapılan kuramsal araştırmalara da katkıda bulunacağı söylenebilir.

Öğrencilerin seçme ve yerleştirme amacıyla ve ayrıca bireylerin meslek yaşamının belirlenmesinde kullanılan büyük ölçekli sınavların yanlı olmaması oldukça önemlidir. Ülkemizde uygulanan ALES ve YDS gibi farklı dönemlerde uygulanan sınavlarda yer alan maddelerin DMF göstermesi bu sınavların eşitlenmesi sürecini olumsuz etkileyecektir. Bu çalışma DMF görülmesi durumunda test eşitleme süreçlerinin nasıl ve ne kadar etkilendiği konusunda araştırmacılara ve test uzmanlarına bir yol gösterici nitelik taşımaktadır.

Son olarak; alanyazında eşitlemenin, ele alınan çalışma grubu büyüklüğünden etkilendiğini gösteren birçok çalışma bulunmaktadır. Fakat ilgili alanyazında ortak maddelerde DMF görülmesi durumunda çalışma grubu büyüklüğünün farklı alt grup büyüklüğü oranlarında test eşitlemeye grup değişmezliğini açısından etkisinin eş zamanlı olarak incelendiği bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Gerçekleştirilen bu çalışma ile ilgili alanyazına katkı sağlanacağı söylenebilir.

Araştırma Problemi

Bu araştırmanın problemi şu şekilde belirlenmiştir:

Ortak maddelere dayalı olarak yapılan eşitlemelerde, ortak maddelerin DMF göstermesi durumunda; DMF ve çalışma grubu büyüklüğünden oluşturulan farklı simülasyon koşullarına göre grup değişmezliği nasıl değişmektedir?

Alt problemler. Araştırmanın alt problemleri ise araştırma problemi çerçevesinde aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur.

1. Çalışma grubu büyüklüğünün 1500 olduğu koşullarda ortak maddelerin DMF göstermesi durumunda yapılan eşitlemelerde grup değişmezliği indisleri;
 - a. DMF gösteren maddelerin bulunduğu forma,
 - b. Odak ve referans grubun büyüklükleri oranına,
 - c. DMF gösteren ortak madde oranına,
 - d. DMF yönüne,
 - e. Odak ve referans grubun yetenek dağılımlarına göre nasıl değişmektedir?
2. Çalışma grubu büyüklüğünün 3000 olduğu koşullarda ortak maddelerin DMF göstermesi durumunda yapılan eşitlemelerde grup değişmezliği değerleri,
 - a. DMF gösteren maddelerin bulunduğu forma,
 - b. Odak ve referans grubun büyüklükleri oranına,
 - c. DMF gösteren ortak madde oranına,
 - d. DMF yönüne,
 - e. Odak ve referans grubun yetenek dağılımlarına göre nasıl değişmektedir?
3. Araştırmada ele alınan tüm koşullarda yapılan eşitlemeler için grup değişmezliği değerleri nasıl değişmektedir?

Bölüm 2

Araştırmanın Kuramsal Temeli ve İlgili Araştırmalar

Bu bölümde yürütülen tez araştırmasının kuramsal temeli ve ilgili alanyazında yürütülmüş olan araştırmalar bulunmaktadır.

Değişen Madde Fonksiyonu

Test puanları hangi nedenle kullanılıyor olursa olsun, bir test puanına dayalı sonuçlardan hareketle alınan kararların doğruluğu gösterilmelidir (Kane, 2013; Messick, 1995; Zumbo, 1999). Bunun için bir testte yer alan tüm maddelerin test ile ölçülmek istenen yapıyı benzer olarak ölçmesi gerekmekte olup bu amaçla DMF analizleri yapılmaktadır (Kane, 2013). Bir testte yer alan bir maddeye ait performansın farklı alt gruplarda nasıl değiştiğini incelemek için DMF kullanılır.

Alanyazında DMF'nin birçok tanımı yer almaktadır. En çok kullanılan tanım, DMF'nin yetenek düzeyi kontrolünden sonra bir maddenin doğru cevaplanma olasılığı alt gruplar için aynı olmaması şeklindedir (Camilli ve Shepard, 1994; Clauser ve Mazor, 1998; Lim ve Drasgow, 1990; McCauley ve Mendoza, 1985; Shepard, Camilli ve Williams, 1985; Shepard, Camilli ve Averill, 1981; Zumbo, 1999). DMF, bir maddenin bir alt grubun diğeri üzerine avantaj sağlayacak şekilde yazılmasından kaynaklanabilir. Örneğin Driana (2007) dokuzuncu sınıflar için yazılan bir maddenin cinsiyete göre DMF gösterdiğini bulmuştur. Söz konusu madde "Yeni doğmuş bir bebeğin ortalama ağırlığı ne kadardır?" şeklindedir. Bu maddenin DMF göstermesinin nedeninin kızların bebeklere erkeklerden daha çok aşina olması olarak belirtilmiştir.

Bir DMF analizi ile yetenek düzeyi dikkate alınarak farklı alt grupların bir madde üzerindeki performansları karşılaştırılır. Avantajlı olduğu düşünülen ve maddeyi doğru cevaplama olasılığı daha yüksek olan grup referans grup olarak adlandırılırken, dezavantajlı olduğu düşünülen ve maddeyi doğru cevaplama olasılığı daha düşük olan grup odak grup olarak adlandırılmaktadır (Camilli ve Shepard, 1994; de Ayala, 2009).

DMF'nin formu, Mellenbergh (1982) tarafından tek biçimli (uniform DMF) ile tek biçimli olmayan (non-uniform DMF) şeklinde sınıflandırılırken, (Shealy ve Stout, 1993) tarafından tek yönlü ve tek yönlü olmayan şeklinde tanımlanmıştır. Gruplar arasındaki olasılık farkı tüm yetenek düzeylerinde sistematik olarak aynı ise, madde

tek biçimli DMF göstermektedir. Grafik olarak, referans ve odak grup için madde karakteristik eğrileri birbirine paralel ise tek biçimli DMF söz konusudur. Tek biçimli olmayan DMF ise, bazı yetenek düzeylerinde bir madde bir gruba diğeri üzerinde avantaj sağlarken, diğeri yetenek düzeylerinde tam tersi olması durumunda oluşur. Grafik olarak Tek biçimli olmayan DMF durumunda odak ve referans gruba ait madde karakteristik eğrileri kesişmektedir (Camilli ve Shepard, 1994). Bir testte yer alan tüm DMF'li maddelerin her yetenek düzeyi için sadece bir alt grup avantaj sağlaması durumunda madde tek yönlü DMF göstermektedir. Tek yönlü olmayan DMF ise bir testte yer alan DMF'li maddelerden bazıları için bir alt grubun maddeyi doğru cevaplama olasılığı daha yüksek iken, bazılarında ise diğeri alt grubun maddeyi doğru cevaplama olasılığı daha yüksek olması durumunda oluşur (Shealy ve Stout, 1991; 1993).

DMF analizi, bir maddede bir alt grubun diğeri üzerine avantaj sağlanıp sağlanmadığını incelemek için gerçekleştirilmekle birlikte bazı ölçme teknikleri için ön koşul olması nedeniyle de yürütülür (Shepard ve diğeri, 1984). Örneğin eşitleme de DMF gösteren maddelerin varlığı eşitleme sonuçlarını olumsuz anlamda etkileyebilmektedir (Kim ve Cohen, 1992; Shepard ve diğeri, 1984). Test eşitleme farklı maddeleri içeren testleri alan bireyler olması durumunda parametre kestirimlerini aynı ölçek üzerine getirme sürecini de içerir. DMF gösteren maddeler test eşitleme ya da parametre kestirimindeki hataları arttırmak yanında bazı bireylere yanlış olunmasına da neden olabilir. Bundan dolayı parametre kestirimi ya da test eşitleme çalışmasına başlanmadan önce DMF gösteren maddeleri belirlemek ve gerekirse silmek için DMF analizi yürütmek gerekmektedir. Ancak bazı koşullarda iyi yapılandırılmış bir test çok sayıda DMF gösteren madde içerse de testten DMF gösteren maddelerin silinmesi testin geçerliliğinin düşmesine ve yetenek parametre kestirimlerindeki hatanın artmasına neden olur. Ayrıca DMF gösteren maddelerin silinmesi test geliştirme çalışmalarındaki maliyetin de artmasına sebep olacaktır. Bu nedenle, eşitleme sırasında DMF gösteren maddelerin belirlenmesi ve bu maddelerin eşitlemeye olan etkisini en aza indirebilecek yöntemlerin geliştirilip kullanılması önemlidir (Hidalgo-Montesinos ve Lopez-Pina, 2002).

Test Eşitleme

Test eşitleme, bir testin farklı formlarındaki test puanlarının birbiri yerine kullanılmalarını sağlayan istatistiksel ve psikometrik süreç olarak tanımlanmaktadır (Dorans ve Holland, 2000; Kolen, 2004; Kolen ve Brennan, 2004). Eşitlemenin temel amacı test formları arasındaki güçlük farkından kaynaklanan etkileri yok ederek bir testin farklı formlarından elde edilen puanların karıştırılmasına olanak vermektir (Cook ve Eignor, 1991; Dorans ve Holland, 2000; Hambleton ve Swaminathan, 1985; Kolen ve Brennan, 2004). Böylece başarılı bir eşitleme süreci ile bir testin hangi formu aldığı bireylerin performansları üzerinde herhangi bir farklılığa neden olmayacaktır (Lord, 1980).

Bir eşitleme sürecinin başarılı bir şekilde yürütülebilmesi için eşitlemeye başlamadan önce bazı şartların karşılanması ile gerekir. Kolen ve Brennan (2004) eşitlemenin varsayımı olan bu şartları aşağıdaki şekilde belirtmiştir:

- Simetri: Form X'deki puanların Form Y ölçeğine dönüştürmek için kullanılan eşitleme fonksiyonu, Form Y'deki puanların Form X ölçeğine dönüştürmek için kullanılan eşitleme fonksiyonunun tersi olmalıdır.
- Benzer özellikler: Eşitlenecek formlar aynı kapsam kullanılarak yapılandırılmalıdır ve benzer istatistiksel özelliklere sahip olmalıdır.
- Eşitlik: Aynı gerçek puana sahip bireylerin tüm eşitlenmiş formlar üzerindeki dönüştürülmüş puanlarının dağılımı aynı olmalıdır.
- Eşit yüzdelik özelliği: Eşitlenmiş formlara ait puanlar bireylerin herhangi bir grubu için aynı dağılıma sahip olmalıdır.
- Cevaplayıcılar, her iki ölçekte de aynı beklenen puana ve aynı performans dağılımına sahip olmalıdır.
- Grup değişmezliği: Formları eşitlemede kullanılan fonksiyonu, fonksiyonunun kestirildiği grupların herhangi bir alt grubunda da aynı olmalıdır.

Kolen ve Brennan (2004) bu varsayımların eşitleme sürecini geliştirmek için esas temeli olarak kullanıldığını belirterek, eşitleme uygulamalarında eşitlemenin doğru bir şekilde yürütüldüğünü göstermek için varsayımların mümkün mertebede sağlandığının kanıtlanmasında gayret gösterilmesi gerektiğine vurgu yapmıştır.

Dorans ve Holland (2000) ise test eşitlemenin çok fazla teorik dayanağı olmadığını ifade ederek, eşitlemenin varsayımlarının karşılanması zor olduğunu belirtmiş ve hatta bu varsayımlar sağlanmasa da yine eşitleme sürecinin yürütülebileceği hakkında eleştirilerin mevcut olduğunu altını çizmiştir.

Buradan eşitleme süreci ile uygun şekilde sonuçlar elde edildiğinin gösterilmesi için eşitlemenin her bir varsayımının sağlanıp sağlanmadığının kontrol edilmesi gerektiğini söyleyebiliriz. Eşitlemenin benzer özellikler varsayımı, uzmanlar tarafından bir testin iki formuna ait maddelerin kapsam ve istatistiksel özellikleri incelenerek kontrol edilebilir. Eşitlik varsayımı için ise, Hambleton ve Swaminathan, (1991) değişik yöntemler ele almıştır. Lineer ve eşit yüzdeliği eşitleme fonksiyonlarının genel tanımları simetri varsayımının otomatik olarak sağlanmasına olanak vermektedir (Kolen ve Brennan 2004). Grup değişmezliği varsayımı da toplam gruba ait eşitleme fonksiyonunun farklı alt gruplara ait eşitleme fonksiyonları ile özdeş ya da en azından benzer olup olmaması incelenerek kontrol edilebilir.

Alanyazında eşitleme işlemi genelde eşitleme deseni ve eşitleme yöntemi şeklinde iki bileşen ile betimlenmektedir. Eşitleme deseni, test formlarını alan bireylerin grup(lar)ı, test formlarının uygulanması ve test formlarının desenini içeren veri toplama yapısını oluşturmaktadır. Eşitlemede kullanılan birçok desen mevcuttur. Bunlardan en çok kullanılan desen tek grup deseni, denk grup deseni ve ortak test deseni. Bu çalışmada denk gruplarda ortak test deseni (Angoff, 1971; Lord, 1950) kullanılmıştır.

Ortak test deseninde eşitlenecek testler ortak madde seti içerir ve eş-değer olması gerekmeyen farklı öğrenci gruplarına uygulanır (Hambleton ve Swaminathan, 1985). Ortak maddeler, bu desende eşitleme fonksiyonunu belirlemede işe koşulmaktadır. Bu sebepten dolayı, eşitleme çalışmaları yürütülürken ortak maddelerin özelliklerine dikkat edilmek gerekmektedir. Öncelikle, ortak maddeler güçlük ve içerik bakımından tüm testi iyi temsil etmelidir. Ayrıca, ortak maddeler her bir farklı test formunda aynı yerde aynı şekilde yer almalıdır (Kolen ve Brennan, 2004). Ortak maddelerin sayısı hakkında alanyazında çeşitli görüşler mevcuttur. Angoff (1971), ortak madde sayısının tüm testteki madde sayısının %20'si kadar, Hambleton ve diğerleri (1991) ise ortak maddeler için gereksinim duyulan madde sayısının, testteki madde sayısının yaklaşık olarak %20-25'i arasında olması gerektiğini ifade etmiştir.

Eşitleme desenini belirlendikten sonra, eşitleme işlemini tamamlamak için her bir desen için uygun olan eşitleme yöntemleri ele alınır. Eşitleme yöntemleri genellikle klasik test kuramına dayanan eşitleme yöntemleri ve madde tepki kuramına dayanan eşitleme yöntemleri olarak sınıflandırılmaktadır. Klasik Test Kuramına dayalı eşitleme yöntemleri ve Madde Tepki Kuramına dayalı eşitleme yöntemleri arasındaki temel fark Klasik Test Kuramı yöntemleri test düzeyinde veri üzerine odaklanırken, Madde tepki Kuramına ait yöntemlerde madde düzeyinde veriye odaklanmaktadır. MTK eşitleme yöntemlerinin klasik eşitleme yöntemleri üzerindeki en büyük üstünlüğü farklı test formlarından ortak bir ölçek üzerine yerleştirilebilecek şekilde değişmez madde parametreleri kestirimleri elde edilebilmesidir.

Madde Tepki Kuramı

Sosyal bilimler araştırmalarının bir amacı da başarı, tutum ve motivasyon gibi gizil değişkenler hakkında hipotez ile önermeler üretmek ve çıkarımlar yapmaktır. Bu değişkenler doğrudan gözlenemez olup ayrıca bu değişkenlerin ölçümleri ancak test ve araçlar ile elde edilebilmektedir. Bu değişkenlerin ölçümleri için kullanılan iki ölçme yaklaşımı Klasik Test kuramı ve Madde Tepki kuramıdır. Klasik Test kuramı bireylerin bir ölçme aracındaki toplam puanına odaklanırken (Crocker ve Algina, 1986), Madde Tepki Kuramı bireysel test maddelerine odaklanmaktadır (Hambleton ve diğerleri, 1991). Madde Tepki Kuramı geniş ölçekli testlerde (SAT, ACT ve GRE gibi), bireyselleştirilmiş bilgisayarlı test (CAT) uygulamalarında, DMF analizlerinde ve eşitlemede kullanılmaktadır.

Madde Tepki Kuramının Klasik Test kuramı üzerindeki en büyük avantajlardan biri Madde tepki kuramında bireylerin ölçmelerinin çalışma grubu ya da veri toplama aracına bağlı olmamasıdır (Camilli ve Shepard, 1994; de Ayala, 2009). Madde Tepki Kuramının değişmezlik özelliğine göre aynı grubun farklı örneklemelerinden kestirilen madde parametreleri farklı ölçme koşullarında bile değişmezdir (Wells, Subkoviak, ve Serlin, 2002). Aynı grubun farklı örneklemelerinde birden çok uygulaması sonucunda tutarlılık gösteren maddelerin test eşitleme sürecinde kullanmak için uygun olacağı aşikardır.

Madde Tepki Kuramı, madde cevaplarının formunda görünmez ya da gizil bir değişken ve gösterimleri arasında matematiksel bir ilişki tanımlayan modellerin bir

ailesi olarak düşünülebilir (Hambleton ve diğerleri, 1991). Birey parametresi, θ , gizil değişken üzerindeki yeteneği gösteren kestirimdir. Madde karakteristikleri için güçlük (b), ayıricılık (a) ve şans (c) olmak üzere üç parametre söz konusudur.

Madde Tepki Kuramında en çok bir, iki ve üç parametrelili lojistik modeller kullanılmaktadır. Bunlardan en kompleks ve karşılaştırmalı olanı üç parametrelili lojistik modeldir. Ayrıca eşitleme süreçlerinde madde tepki kuramına dayalı eşitleme çalışmalarında çoktan seçmeli testlerde 3 parametrelili lojistik modelin kullanılması önerilmektedir (Kolen ve Brennan, 2004). 3 parametrelili lojistik model, 1 parametrelili ve 2 parametrelili lojistik modelin daha genel bir halidir ve aşağıdaki formülle temsil edilir.

$$P(\theta) = c + (1 - c) \frac{e^{Da(\theta-b)}}{1 + e^{Da(\theta-b)}}$$

Madde Tepki Kuramına Dayalı Eşitleme Süreci

Madde Tepki Kuramına dayalı eşitleme süreci dört temel adımda oluşturulabilir. İlk olarak yetenek ve madde parametreleri eşitleme desenine göre üretilir ya da veri toplama yöntemi seçilir. İkinci olarak, yetenek ve madde parametreleri formlarda eşzamanlı olarak ya da her bir formda kalibre edilir. Üçüncü olarak, kalibre edilen yetenek ve madde parametreleri bağlama metodu olarak adlandırılan bir doğrusal dönüşüm uygulaması kullanılarak gerçekleştirilebilen aynı ölçeğe yerleştirilir. Dördüncü ve son olarak ise, madde parametreleri aynı ölçeğe yerleştirildikten sonra, Madde Tepki Kuramına dayalı gerçek puan eşitleme yapılır.

Madde Tepki Kuramına dayalı eşitleme uygulamaları alanyazını, Madde Tepki Kuramı analizi için kullanılan bilgisayar programının bir ya da iki defa yürütülerek madde kalibrasyonunun gerçekleştirilmesine göre madde parametrelerinin eş zamanlı ya da ayrı kalibre edilebildiğini göstermektedir (Hanson ve Beguin, 2002; Kim ve Cohen, 1998; Petersen ve diğerleri, 1983; Wingersky ve diğerleri, 1987). Ayrı kalibrasyonda eşitlenecek test formlarına ait madde ve yetenek parametreleri, bilgisayar programı her bir form için ayrı çalıştırılarak kestirilirken; eş zamanlı kalibrasyonda ise eşitlenecek her iki test formuna ait madde ve yetenek parametreleri eş zamanlı olarak tek bir defada kestirilir.

Testin her iki formu için madde ve yetenek parametreleri kestirildikten sonra, kestirilen parametrelerin aynı ölçeğe yerleştirmek için bir lineer dönüşüme ihtiyaç vardır. Alanyazında madde ve yetenek parametrelerini farklı kalibrasyonlardan aynı ölçeğe yerleştirmek için kullanılan farklı dönüşüm yöntemleri mevcuttur. Bu yöntemler; ortalama-sigma yöntemi (Marco, 1977), ortalama- ortalama yöntemi (Loyd ve Hoover, 1980) ve test karakteristik eğri yöntemi (TCC; Haebara, 1980; Stocking ve Lord, 1983) olarak verilmektedir. Bu çalışmada ortak ölçeği geliştirmek için ortalama sigma yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem yeni ve eski formdaki ortak maddeleri kestirilmiş parametreleri yeni formun ölçeğinden eski formun ölçeğine dönüştürmek için ihtiyaç duyulan lineer dönüşümün belirlenmesinde kullanılmaktadır. Ortalama-sigma yönteminde, lineer dönüşüm uygun ölçekleme katsayılarını elde etmek için yeni ve eski formlardaki ortak maddelerin b parametrelerinin ortalama ve standart sapmalarını eşleştirir.

Madde güçlük parametreleri aynı ölçeğe yerleştirildikten sonra, Madde Tepki Kuramına dayalı gerçek puan eşitleme ya da Madde Tepki Kuramına dayalı gözlenen puan eşitleme yapılarak testlerin birbirine eşitlenmesi mümkündür. Bu çalışmada testleri eşitlemek için Madde Tepki Kuramına dayalı gerçek puan eşitleme yöntemi kullanılmıştır. Madde Tepki Kuramına dayalı gerçek puan eşitleme eski ve yeni formda doğru sayısı puanları yani gerçek puanları arasında bir ilişki geliştirmek için kullanılmaktadır. Madde Tepki Kuramına dayalı gerçek puan eşitleme yönteminde, bir test formuna ait yetenek düzeyi ile ilişkili gerçek puanın diğer formun yetenek düzeyi ile ilişkili gerçek puanına eşdeğer olduğu kabul edilir:

$$\tau_X(\theta_i) = \tau_Y(\theta_i)$$

Madde Tepki Kuramına dayalı gerçek puan eşitleme üç aşamalı süreçte tamamlanır: İlk olarak, X formundan bir gerçek puan τ_X seçilir. Daha sonra seçilen τ_X gerçek puanına karşılık gelen θ_i değeri belirlenir. Son olarak ise belirlenen θ_i değerine Y formunda karşılık gelen τ_Y gerçek puanı bulunur. Bu süreç, X formunda yer alan tüm gerçek puan değerleri için tekrar edilir (Kolen ve Brennan, 2004).

Eşitleme Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Alanyazında eşitleme sonuçlarının değerlendirilmesi amacıyla ele alınan birçok ölçüt yer almaktadır. Eşitleme çalışmalarında sıklıkla kullanılan eşitlemenin standart hatası RMSE (rootmean squared error) ve yanlılık (bias) eşitleme hatası

değerlendirme ölçütlerinin yanında, eşitleme sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılan bir diğer ölçüt eşitleme sonuçlarının eşitlik özelliği veya grup değişmezliği açısından incelenmesidir. Bu çalışmada eşitleme sonuçlarının değerlendirilmesi grup değişmezliği açısından incelenerek yapılmıştır.

Ölçme değişmezliği alanyazında, bir testte ölçülen yapı açısından aynı durumda olan farklı gruplara ait bireylerin aynı gözlenen puana sahip olma durumu olarak tanımlanmaktadır (Vandenberg ve Lance, 2000; Schmitt ve Kuljanin,2008). Eşitlemede grup değişmezliği ise, farklı ölçekler üzerindeki puanları eşitlemek için kullanılan fonksiyonun alt gruplara bağlı olmaması durumudur (Angoff, 1971; Dorans ve Holland, 2000; Flanagan, 1951). Eşitleme grup değişmezliğinin sağlanamaması, aynı ham puana sahip farklı alt gruplardaki cevaplayıcıların, eşitlenmiş ölçek üzerinde farklı beklenen puana sahip olmasından kaynaklanır. Bu durumda formların uygulanmış olduğu sınavlar aynı amaçla yapılmış olsa dahi, sınava giren öğrencilerin aldıkları puanların karşılaştırılabilmesi sorunlu duruma düşmektedir. Bir testin farklı formları kapsam ve istatistiksel özellikleri benzer olacak şekilde oluşturulsa bile, eşitlemenin grup değişmezliği koşulunun sağlanamadığı, yani eşitlemenin gruba bağlı olduğu durumlar görülebilmektedir.

Eşitlemede grup değişmezliğin sağlanması eşitlemenin koşullarından biri olmakla beraber, değişmezliğin belirlenmesinde çeşitli indisler kullanılmaktadır. Grup değişmezliğinin değerlendirilmesinde kullanılan indislerden bazılarında testi alan toplam gruba dayalı eşitleme fonksiyonu ile her bir alt gruba dayalı eşitleme fonksiyonlarını karşılaştırılırken; bazılarında testi alan tüm gruba dayalı eşitleme fonksiyonu ile sadece bir alt gruba dayalı eşitleme fonksiyonu karşılaştırılır.

Testi alan tüm gruba dayalı eşitleme fonksiyonu ile araştırılacak her bir alt gruba dayalı eşitleme fonksiyonlarını karşılaştırılmasına örnek verilecek olursa, cinsiyet alt gruplarına göre eşitleme fonksiyonunun grup değişmezliğini incelemek amacıyla öncelikle biri tüm grup için, biri sadece erkekler için ve biri de sadece kızlar için olmak üzere üç eşitleme fonksiyonu belirlenir. Daha sonra hem erkekler için hem de kızlar için ayrı ayrı oluşturulan eşitleme fonksiyonlarının toplam grup için oluşturulan eşitleme fonksiyonu ile karşılaştırılmaları yapılarak grup değişmezliğini değerlendiren bir değer elde edilir.

Testi alan tüm gruba dayalı eşitleme fonksiyonu ile alt gruplardan sadece birine dayalı eşitleme fonksiyonlarını karşılaştırılmasına örnek verilecek olursa, cinsiyet alt gruplarına göre eşitleme fonksiyonunun grup değişmezliğini incelemek amacıyla öncelikle biri toplam grup için, biride sadece erkekler için veya sadece kızlar için olmak üzere iki eşitleme fonksiyonu belirlenir. Daha sonra, erkekler için veya kızlar için oluşturulan eşitleme fonksiyonunun tüm grup kapsamında oluşturulan eşitleme fonksiyonu ile karşılaştırılmaları yapılarak grup değişmezliğini değerlendiren erkekler için ayrı kızlar için ayrı bir değer elde edilir.

Diğer yandan grup değişmezliğini incelemek için kullanılan indisler puan düzeyine bağlı olup olmamasına göre değişmektedir. Bir testin her bir puan düzeyinde toplam gruba ait ve alt grup(lar)a ait eşitleme fonksiyonlarının karşılaştırılarak grup değişmezliği indisleri elde ediliyorsa bu grup değişmezliği indisleri puan düzeyine bağlı şeklinde nitelendirilebilir. Puan düzeyine bağlı olan grup değişmezliği indisleri, bir testten alınabilecek maksimum puan m olmak üzere, her bir puan düzeyinde m tane grup değişmezliği değeri alırlar. Bir testin toplam puan düzeyinde toplam gruba ait ve alt grup(lar)a ait eşitleme fonksiyonlarının karşılaştırılmasında ise puan düzeyine bağlı olmayan grup değişmezliği indisleri olarak adlandırılabilir. Puan düzeyine bağlı olmayan grup değişmezliği indisleri, sadece bir tane grup değişmezliği değeri almaktadır.

Bu çalışmada test eşitlemede grup değişmezliğini belirlemek için Dorans ve Holland (2000) tarafından geliştirilen $RMSD(x)$ (Root Mean Square Difference) ve $REMSD$ (Root Expected Mean Square Difference); Yang (2004) tarafından geliştirilen $RES D_k$ (Expected Squared Difference) ile Huggins ve Penfield (2012) tarafından geliştirilen RSD_k (Root Squared Difference) indisleri kullanılacaktır.

$RMSD(x)$ grup değişmezliği indisi,

$$RMSD(X) = \frac{\sqrt{w_k[d_k(x)]^2}}{\sigma_Q}$$

eşitliği ile belirlenebilir (Dorans ve Holland, 2000). Bu eşitlikte,

x : Test formunun belirlenen bir puan düzeyi

k : Alt grup düzeyi

$d_k(x)$: Bir x puanı düzeyinde k-ıncı alt grubun eşitleme fonksiyonuna dayalı y eşitlenmiş puanı ile toplam eşitleme fonksiyonuna dayalı y eşitlenmiş puanı arasındaki fark

w_k : Her bir alt grup için testi alanların alt gruplara göre oranı yardımıyla belirlenen ağırlık

σ_Q : Q grubundaki puanların standart sapması (Tek grup ya da denk gruplar deseninde incelenen tek bir grup olup; Q grubu bunu ifade etmektedir.)

olarak gösterilmektedir. $RMSD(x)$ ile bulunan değer bir x puanı düzeyinde her bir alt gruba ait eşitleme fonksiyonları ile toplam gruba ait eşitleme fonksiyonu arasındaki uzaklığı belirtmektedir. Bir grup değişmezliği çalışmasında, bir testten alınabilecek maksimum puan m olmak üzere, her bir puan düzeyinde m tane $RMSD(x)$ elde edilir.

REMSD grup değişmezliği indisi,

$$REMSD = \frac{\sqrt{\sum_{x=1} P_x \{ \sum_k w_k [d_k(x)]^2 \}}}{\sigma_Q}$$

eşitliği ile belirlenebilir (Dorans ve Holland, 2000). Bu eşitlikte,

x: Test formunun belirlenen bir puan düzeyi

P_x : x puanı düzeyinde testi alanların oranı

k: Alt grup düzeyi

$d_k(x)$: Bir x puanı düzeyinde k-ıncı alt grubun eşitleme fonksiyonuna dayalı y eşitlenmiş puanı ile toplam eşitleme fonksiyonuna dayalı y eşitlenmiş puanı arasındaki fark

w_k : Her bir alt grup için testi alanların alt gruplara göre oranı yardımıyla belirlenen ağırlık

σ_Q : Q grubundaki puanların standart sapması (Tek grup ya da denk gruplar deseninde incelenen tek bir grup olup; Q grubu bunu ifade etmektedir.)

olarak gösterilmektedir. REMSD ile bulunan değer toplam puan düzeyinde her bir alt gruba ait eşitleme fonksiyonları ile toplam eşitleme fonksiyonu arasındaki

uzaklığı ifade etmektedir. Bir grup değişmezliği çalışmasında, bir tane REMSD elde edilir.

RESD_k grup değişmezliği indisi,

$$RESD_k = \frac{\sqrt{\sum_{x=1} P_x \{ \sum_k [d_k(x)]^2 \}}}{\sigma_Q}$$

eşitliği ile belirlenebilir (Yang, 2004). Bu eşitlikte,

x: Test formunun belirlenen bir puan düzeyi

P_x: x puanı düzeyinde testi alanların oranı

k: Alt grup düzeyi

d_k(x) : Bir x puanı düzeyinde k-ıncı alt grubun eşitleme fonksiyonuna dayalı y eşitlenmiş puanı ile toplam eşitleme fonksiyonuna dayalı y eşitlenmiş puanı arasındaki fark

σ_Q: Q grubundaki puanların standart sapması (Tek grup ya da denk gruplar deseninde incelenen tek bir grup olup; Q grubu bunu ifade etmektedir.)

olarak gösterilmektedir. RESD_k ile bulunan değer her x puanı düzeyinde sadece k alt grubuna ait eşitleme fonksiyonu ile toplam eşitleme fonksiyonu arasındaki uzaklığı ifade etmektedir. Bir grup değişmezliği çalışmasında bir testten alınabilecek maksimum puan m ve alt grup sayısı k olmak üzere, m.k tane RESD_k indisi elde edilir.

RSD_k grup değişmezliği indisi,

$$RSD_k(x) = \frac{|d_k(x)|}{\sigma_Q}$$

eşitliği ile belirlenebilir (Huggins ve Penfield, 2012). Bu eşitlikte,

x: Test formunun belirlenen bir puan düzeyi

k: Alt grup düzeyi

d_k(x) : Bir x puanı düzeyinde k-ıncı alt grubun eşitleme fonksiyonuna dayalı y eşitlenmiş puanı ile toplam eşitleme fonksiyonuna dayalı y eşitlenmiş puanı arasındaki fark

σ_Q : Q grubundaki puanların standart sapması (Tek grup ya da denk gruplar desende incelenen tek bir grup olup; Q grubu bunu ifade etmektedir.)

olarak gösterilmektedir. RSD_k ile bulunan değer toplam puan düzeyinde sadece k alt grubuna ait eşitleme fonksiyonu ile toplam eşitleme fonksiyonu arasındaki uzaklığı ifade etmektedir. Bir grup değişmezliği çalışmasında alt grup sayısı k olmak üzere k tane $RES D_k$ indisi elde edilir.

Alanyazında grup değişmezliğini değerlendirmek için kullanılan bu indislerin tanımlandıkları eşitliklerdeki paydaların kaldırılmasıyla standartlaştırılmamış olarak uyarlanabileceği hakkında çalışmalar mevcuttur (von Davier, Holland ve Thayer, 2004; von Davier ve Wilson, 2008). Bu çalışmada grup değişmezliği indisleri standartlaştırılmamış olarak ele alınmıştır. Ayrıca bu çalışmada tüm bu indisler kullanılarak grup değişmezliği hakkında değerlendirmeler yapılmıştır. Çünkü, grup değişmezliğini değerlendirmede hangi indisin kullanılacağına seçiminin kendine göre avantaj ve dezavantajları mevcuttur. $RMSD$ ve $REMSD$ indisleri her bir alt grup eşitleme fonksiyonu ile toplam gruptaki eşitleme fonksiyonlarının karşılaştırarak ortalamasını alır. $REMSD$ indisini kullanmanın avantajı her bir alt ile toplam alt grup arasındaki eşitleme farklarını sadece bir değer ile özetliyor olmasıdır. $RMSD$ indisi her bir puan düzeyinde eşitlenmiş puanlar arasında farklılığı göstererek daha fazla bilgi sağlamaktadır. $REMSD$ ve $RMSD$ 'nin sınırlılığı ise toplam grubu baz almasıdır (Kim, 2006). Diğer yandan, $RMSD$ ve $REMSD$ indisleri alt grupların çalışma grubu büyüklüğünden çok fazla etkilenmektedir (Yang, Dorans ve Tateneni, 2003; Yang, 2004). RSD ve $RES D$ indisleri iki alt grup için geliştirilen eşitleme fonksiyonun karşılaştırılmasına olanak vermektedir. İki alt grubun eşitleme fonksiyonları arasındaki farklılık incelenmek isteniyorsa grup değişmezliğini değerlendirmek için $RES D$ veya RSD indisini seçmek daha uygun olabilir. Ek olarak, $RMSD$ ve RSD grup değişmezliği her bir puan düzeyinde değerler verdiği için incelenmesi ve yorumlanması daha zor ve zaman alıcıdır.

İlgili Araştırmalar

Araştırmanın bu kısmında ilgili alanyazında yurtiçinde ve yurtdışında yapılan araştırmalardan elde edilen sonuçlar özetlenmiştir.

Kilmen (2010) araştırmasında, Madde Tepki Kuramına dayalı "ortalama-ortalama", "ortalama-sigma", "Haebara" ve "Stocking-Lord" eşitleme

yöntemlerinden hesaplanan eşitleme hatalarının yetenek dağılımı (benzer ve farklı yetenek dağılımı) ve çalışma grubu büyüklüğü (500-1000 kişilik) değişkenlerine dayalı olarak karşılaştırılmıştır. Araştırmada, 3 parametrelili Madde Tepki modeline dayalı veri üretilerek araştırmanın amacı doğrultusunda "denk olmayan gruplarda ortak madde eşitleme deseni" kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, Stocking-Lord yöntemi ile yapılan test eşitleme uygulamasının daha az hatalı eşitlemeler yaptığı bulunmuştur. Araştırmada ortalama-ortalama ve ortalama-sigma yöntemlerinin ise en yüksek eşitleme hatalarını veren yöntemler olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma grubu büyüklüğünün 1000 kişilik olduğu durumda eşitleme hataları 500 kişilik çalışma grubu büyüklüğünden elde edilen eşitleme hatalarına göre daha düşük bulunmuştur. Yetenek dağılımı değişkenine göre eşitleme sonuçları karşılaştırıldığında ise, benzer yetenek dağılımına sahip grupların eşitlenmesinden elde edilen eşitleme hatalarının, farklı yetenek dağılımına sahip grupların eşitlenmesinden elde edilen eşitleme hatalarına göre daha düşük olduğu bulunmuştur.

Gök (2012) araştırmasında, Madde Tepki Kuramına dayalı "ortalama-ortalama", "ortalama-sigma" ve "Stocking-Lord" eşitleme yöntemlerinden elde edilen eşitleme hatalarının çalışma grubu büyüklüğü (1000 ve 3000 kişilik), test uzunluğu (30, 60 ve 80 madde), yetenek dağılımı (benzer ve farklı yetenek dağılımları) ve model türü (2 PLM ve 3 PLM) faktörlerine dayalı olarak karşılaştırılmıştır. Araştırmada, araştırmanın amacı doğrultusunda simülatif veri üretilerek eşdeğer olmayan gruplarda ortak madde deseninde test eşitleme gerçekleştirmiştir. Araştırma sonucunda 3PLM'de en az hatalı kestirim Stocking-Lord yöntemi ile, en hatalı kestirim ise ortalama-standart sapma yönteminde iken; 2PLM'de ise en az hatalı kestirim ortalama-ortalama, en hatalı kestirim ortalama-standart sapma yönteminde elde edilmiştir. Her iki modelde de yetenek dağılımı benzer gruplarda, hata ve yanlışlık değerinin farklı gruplara göre daha az olduğu görülmüştür. Araştırmadan elde edilen sonuçlar bütün olarak değerlendirildiğinde, en iyi eşitlemenin, madde sayısının 80 olduğu testlerin çalışma grubu büyüklüğünün 3000 olduğu benzer yetenek dağılımına sahip grupların uygulanmasından elde edilecek sonuçların, 2PLM ve Stocking Lord yöntemi kullanılarak eşitleme yapıldığında elde edilebileceği belirtilmiştir.

Atalay Kabasakal (2014), araştırmada, DMF'li maddelerin bulunduğu testlerin çok Düzeyli Madde Tepki Modeli (DMTM) ve Madde Tepki Kuramına dayalı ayrı ve eş zamanlı kalibrasyonlarda yapılan eşitlemeleri çalışma grubu büyüklüğü (500 ve 2000 kişilik), test uzunluğu (20 ve 40 madde),); DMF etki büyüklüğü (B ve C); DMF'nin bulunduğu test (ortakta, ortak olmayanda ve her ikisinde) faktörlerine dayalı olarak karşılaştırılmıştır. Araştırmada, araştırmanın amacı doğrultusunda simülatif veri üretilerek denk gruplarda ortak madde deseninde test eşitleme gerçekleştirmiştir. Eşitlemede DMTM için iki düzeyli 1PL-MTM, eş zaman eşitleme ile geleneksel tek grup eş zaman eşitleme ve karakteristik eğri dönüştürme yöntemlerinden Stocking Lord ele alınmıştır. Araştırma sonucunda çalışma grubu büyüklüğü ve test uzunluğunun artması genel olarak MTM'ye dayalı eşitlemelerde daha az eşitleme hatası olmasını sağlarken, DMTM MTM'ye dayalı eşitlemeler çalışma grubu büyüklüğü ve test uzunluğumdan MTM'ye göre daha az etkilenmiş olduğu görölmüştür. Tüm simölasyon koşulları dikkate alındığında DMF'li maddelerin testten çıkarılmasının küçük çalışma gruplarında ve kısa testlerde eşitleme hatasını arttırdığı, büyük çalışma gruplarında ve uzun testlerde ise eşitleme hatasını azalttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Öztürk Gübeş (2014) araştırmada boyutluluğun, ortak madde seti formatının, grupların yetenek dağılımının ve farklı ölçek dönüştürme yöntemlerinin karma testlerin eşitlenme performansını eşitlik özelliği açısından incelenmiştir. Araştırma, eşdeğer olmayan gruplar ortak test deseni altında Madde Tepki Kuramı gerçek puan eşitleme ve gözlenen puan eşitleme yöntemleri kullanılarak yürütölmüştür. Araştırmanın amacı doğrultusunda simülatif veri üretilerek araştırma kapsamında incelenen faktörlerin eşitlemeye etkisi 64 farklı koşul ve 100 tekrar sonucu elde edilen eşitlik değerlendirme indekslerinin ortalaması ele alınarak değerlendirilmiştir. Araştırmanın sonucunda eşitlik özelliği en iyi tek boyutlu en kötü ise çok boyutluluğun derecesinin en yüksek olduğu koşul altında korunmuştur. Karma ortak madde seti yürütölen eşitlemelerde eşitlik özelliği çoktan seçmeli madde seti kullanılan koşullara göre daha iyi sağlanmıştır. Grupların eşdeğer olduğu koşullar altında elde edilen eşitleme sonuçları eşdeğer olmadığı koşullarla karşılaştırıldığında eşitlik kriterini daha iyi korumuştur.

Demirus (2015) araştırmada, ortak maddelerin tamamı cinsiyete göre tek biçimli değerşen madde fonksiyon gösterdiğinde ya da göstermediğinde Madde Tepki

Kuramına dayalı yapılan eşitleme yöntemlerinin performansı karşılaştırılmıştır. Araştırmada DMF gösteren maddelerin test eşitlemeye etkisi gerçek veri üzerinden, ayrı kalibrasyon yöntemleri ve denk gruplarda ortak test deseni kullanılarak yatay eşitleme ile ortaya konulmuştur. Araştırmada DMF analizleri "Mantel-Haenszel" yöntemi için EASYDIF programında ve "lojistik regresyon" yöntemi için Zumbo tarafından hazırlanan syntax ile SPSS'de yapılmıştır. Test eşitleme yöntemleri olarak "ortalama-ortalama" ile "ortalama-sigma" ve "Haebara" ile "Stocking-Lord" kullanılmıştır. Eşitleme yöntemlerinin performansı RMSD eşitleme hataları hesaplanarak değerlendirilmiştir. Madde parametrelerinin ve yeteneğin kestiriminde BILOG-MG, test eşitlemede IRTEQ yazılımı işe koşulmuştur. Çalışmanın verisi çalışma kapsamında hazırlanan fen testi formlarının 1350 8.sınıf öğrencisine uygulamasından elde edilmiştir. Araştırmanın sonucunda ortak maddeler erkekler lehine tek biçimli DMF gösterdiğinde en büyük RMSD eşitleme hatasını ortalama-ortalama yöntemi, en küçük hatayı ise ortalama-sigma yöntemi üretmiştir. Ortak maddeler DMF göstermediğinde ise en büyük eşitleme hatası ortalama-sigma yönteminde, en küçük hata ise Stocking-Lord ve Haebara yöntemlerinde elde edilmiştir.

Chu (2002), araştırmasında DMF varlığında hiyerarşik Rasch modelinin test eşitleme ve parametre kestirimi performansını DMF'li maddelerin sayısı, DMF'li maddelerin ortak madde olup olmaması ve DMF büyüklüğüne göre incelenmektedir. Araştırmanın amacı doğrultusunda, cinsiyete göre iki alt grubun yeteneklerinin eşit ve normal dağıldığı ve sadece X formunun DMF'li madde içerdiği varsayılarak simülatif veri üretilmiş ve DMF'li maddeler varken ve yokken tek grup eşzamanlı eşitleme ile hiyerarşik Rasch modeli performansı karşılaştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, tüm simülasyon koşullarında madde parametre ve yetenek kestirimleri için üç model arasında en iyi performansı hiyerarşik Rasch modeli göstermiş, bunu sırasıyla, DMF maddelerini içeren tek grup eşzamanlı eşitleme ve DMF'li maddeler silindiğinde tek grup eşzamanlı eşitleme modelleri takip etmiştir. Araştırma sonucunda madde parametre kestirimlerin daha az hatalı olması için DMF'li madde sayısı ve DMF'nin büyüklüğü daha az olması gerektiği bulunmuştur. DMF ortak maddelerde yer aldığı, ortak olmayan maddelerde veya her ikisinde yer almasına nazaran daha az hatalı eşitleme sonuçları elde edilmiştir. Yetenek

kestirimlerinde ise sadece ortak maddelerde DMF olması durumunda daha hatalı eşitleme sonuçları elde edilmiştir.

Chu ve Kamata (2005), araştırmalarında DMF varlığında modelinin test eşitleme sonuçlarını DMF'li maddelerin sayısı (2, 5 ve 10 olduğunda) ve DMF 'in büyüklüğü (MH-Delta DMF; 0.6, 0.8, 1.2 ve 2.0 olduğunda) değişkenlerine göre incelemişlerdir. Araştırmanın amacı doğrultusunda simülatif veri üretilerek denk gruplarda ortak madde deseninde test eşitleme gerçekleştirmiştir. Hiyerarşik Rasch modelini (1PL çok düzeyli madde tepki modeli) ile yetenek kestirimlerinin ve madde güçlüklerinin doğruluk ve kararlılığının incelenmesi amaçlanmıştır. İki çoklu-grup eşzaman eşitleme (multiple-group concurrent equating) ile önerilen metodun performansı ile karşılaştırma yapılmıştır. Birinci eşzaman eşitleme temel model olarak kullanılmış ve DMF'li maddeler DMF'li olmayanlarla yer değiştirmiştir. Hiyerarşik Rasch modeli gibi aynı DMF maddelerine sahip ikinci eşzaman eşitlemede DMF görmezden gelinerek eşitleme yapılmıştır. Sonuç olarak, Hiyerarşik Rasch modeli performansının madde parametreleri ve yetenek kestiriminde hem DMF'li hem de DMF'siz maddeler varlığında çoklu-grup eşzaman eşitlemeden daha iyi olduğu ve yanlılık barındıran maddelerde kullanılmasının uygun olduğu ortaya konulmuştur.

Kim (2006) araştırmasında, bir testi tekrar alanlar ile ilk kez alanların olması durumunda gerçekleştirilen eşitlemede grup değişmezliği incelenmiştir. Denk gruplar deseni altında 3 PL Madde Tepki Kuramına dayalı yapılan gerçek puan eşitleme yöntemi ile geleneksel yöntemlerden eşit yüzdelikli eşitleme yönteminin performansı karşılaştırılmıştır. Ayrıca araştırmada cinsiyet ve etnik gruplarda ele alınarak grup değişmezliği karşılaştırmaları yapılmıştır. Araştırmada test eşitlemede grup değişmezliğinin incelenmesinde gerçek veriden yararlanılmıştır. Eşitleme yöntemlerinin performansı RMSD, REMSD, ewREMSD, RSD ve RWSD grup değişmezliği indisleri hesaplanarak değerlendirilmiştir. Eşit yüzdelikli eşitleme için RAGE, Madde tepki kuramına dayalı gerçek puan eşitleme için ise BILOG-MG ve PIE_TSE programları kullanılmıştır. Çalışmanın verisi Tıp fakültesi kabul testi (MCAT) uygulamalarından elde edilmiştir. Araştırmanın sonucunda eşitleme yöntemleri grup değişmezliği açısından karşılaştırıldığında Madde Tepki kuramına dayalı gerçek puan eşitleme yönteminin eşit yüzdelikli eşitleme yöntemine göre daha az gruba bağlı olduğu görülmüştür. Ayrıca, araştırmanın bulguları sonucunda

farklı alt grup büyüklükleri nedeniyle grup değişmezliği indislerinin değerinin azalabileceğini veya artabileceğine ulaşılmıştır.

Han (2008) araştırmasında, tek yönlü ve çok yönlü DMF'li maddelerin ortak maddelerdeki oranı (10 ortak maddede %10(1), %20(2), 3(%30), 4(%40) ve %(%50) olduğunda) ve b parametresindeki DMF büyüklüğü (20 farklı büyüklük) değişkenlerinin test eşitlemede madde parametre ve yetenek kestirimlerine etkisi incelenmiştir. Araştırmanın amacı doğrultusunda simülatif veri üretilerek denk gruplarda ortak madde deseninde test eşitleme gerçekleştirmiştir. Araştırma sonucunda tek yönlü DMF'li ortak maddeler O-S yönteminde b parametre kestirimlerini; dolayısıyla b parametre varyansları ile hesaplanan A katsayılarını büyük ölçüde etkilemiştir. B katsayısı da DMF'li madde sayısı ve DMF büyüklüğü artınca, Form 2'de b parametre ortalamasının artmasına bağlı olarak büyümüştür. Ortak maddelerde DMF'nin bulunup bulunmaması bireylerin yetenek kestiriminde çok farklı sınıflamalar üretmiştir. Ortak maddede DMF büyüklüğü ve DMF'li madde oranına bağlı kestirimler büyük ölçüde etkilenmiştir.

Huang (2010) araştırmasında gerçek puan eşitleme fonksiyonlarının yetenek alt gruplarına göre (düşük başarılı öğrenciler, öğrenme güçlüğü yaşayan öğrenciler gibi) grup değişmezliğinin nasıl değiştiği incelenmiştir. Araştırmada test eşitlemede grup değişmezliğinin incelenmesinde gerçek veriden yararlanılmıştır. Matematik problem çözümünün programa dayalı yapılan ölçümlerin eşitlenmesinden elde edilen sonuçlar denk olmayan gruplarda ortak madde deseni altında Rasch Madde Tepki Kuramına dayalı yapılan ortalama- ortalama eşitleme yöntemi yardımıyla grup değişmezliği indisleri hesaplanmıştır. Eşitleme yöntemlerinin performansı RMSD, REMSD ve RSDj grup değişmezliği indisleri hesaplanarak değerlendirilmiştir. Madde tepki kuramına dayalı kalibrasyon için Winsteps programından yararlanılmıştır. Çalışmanın verisi 1,861 yedinci ve sekizinci sınıf öğrencisinden elde edilmiştir. Araştırmanın sonucunda ortalama-ortalama eşitleme yönteminde alternatif formlardaki yetenek gruplarında grup değişmezliği özelliğinin sağlandığı görülmüştür. Yetenek alt gruplarında kullanılan eşitleme fonksiyonları ile tüm grup üzerinde işe koşulan eşitleme fonksiyonu arasındaki farkların önemsiz olduğu ortaya konmuştur.

Huggins (2014), araştırmasında DMF'li ortak maddelerin varlığında DMF büyüklüğü (0.30= küçük, 0.60= orta, 0.90= büyük), ortak testte bulunan DMF'li

madde sayısı (2, %20'si; 4, %40'ı; 6, %60'ı), DMF yönü (tek yönlü-iki yönlü), alt gruplarda (odak-referans) yetenek ortalamaları arası farklılık ve formlardaki DMF olma durumu değişkenlerine göre MTK gerçek puan eşitlemede grup değişmezliğine etkisini incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın amacı doğrultusunda simülatif veri üretilerek denk olmayan gruplarda ortak test deseni ile 3PLM'ye dayalı dayalı "iki moment (OO ve OS)" ve "iki karakteristik eğrisi (HB ve S-L)" eşitleme yöntemlerini kullanılmıştır. Araştırmada eşitleme yöntemlerinin performansları grup değişmezliği açısından ele alınmıştır. Grup değişmezliğinin belirlenmesinde ise standartlaştırılmamış RMSD(x), RESD(x), REMSD ve RSD indislerinden yararlanılmıştır. Araştırma sonucunda S-L ve HB yöntemleri, O-O ve O-S ile karşılaştırıldığında daha az grup değişmezliği indisleri üretmiştir. DMF'li maddeler tek bir olduğunda grup değişmezliğini en çok etkileyen değişkenin DMF gösteren madde sayısı olduğu görülmüştür. Ortalama yetenek farkının grup değişmezliğini etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Yapılan eşitlemeler sonucunda DMF'li madde sayısının artmasının DMF büyüklüğünün artmasına neden olan yöntemin ortalama sigma yöntemi olduğu görülmüştür. Ortalama ortalama, Haebera ve Stocking Lord yöntemlerinde ise DMF gösteren madde sayısının artması grup değişmezliği indislerinde ortalama sigma yöntemine nazaran fazla bir farka neden olmamıştır. Alt grup yetenek ortalamaları farklı olduğunda ise O-S yönteminde, iki yönlü DMF'li maddelerin büyüklüğüne bağlı olarak daha yüksek grup değişmezliği değerleri alınmasına neden olmuştur.

Yurt içinde ve yurt dışında ilgili araştırmalar incelendiğinde, eşitlemenin performansının değişen madde fonksiyonu, çalışma grubu büyüklüğü, alt grupların büyüklükleri oranı, test uzunluğu, yetenek dağılımı, DMF test uzunluğu, madde tipi, gibi değişkenler manipüle edilerek eşitleme hatası, eşitlik özelliği ve grup değişmezliği gibi farklı eşitleme değerlendirme ölçütleri yardımıyla belirlendiği görülmektedir. Bu çalışmanın farklı çalışma grubu büyüklüklerinde MTK gerçek puan eşitlemede ele alınan koşulların diğer araştırmalarda birlikte ele alınmamış olması ve simülasyon koşullarındaki eşitleme performanslarının grup değişmezliği açısından karşılaştırması yapılmış olmasından dolayı alanyazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca Türkiye'de yapılan araştırmalar incelendiğinde, eşitlemenin değerlendirilmesinde grup değişmezliğinin ele alındığı herhangi bir teze rastlanılmamıştır. Bu araştırmanın bir amacı da eşitleme performansının

değerlendirilmesinde grup değişmezliğini ele alarak Türkiye’de yeni bir farklılık yaratmaktır.



Bölüm 3

Yöntem

Bu bölümde araştırmanın türü, veri toplama deseni, simülasyon faktörleri ve koşulları ve gerçekleştirilen analizlerle ilgili bilgiler yer almaktadır.

Araştırma Türü

Bu araştırmada, belirlenen koşullara göre üretilen simülasyon veriyi kullanarak farklı eşitleme tasarımlarının karşılaştırılması amaçlanmaktadır. Böylece belirlenen koşullar altında eşitleme tasarımı için optimum koşullar incelendiği bu araştırmanın bir simülasyon çalışması niteliği taşımakta olduğu söylenebilir.

Araştırmada Kullanılan Eşitleme Deseni

Bu araştırmada iki test formunu eşitleyebilmek için “denk gruplarda ortak madde/test deseni” kullanılmıştır. Bu çalışmada, F0 ve F1 olarak adlandırılan iki test formu ortak maddelerin formlar içerisine yerleştirilecek şekilde veriler simüle edilmiştir. Ortak maddeler, F0 ve F1 arasındaki eşitleme ilişkisini kurmak için kullanılmıştır. Eğitimde kullanılan pek çok test maddesi sıklıkla çoktan seçmeli veya doğru-yanlış formatında olup bu tür testlerin çoğunluğu ikili (dichotomously) olarak puanlanılmaktadır. Bu şekilde geliştirilmeyen çok kategorili maddelerin analizleri yapılırken bile maddeler sanki iki kategoriliymiş gibi ele alınarak puanlama yapıldığı sıklıkla görülmektedir (Potenza ve Dorans, 1995). Ayrıca Hambleton ve diğerleri (1991) ortak maddeler için gereksinim duyulan madde sayısının, testteki madde sayısının yaklaşık olarak %20- 25'i arasında olması gerektiğini ifade etmiştir. Bu nedenle eşitlenen her bir form %25'si yani 10 tanesi ortak madde olmak üzere ikili puanlanmış 40 maddeden oluşmaktadır.

Simülasyon Faktörleri ve Koşulları

Bu simülasyon çalışmasının amacı, çeşitli koşullar altında eşitleme tasarımlarının etkililiğini değerlendirmektir. Çalışmada kullanılan simülasyon faktörleri; çalışma grubu büyüklüğü, çalışma grubu büyüklüğü oranı, DMF gösteren maddelerin bulunduğu form, DMF gösteren madde oranı, DMF yönü ve gruplar arası ortalama yetenek farkı olup; araştırmada ele alınmış olan bu faktörlerin eşitleme doğruluğunu etkilediği çeşitli araştırmalarda ortaya konmuştur. Çalışmada ele alınan simülasyon koşulları Tablo 1' de yer almaktadır.

Tablo 1.

Araştırmada Ele Alınan Simülasyon Koşulları ve Düzeyleri

FAKTÖRLER	Koşul Sayısı	Düzeyleri
Çalışma Grubu Büyüklüğü	2	Koşul I: 1500 Koşul III: 3000
Alt Grup Büyüklüğü Oranı	2	Koşul I: 1:1=750: 750, 1500:1500 Koşul II: 1:2= 500:1000, 1000:2000
DMF Gösteren Maddelerin Bulunduğu Form	2	Koşul I: Her İki Form Koşul II: Tek Bir Form
DMF Gösteren Madde Oranı	3	Koşul I: %20 Koşul II: %40 Koşul III: %60
DMF Yönü	2	Koşul I: Tekyönlü Koşul II: İki yönlü
Gruplar Arası Ortalama Yetenek Farkı	2	Koşul I: 0 Koşul II: 1 SD

Çalışma Grubu Büyüklüğü ve Çalışma Grubu Büyüklüğü Oranı.

Eşitleme tasarımlarının uygulanmasında ve yorumlanmasında çalışma grubu büyüklüğünün önemli bir etkiye sahip olduğu çeşitli araştırmalar ile ortaya konmuştur (Hanson ve Beguin, 2002; Cui ve Kolen, 2008; Zhao, 2008; Hu ve diğerleri, 2008; Kolen ve Brennan, 2004; Lee ve Ban, 2010). Alanyazında çalışma grubu büyüklüğünün koşullarının belirlenebilmesi çeşitli farklı açıklamalar ve ilkeler yer almaktadır (Kolen ve Brennan, 2004; Spence, 1996; Sinharay ve Holland, 2006; Yang, 2004; Şahin, 2012). Alan yazında alınabilecek en küçük çalışma grubu büyüklüğünün 100 ve 500 arasında; orta çalışma grubu genişliği için 500-1500; büyük çalışma grubu genişliği için ise 1500-5000 civarında kişinin ele alındığı görülmektedir. Bu çalışmada eşitleme hem toplam grup hem de odak ve referans grupta yürütülmüştür. Araştırmanın başında çalışma grubu büyüklüğü olarak 300 ve 900 olarak ele alınmak istenmiştir. Ancak 900 çalışma grubu büyüklüğünde analiz sırasında sorun yaşanmıştır. Dolayısıyla, araştırmada eşitlemenin alan yazına uygun yürütebilmesi için odak grup çalışma grubu büyüklüğü en az 500 olarak alınıp, referans grupta en küçük çalışma grubu 750 ve toplam grupta ele alınan en küçük çalışma grubu büyüklüğü 1500 olarak belirlenmiştir. Alan yazında ortak test deseninde her bir form için çalışma grubu büyüklüğünün 1500 olması gerektiği (Kolen ve Brennan,2004) ifade edilmektedir. Bu sebeple, bu çalışmada büyük

Çalışma grubu büyüklüğü olarak da odak grupta 1500, referans grupta 2000 ve toplam grupta 3000 olarak alınmıştır.

Diğerk yandan, gerçek test uygulamalarında odak grubun çalışma grubu büyüklüğünün daha az olduğu görülebilmektedir. Bu sebeple, odak ve referans grupları arasında 1:1 ve 1:2 olacak şekilde iki çalışma grubu büyüklüğü oranı belirlenmiştir. Böylece, küçük çalışma grubu (N=1500) için 500:1000 ve 750:750 ve büyük çalışma grubu (N=3000) için ise 1000:2000 ve 1500:1500 olmak üzere çalışma grubu bakımından dört koşul oluşturulmuştur.

DMF. Alanyazında DMF'nin, eşitleme üzerindeki etkisini inceleyen farklı çalışmalar mevcuttur (Chu, 2002; Chu ve Kamata, 2005; Han, 2008; Huggins, 2012; Atalay Kabasakal, 2014; Demirus, 2015). Bu çalışmada ele alınan DMF gösteren maddelerin hepsi ortak maddelerde yer almaktadır. Ayrıca, araştırma doğrultusunda simüle edilen DMF'lerin hepsi b parametresinin farklılaşmasından kaynaklanan DMF olup, tek biçimlidir. Alanyazında simüle veriler üzerinde yapılan çalışmalarda DMF miktarı olarak farklı değerlerin kullanıldığı görülmektedir (Atar, 2007; Huggins, 2012). Bu çalışmada yüksek düzey bir DMF miktarı olan 0.90 değeri seçilmiştir (Dorans ve Holland,1993).

Bu alışma ile DMF gösteren madde oranı, DMF'nin yönü ve gruplar arasındaki ortalama yetenek farkının test eşitlemede grup değişmezliği üzerindeki etkisi incelenmeye çalışılmıştır.

DMF Gösteren Maddelerin Bulunduğu Form. Eşitlenecek iki test formu farklı gruplara ve farklı zamanlarda uygulandığı zaman formun birinde bir ortak madde DMF gösterirken, diğerk formdaki aynı ortak maddede DMF görülmeyebilir. Bu duruma örnek olarak gruplar arasında madde parametrelerinin değişmesi (item parameter drift) gösterilebilir. Bir maddenin b parametresi zamanla, bir referans ve bir odak grup karşılaştırıldığında farklı değişebilmektedir. Bu faktör daha önce klasik test kuramına dayalı eşitleme çalışmalarında da sıklıkla kullanılmıştır (Dorans ve Holland, 2000; Dorans, 2004; Holland ve Dorans, 2006). Buna bağlı olarak bu çalışmada DMF'nin her iki formdaki ortak maddeler de ya da sadece tek bir formdaki ortak maddelerde görülmesi durumlarında test eşitlemede grup değişmezliğinin nasıl değiştiği incelenmiştir

DMF Gösteren Madde Oranı. Gerçek test koşullarında genellikle birden fazla sayıda DMF içeren madde bulunmasından dolayı, çalışma kapsamında 10 ortak maddeden iki, dört ve altı tanesi DMF içerecek biçimde simüle edilmiştir. Dolayısıyla DMF gösteren madde oranı için %20, %40 ve %60 olarak belirlenmiştir.

DMF Yönü. Bir test genelinde DMF iki şekilde görülebilir. İlk olarak, bir testte yer alan DMF'li maddelerin hepsi sadece bir alt grup avantaj sağlayacak şekilde işliyorsa bu durum tek yönlü DMF'yi belirtir. Daha açık bir ifadeyle, bütün maddelerde gruplardan biri diğerine göre avantaj sağlıyorsa DMF tek yönlüdür. Bir testte yer alan DMF'li maddelerden bazıları bir alt grup, kalanları diğer alt grup avantaj sağlayacak şekilde ise DMF iki yönlüdür.

Bu çalışmada DMF'nin tek yönlü ve iki yönlü koşulları altında eşitlemenin grup değişmezliğinin nasıl değiştiği araştırılmak istenmektedir. Tek yönlü DMF hep referans grup avantaj sağlayacak şekilde üretilmiştir.

Gruplar Arası Ortalama Yetenek Farkı. Alanyazında, grupların yetenek dağılımlarının ortalamaları arasında .5 standart sapma fark önemli bulunmazken, .75 standart sapma fark orta derecede, 1 standart sapma fark ise ciddi düzeyde bir farklılaşmanın göstergesi olarak kabul edilir. Karşılaştırma gruplarının yetenek düzeylerinin ortalamaları arasındaki .5, .75 ve 1 standart sapmalı farklar gerçek test uygulamaları sonuçlarında yaygın olarak ortaya çıkan değerler olarak belirtilmiştir (Tian, 1999).

Bu çalışmada, grupların yetenek ortalama farkının olmaması bir koşul ve farkın 1 SD olması ikinci bir koşul olarak ele alınmıştır. Birinci koşul altında, referans (R) ve odak (F) grupların yetenek dağılımları birim normal dağılım [$R \sim N(0,1)$ ve $F \sim N(0,1)$] gösterecek şekilde üretilmiştir. Diğer koşul için de referans grubun yetenek dağılımı birim normal dağılıma [$R \sim N(0,1)$] sahip iken, odak grubun yetenek dağılımı $F \sim N(-1,1)$ olacak şekilde üretilmiştir.

Verilerin Üretilmesi

Verilerin üretilmesinde R programından yararlanılmıştır. Harwell ve diğerleri (1996) MTK ile yapılan simülasyon çalışmalarında 25 tekrarın yeterli olduğunu ifade etmişlerdir. Bu çalışmada sonuçların tutarlı ve genellenebilir olabilmesi için her veri seti 100 defa üretilmiştir. Çalışma kapsamında bazı ortak test maddelerinde DMF tanımlamak gerekmektedir. Bu nedenle eşitlenmiş olan F0 ve F1 formlarının

uygulandığı gruplar, odak grup ve referans grup olarak ikiye ayrılmıştır. Ayrıca grup değişmezliğini hesaplayabilmek için odak, referans ve toplam grupta eşitleme işlemi yapılması gerekmektedir. Dolayısıyla veri üretimi aşamasında F0 formu ve F1 formu için hem odak grupta hem referans grupta hem de toplam grupta veri üretimi aşamaları gerçekleştirilmiştir. Veri üretilmesi süreci üç aşamadan oluşmaktadır:

Madde parametrelerinin üretilmesi. F0 ve F1 formu için hem odak hem de referans grupta madde parametreleri üretilmiştir. b parametresi teorik olarak $(-\infty, +\infty)$ aralığındadır. Ama uygulamalarda genellikle $(-3, +3)$ aralığında değerler almaktadır (Baker, 2001). Bu çalışmada b parametreleri $(-3, +3)$ aralığında olacak şekilde ortalaması 0 ve standart sapması 1 olarak üretilmiştir. a parametresi teorik olarak $(-\infty, +\infty)$ aralığında değerler alabilirken, uygulamalarda -2.80 ile +2.80 aralığında değerler aldığı görülmüştür. Ayrıca a parametresi şu şekilde sınıflanmıştır (Baker, 2001):

Tablo 2.

a Parametresinin Sınıflaması

	a parametresi değeri
Yok	0
Çok düşük	.01 - .34
Düşük	.35 - .64
Orta	.65 - 1.34
Yüksek	1.35 - 1.69
Çok yüksek	> 1.70
Mükemmel	$+\infty$

Bu çalışmada madde ayıricılıklarının en az orta seviye olması tercih edilip a parametreleri minimum 0.65 olacak şekilde üretilmiştir. Alanyazında simülasyon çalışmalarında genellikle a parametresi maksimumum 2.00 olacak şekilde üretildiğinden bu çalışmada da a parametresi maksimumum 2.00 olacak şekilde üretilmiştir. c parametresi teorik olarak 0 ile 1 aralığında değişmektedir. Uygulamada ise 0.35 ten daha yüksek c değerleri kabul edilebilir düzey üzerindedir (Baker, 2001). Ancak genel olarak c parametre değeri 0.20 ve 0.25 olduğu için bu çalışmada c parametresi minimum 0.05 ve maksimum 0.25 olacak şekilde üretilmiştir. Madde parametreleri üretimi aşamasında ilk olarak ortak maddelerin madde parametreleri üretilmiştir. Ayrıca çalışmanın amacı doğrultusunda bazı ortak maddelere DMF tanımlama işlemi tanımlanmıştır. Son olarak da formların ortak maddeler dışındaki maddelerine ait madde parametreleri üretilmiştir.

Yetenek parametrelerinin üretilmesi. Madde parametrelerini ürettikten sonra her iki form için odak ve referans grupta simülasyon koşuluna bağlı olarak yetenek parametreleri ortalaması 0 standart sapması 1 veya ortalaması -1 standart sapması 1 olacak şekilde üretilmiştir.

Eşitlenen her iki form için madde cevaplarının bulunduğu veri setlerinin üretilmesi: Madde ve yetenek parametreleri üretildikten sonra 3 parametrelili lojistik modelin tanımlandığı odak ve referans gruplarda F0 ve F1 formuna ait madde cevaplarının yer aldığı veri setleri üretilmiştir. Cevaplayıcıların şansla doğru cevabı bulma olasılığını ele almak istendiğinden dolayı bu çalışmada veri setlerinin üretilmesinde 3 parametrelili lojistik model kullanılmıştır. Daha sonra odak ve referans gruplardaki veri setlerinin birleştirilmesiyle toplam gruba ait veri setleri elde edilmiştir.

Eşitleme Süreci

Çalışmanın amacı doğrultusunda F0 ve F1 formlarını eşitleme süreci toplam gruplar, odak gruplar ve referans gruplar üzerinde ayrı ayrı yürütülmüştür. Eşitleme süreci her bir grup için üç aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk olarak R da batch edilen BILOG kodlarıyla madde kalibrasyonu işlemi yapılmıştır. Daha sonra eşitlenen formlara ait parametreler ortalama sigma yöntemiyle aynı metrik üzerine ölçeklenmiştir. Ölçeklemenin akabinde, MTK gerçek puan eşitlemesi yapılarak F1 formuna ait eşitlenmiş gerçek puanlar elde edilmiştir. Eşitleme süreci çalışma kapsamındaki 96 koşul için 100 kere gerçekleştirilmiştir. Her bir eşitleme süreci tamamlandıktan sonra; her bir puanın toplam grupların eşitlenmesi sonucunda elde edilen eşitlenmiş puanının, referans grupların eşitlenmesi sonucunda elde edilen eşitlenmiş puanının ve odak grupların eşitlenmesi sonucunda elde edilen eşitlenmiş puanının yer aldığı eşitleme tabloları oluşturulmuştur.

Madde parametreleri kalibrasyonunun MTK analizi için kullanılan bilgisayar programının tek seferde ya da iki seferde yapılmasına bağlı olarak madde parametreleri eşzamanlı ya da ayrı kalibre edilebilir (Hanson ve Beguin, 2002; Kim ve Cohen, 1998; Petersen ve diğerleri, 1983; Wingersky ve diğerleri., 1987). Bu çalışmada her grupta ve her iki test formu için de madde cevapları ayrı ayrı kalibre

edilmiştir. Daha sonra her iki formun parametrelerini aynı ölçeğe yerleştirmek için ortak maddelerin madde parametrelerine dayalı A ve B eşitleme katsayıları hesaplanması gerekmektedir. Farklı kalibrasyonlardaki madde ve yetenek parametrelerini ortak bir ölçeğe yerleştirmek için farklı yöntemler mevcuttur. Bu çalışmada ortalama sigma yöntemi (Marco, 1977) işe koşulmuştur. Ortalama-sigma yönteminde parametreleri aynı ölçeğe yerleştirmek için hesaplanması gereken A ve B eşitleme katsayıları b parametresinin ortalaması ve standart sapması yardımıyla elde edilir. Bu yöntem ile her grupta her iki formun madde ve yetenek parametreleri ölçeklendirilmiştir. Huggins (2014), ortalama sigma eşitleme yönteminden elde grup değişmezliği sonuçları ile diğer eşitleme yöntemlerinin sonuçları arasında büyük farklar mevcut olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bu durumun nedeni ortalama sigma yönteminde A ve B ölçekleme katsayılarının elde edilmesinde b madde parametresinin standart sapmasının kullanılması olabilir. Bu çalışmada da DMF gösteren maddelerin b parametresinin farklılaşmasından simüle edildiği için parametreleri aynı ölçeğe yerleştirmek için ortalama sigma yöntemi kullanılmıştır.

Çok çeşitli eşitleme yöntemleri mevcuttur. Bu çalışmada araştırmalarda daha sıklıkla kullanılan (Bolt, 1999; De Champlain, 1996; Kingston ve Dorans, 1984; Stocking, 1988; von Davier ve Wilson, 2007) MTK gerçek puan eşitleme yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem ile her grupta F1 formuna ait eşitlenmiş gerçek puanlar elde edilmiştir.

Değerlendirme Ölçütleri

Bu çalışmada eşitlemenin doğruluğunu değerlendirmek için grup değişmezliği değerlerinden yararlanılmıştır. Grup değişmezliğinin belirlenmesi çeşitli indisler kullanılmaktadır. Bu çalışma kapsamında, eşitlemenin grup değişmezliği, standartlaştırılmamış REMSD, RESDk, RMSD(x), ve RSDk(x) yöntemleri yardımı ile kestirilmiş olup her bir koşul altında REMSD, RESDk, RMSD(x), ve RSDk(x) değerleri elde edilmiştir. Bu çalışmada her bir koşul için tekrar sayısı 100 olduğu için grup değişmezliği indisleri tekrarlardan elden edilen hesaplamaların ortalamaları alınarak raporlanmıştır.

x: Test formunun belirlenen bir puan düzeyi

P_x: x puanı düzeyinde testi alanların oranı

k: Alt grup düzeyi

$d_k(x)$: Bir x puanı düzeyinde k -ıncı alt grubun eşitleme fonksiyonuna dayalı y eşitlenmiş puanı ile toplam eşitleme fonksiyonuna dayalı y eşitlenmiş puanı arasındaki fark

w_k : Her bir alt grup için testi alanların alt gruplara göre oranı yardımıyla belirlenen ağırlık

olmak üzere

standartlaştırılmamış $RMSD(x)$ indisi,

$$RMSD(X) = \sqrt{w_k[d_k(x)]^2}$$

standartlaştırılmamış $REMSD$ indisi,

$$REMSD = \sqrt{\sum_{x=1} P_x \left\{ \sum_k w_k [d_k(x)]^2 \right\}}$$

standartlaştırılmamış $RES D_k$ indisi,

$$RES D_k = \sqrt{\sum_{x=1} P_x \left\{ \sum_k [d_k(x)]^2 \right\}}$$

ve $RSD_k(x)$ indisi,

$$RSD_k(x) = |d_k(x)|$$

eşitlikleri yardımı ile elde edilir.

Eşitlemede grup değişmezliğinin değerlendirilmesinde, Dorans ve diğerlerinin (2003) ve Dorans' ın (2004) önerdiği ham puan biriminin yarısı olarak alınan DTM (Difference That Matters) kriterinden yararlanılmaktadır. DTM kriteri ile grup değişmezliğini değerlendirmek kesin bir kural olmamakla birlikte, DTM= 0.50 kriteri alınarak bir puanın toplam gruptaki bir eşitlenmiş puan ile alt grup(lar)daki eşitlenmiş puan(lar) arasındaki farklılığın 0.50'den daha az olmasının yok sayılabilir; 0.50'den daha fazla olmasının ise manidar olduğu kabul edilerek yorumlar yapılmaktadır (Kolen ve Brennan, 2014). Buradan hareketle bu çalışmada grup değişmezliği indisleri 0.50'nin altında olmasının grup değişmezliğinin sağlandığının ve yapılan eşitlemede grup değişmezliği açısından bir sorun olmadığının bir göstergesi olarak ele alınmıştır. Benzer şekilde, grup değişmezliği indisleri 0.50'nin

üzerinde olmasının ise grup değişmezliğinin sağlanmadığının ve yapılan eşitlemede grup değişmezliği açısından bir sorun var olduğunun göstergesidir.

Verilerin Analizi

Verilerin analizinde R programından yararlanılmıştır. Veri analizinin ilk aşamasında eşitleme süreci yürütülmüştür. Daha sonra eşitleme sürecinden elde edilen sonuçlara dayalı olarak eşitlemenin doğruluğunu değerlendirmek amacıyla eşitlemede grup değişmezliği indisleri elde edilmiştir.

Araştırmanın birinci alt problemi için çalışma grubu büyüklüğünün 1500 olduğu koşullarda ortak maddelerin DMF göstermesi durumunda yapılan yatay eşitlemelerde grup değişmezliğinin çalışma grubu büyüklüğü oranı, DMF gösteren maddelerin bulunduğu form, DMF gösteren madde oranı, DMF yönü ve gruplar arası ortalama yetenek farkı göre nasıl değişmekte olduğu incelenmiştir. Grup değişmezliğini değerlendirmek için yapılan eşitleme sonuçlarına dayanarak hesaplanan $RMSD(x)$, $REMSD$, $RESK$ ve $RSDK(x)$ grup değişmezliği yöntemlerinden faydalanılmıştır. Daha sonra elde edilen $REMSD$ ve $RESK$ grup değişmezliği değerlerinin çalışmada ele alınan faktörlere göre manidarlığını test etmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi yapmadan önce $REMSD$ ve $RESK$ değerlerinin varyans analizinin normallik varsayımını karşılamak amacıyla doğal logaritmik dönüşüm uygulanmıştır. Son olarak çalışmada varyans analizi ile bulunan manidar ilişkilerin gücünü belirlemek amacıyla etki büyüklüğü hesaplanmıştır.

Araştırmanın ikinci alt problemi için çalışma grubu büyüklüğünün 3000 olduğu koşullarda ortak maddelerin DMF göstermesi durumunda yapılan yatay eşitlemelerde eşitleme performansının çalışma grubu büyüklüğü oranı, DMF gösteren maddelerin bulunduğu form, DMF gösteren madde oranı, DMF yönü ve gruplar arası ortalama yetenek farkı göre nasıl değişmekte olduğu incelenmiştir. Eşitleme performansını belirlemek için işe koşulan grup değişmezliğini değerlendirmek için, yapılan eşitleme sonuçlarına dayanarak hesaplanan $RMSD(x)$, $REMSD$, $RESK$ ve $RSDK(x)$ grup değişmezliği yöntemlerinden faydalanılmıştır. Daha sonra elde edilen $REMSD$ ve $RESK$ grup değişmezliği değerlerinin çalışmada ele alınan faktörlere göre manidarlığını test etmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi yapmadan önce $REMSD$ ve $RESK$ değerlerinin

varyans analizinin normallik varsayımını karşılamak amacıyla doğal logaritmik dönüşüm uygulanmıştır. Son olarak çalışmada varyans analizi ile bulunan manidar ilişkilerin gücünü belirlemek amacıyla etki büyüklüğü hesaplanmıştır.

Araştırmanın üçüncü alt problemi için ortak maddelerin DMF göstermesi durumunda yapılan yatay eşitlemelerde eşitleme performansının çalışma grubu büyüklüğü, çalışma grubu büyüklüğü oranı, DMF gösteren maddelerin bulunduğu form, DMF gösteren madde oranı, DMF yönü ve gruplar arası ortalama yetenek farkı göre nasıl değişmekte olduğu tüm koşullar birlikte ele alınarak incelenmiştir. Eşitleme performansını belirlemek için işe koşulan grup değişmezliğini değerlendirmek için, yapılan eşitleme sonuçlarına dayanarak hesaplanan REMSD ve RESDk grup değişmezliği yöntemlerinden faydalanılmıştır. Elde edilen REMSD ve RESDk grup değişmezliği değerlerinin çalışmada ele alınan faktörlere göre manidarlığını test etmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi yapmadan önce REMSD ve RESDk değerlerinin varyans analizinin normallik varsayımını karşılamak amacıyla doğal logaritmik dönüşüm uygulanmıştır. Son olarak çalışmada varyans analizi ile bulunan manidar ilişkilerin gücünü belirlemek amacıyla etki büyüklüğü hesaplanmıştır.

Bölüm 4

Bulgular ve Yorumlar

Bu bölümde, alt problem sırasına göre verilmiş araştırma bulgular grup değişmezliği ölçütü açısından incelenmiştir. Grup değişmezliğini incelemek amacıyla yürütülen bu araştırmanın her bir alt problemine yönelik olarak yapılan analizler doğrultusunda gerekli tablolar hazırlanarak, yorumları yapılmıştır.

Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Çalışma grubu büyüklüğünün 1500 olduğu koşullarda ortak maddelerin DMF göstermesi durumunda yapılan eşitlemelerde grup değişmezliği indisleri;

- a. DMF gösteren maddelerin bulunduğu forma,
- b. Odak ve referans grubun büyüklükleri oranına,
- c. DMF gösteren ortak madde oranına,
- d. DMF yönüne,
- e. Odak ve referans grubun yetenek dağılımlarına göre nasıl değişmektedir?

Bu alt problemin çözümünde grup değişmezliği karşılaştırılmaları için REMSD, RESDodak, RESDreferans, RMSD(x), RSDodak ve RSDreferans indislerinden yararlanılmıştır. Eşitlemenin doğruluğunu belirlemek ve performansını değerlendirmek için kullanılan her bir ölçütle ilişkin bulgular, koşullara ait 100 tekrar sonucu elde edilen indislerin ortalamaları yardımıyla sırasıyla verilerek yorumlanmıştır. Grup değişmezliği indislerini yorumlanmasında, grup değişmezliği indisinin 0.5'in altında olmasının grup değişmezliğinin sağlandığının ve yapılan eşitlemede grup değişmezliği açısından bir sorun olmadığı bir göstergesi olarak ele alınmıştır. Grup değişmezliği indisinin 0.5'in üzerinde olması durumunda ise söz konusu grup değişmezliği değerinin manidar olduğunun, grup değişmezliğinin sağlanmadığının ve yapılan eşitlemede grup değişmezliği açısından bir sorun oluşturduğu şeklinde yoruma gidilmiştir. Son olarak da elde edilen REMSD, RESDodak ve RESDreferans grup değişmezliği değerleri çalışmada ele alınan faktörlere göre varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi sonucundan elde edilen etki büyüklüklerinin yorumlanmasında Cohen (1992) tarafından 0.01=küçük, 0.06=orta ve 0.13=büyük şeklinde geliştirilen sınıflama dan yararlanılmıştır. İlk olarak, çalışma grubu büyüklüğünün 1500 olarak alındığı, DMF'nin ise her iki formda

da tanımladığı 24 koşula ait toplam puan düzeyinde elde edilen grup değişmezliği indisleri Tablo 3' te verilmiştir.

Tablo 3.

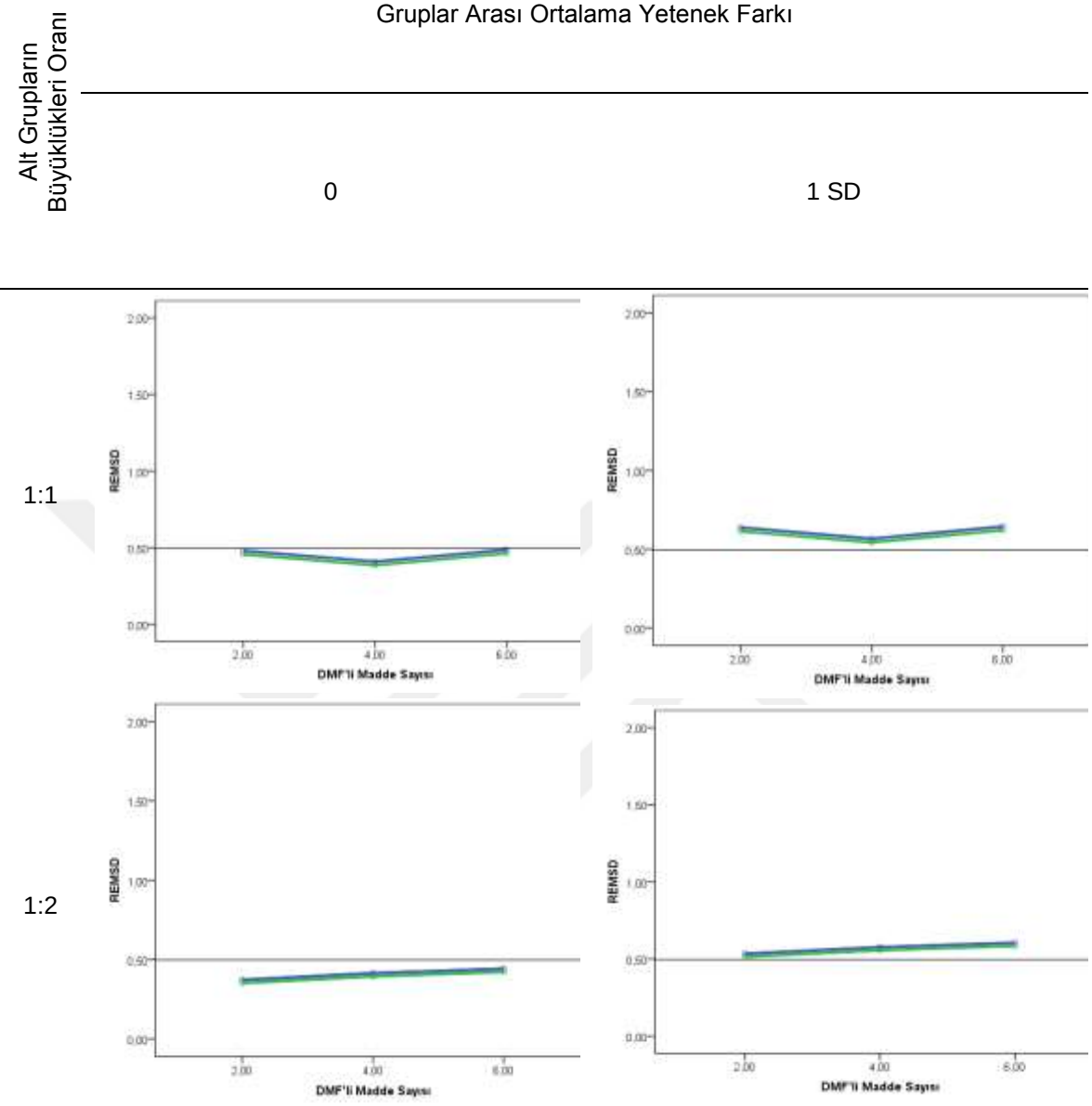
Çalışma Grubu Büyüklüğü N=1500 İçin Her İki Formda da DMF Görülmesi Durumunda Toplam Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği Indisleri

Alt Grupların Büyüklükleri Oranı	DMF Gösteren Ortak Madde Oranı	DMF Yönü	Gruplar Arası Ortalama Yetenek Farkı	REMSD	RESDod	RESDref
1:1	20%	Tek	0	0,464	0,378	0,500
			1SD	0,722	0,370	0,913
		İki	0	0,401	0,380	0,399
			1SD	0,601	0,476	0,660
	40%	Tek	0	0,385	0,366	0,381
			1SD	0,530	0,408	0,586
		İki	0	0,463	0,448	0,433
			1SD	0,526	0,457	0,554
	60%	Tek	0	0,539	0,474	0,555
			1SD	0,584	0,465	0,633
		İki	0	0,429	0,356	0,449
			1SD	0,662	0,405	0,781
1:2	20%	Tek	0	0,386	0,251	0,546
			1SD	0,483	0,364	0,605
		İki	0	0,373	0,273	0,491
			1SD	0,529	0,366	0,701
	40%	Tek	0	0,391	0,275	0,540
			1SD	0,628	0,410	0,860
		İki	0	0,388	0,243	0,544
			1SD	0,535	0,349	0,742
	60%	Tek	0	0,446	0,308	0,590
			1SD	0,611	0,367	0,877
		İki	0	0,412	0,278	0,552
			1SD	0,585	0,331	0,877

Tablo 3'te eşitlenmiş puanlar arasındaki farkı gösteren REMSD, RESDodak ve RESDreferans grup değişmezliği indislerine ait bulgular yer almakta olup bu üç indisin her bir koşul için genel olarak benzer sonuçlar verdiği, ancak özellikle gruplar arası ortalama yetenek farkının 1 olduğu koşullarda RESDreferans indisinin diğer indislerden daha yüksek değer aldığı görülmektedir. Ayrıca her bir koşul için en küçük grup değişmezliği indisi RESDodak indisi ile hesaplanmıştır. Tablo 3 incelendiğinde eşitlenmiş puanlar arasındaki farkın 0.243 ile 0.913 arasında değiştiği görülmektedir. Böylece grup değişmezliği indislerinin özellikle gruplar arası

ortalama yetenek farkının 0 olduğu koşullarda 0.5 değerini geçmediği ya da çok aşmadığı gözlenmektedir. Böylece genel olarak çalışma grubu büyüklüğü N=1500 için her iki formda da DMF tanımlanması durumunda grup değişmezliğinin eşitleme için olumsuz bir durum oluşturmadığı yorumu yapılabilir. Eşitlenmiş puanlar arasındaki farkın en az olduğu koşul odak ve referans grupların büyüklükleri oranının 1:2, DMF gösteren ortak madde oranının %40, iki yönlü DMF'nin var olduğu, odak ve referans grup arasındaki ortalama yetenek farkının 0 olduğu koşuldur. Eşitlenmiş puanlar arasındaki farkın en fazla olduğu koşul ise; odak ve referans grupların büyüklükleri oranının 1:1, DMF gösteren ortak madde oranının %20, tek yönlü DMF'nin var olduğu ile odak ve referans grup arasındaki ortalama yetenek farkının 1 olarak alındığı koşul olduğu bulunmuştur. Tablo 3 incelendiğinde, Gruplar arasındaki yetenek farkının 1 olduğu koşullardaki grup değişmezliği değerlerinin, 0 olduğu koşullardaki değerlerden daha büyük olduğu görülmektedir. Böylece gruplar arasındaki ortalama yetenek farkı arttıkça grup değişmezliği indisinin yani eşitlenmiş puanlar arasındaki farkın da artacağı yorumu yapılabilir. Ancak Tablo 3'e göre DMF gösteren ortak madde oranının artmasının ve DMF'nin tek yönlü ya da iki yönlü olmasının grup değişmezliği üzerinde bir etkisinin olmadığı söylenebilir. Ayrıca alt grupların büyüklükleri oranının da 1:1 ya da 1:2 olmasının da grup değişmezliği üzerinde bir etkisinin olmadığı söylenebilir. Özet olarak, çalışma grubu büyüklüğü N=1500 için DMF gösteren ortak maddelerin her iki formda da olduğu koşullarda grup değişmezliğini en çok etkileyen değişkenin odak ve referans grup arasındaki ortalama yetenek farkı olup; alt grupların büyüklükleri oranı, DMF gösteren ortak madde oranı ve DMF yönünün grup değişmezliği üzerinde herhangi bir etkisi olmadığı söylenebilir.

Çalışma grubu büyüklüğü N=1500 olarak alındığı, DMF'nin ise her iki formda da tanımladığı 24 koşula ait REMSD grup değişmezliği indislerine ilişkin grafikler Şekil 1' de verilmiştir.



Şekil 1. Çalışma grubu büyüklüğü N=1500 için her iki formda da DMF görülmesi durumunda REMSD değerleri.

Şekil 1 incelendiğinde, 1500 çalışma grubu büyüklüğünde her iki formda da DMF görülmesi durumunda gruplar arası ortalama yetenek farkının 1 SD olduğu koşullarda 0.5 değerinin aşıldığı görülmektedir. Ayrıca, Tablo 3'ü destekler nitelikte alt grupların büyüklükleri oran, DMF gösteren madde oranı ve DMF yönü değişse de benzer REMSD değerleri elde edilmiştir.

Çalışma grubu büyüklüğünün 1500 olarak alındığı DMF'nin ise sadece bir formda tanımlandığı 24 koşula ait toplam puan düzeyinde elde edilen grup değişmezliği değerleri ise Tablo 4' te verilmiştir.

Tablo 4.

*Çalışma Grubu Büyüklüğü N=1500 İçin Tek Bir Formda DMF Görülmesi
Durumunda Toplam Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği İndisleri*

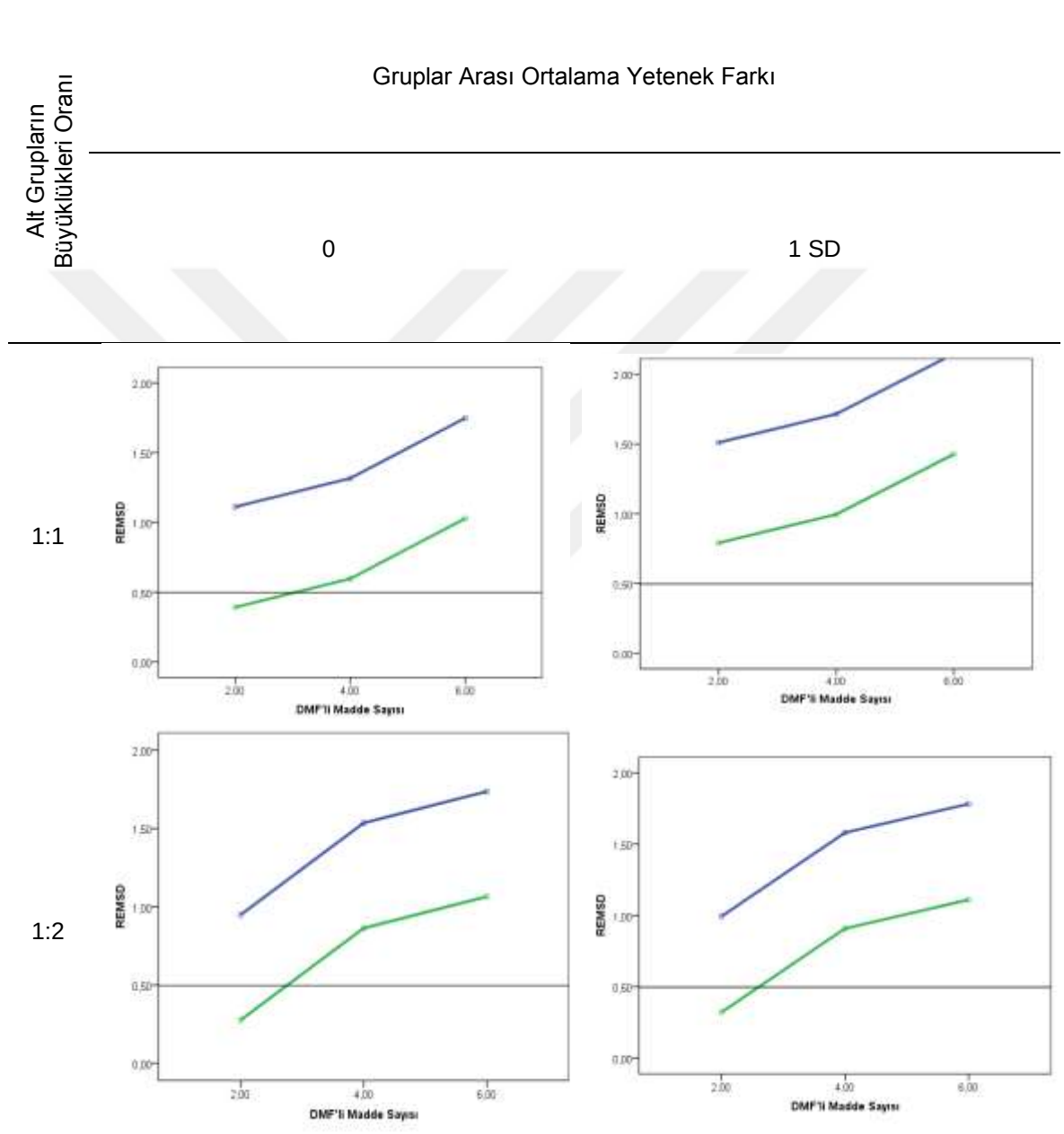
Alt Grupların Büyüklükleri Oranı	DMF Gösteren Ortak Madde Oranı	DMF Yönü	Gruplar Arası Ortalama Yetenek Farkı	REMSD	RESDod	RESDref
1:1	20%	Tek	0	0,948	0,870	0,998
			1SD	0,885	0,645	1,027
		İki	0	0,474	0,474	0,435
			1SD	1,498	0,475	2,048
	40%	Tek	0	1,616	1,572	1,648
			1SD	1,761	1,107	2,218
		İki	0	0,398	0,380	0,391
			1SD	0,848	0,897	0,746
	60%	Tek	0	2,132	2,160	2,086
			1SD	2,207	1,864	2,488
		İki	0	0,626	0,457	0,744
			1SD	1,386	1,791	0,774
1:2	20%	Tek	0	0,683	0,533	0,896
			1SD	0,870	0,509	1,279
		İki	0	0,382	0,282	0,515
			1SD	0,602	0,337	0,896
	40%	Tek	0	1,246	0,907	1,735
			1SD	1,530	0,608	2,499
		İki	0	1,447	1,214	1,804
			1SD	0,665	0,499	0,878
	60%	Tek	0	2,044	1,654	2,648
			1SD	2,204	0,899	3,604
		İki	0	0,622	0,502	0,777
			1SD	0,824	0,554	1,124

Tablo 4'te eşitlenmiş puanlar arasındaki farkı gösteren REMSD, RESDodak ve RESDreferans grup değişmezliği indislerine ait bulgular yer almakta olup bu üç indisin her bir koşul için aldığı değerler incelendiğinde alt grupların büyüklükleri oranı 1:2 iken RESDreferans indisinin diğer indislerden daha yüksek değer aldığı, en küçük grup değişmezliği değerinin ise RESDodak indisi ile hesaplanmış olduğu görülmektedir. Alt grupların büyüklükleri oranı 1:1 olduğu koşullarda ise, gruplar arası ortalama yetenek farkının 0 olduğu koşullarda, grup değişmezliği indisleri

benzer değerler almıştır. Gruplar arası ortalama yetenek farkının 1 olduğu koşullarda ise genel olarak en büyük değeri RESDreferans indisi alırken, DMF gösteren ortak madde oranının daha fazla olduğu koşullarda iki yönlü DMF görülmesi durumunda RESD odak indisi daha yüksek değer almıştır. Tablo 4 incelendiğinde eşitlenmiş puanlar arasındaki farkın 0.282 ile 3.604 arasında değiştiği görülmektedir. Ayrıca tablodaki grup değişmezliği değerlerinden çoğunun $DTM=0.5$ 'ten büyük değerler almış olduğu gözlenmektedir. Böylece genel olarak 1500 çalışma grubu büyüklüğünde tek bir formda DMF tanımlanması durumunda grup değişmezliğinin eşitleme için sorun teşkil edeceği yorumu yapılabilir. Eşitlenmiş puanlar arasındaki farkın en az olduğu koşul odak ve referans gruplarının alt grupların büyüklükleri oranının 1:2, DMF gösteren ortak madde oranının %20, iki yönlü DMF'nin var olduğu, odak ve referans grup arasındaki ortalama yetenek farkının 0 olduğu koşuldur. Eşitlenmiş puanlar arasındaki farkın en fazla olduğu koşul ise; odak ve referans gruplarının alt grupların büyüklükleri oranının 1:2, DMF gösteren ortak madde oranının %60, tek yönlü DMF'nin var olduğu ile odak ve referans grup arasındaki ortalama yetenek farkının 1 olarak alındığı koşul olduğu bulunmuştur. Tablo 4 incelendiğinde, DMF gösteren ortak madde oranının artması ile eşitlenmiş puanlar arasındaki farkın da artmış olduğu gözlenmektedir. Ayrıca DMF'nin tek yönlü olduğu koşullarda, iki yönlü olduğu koşullara göre grup değişmezliği değerlerinin arttığı, DMF'nin iki yönlü olmasının grup değişmezliği üzerinde olumlu bir etkisinin olduğu söylenebilir. Gruplar arasındaki yetenek farkının 1 olduğu koşullardaki grup değişmezliği değerlerinin, 0 olduğu koşullardaki değerlerden daha büyük olduğu görülmektedir. Böylece gruplar arasındaki ortalama yetenek farkı arttıkça grup değişmezliği değerinin yani eşitlenmiş puanlar arasındaki farkın da artacağı yorumu yapılabilir. Tablo 4'e göre alt grupların büyüklükleri oranının da 1:2 olduğu koşullarda elde edilen grup değişmezliği değerlerinin 1:1 olduğu koşullara göre daha küçük şekilde elde edildiği söylenebilir. Özet olarak, 1500 çalışma grubu büyüklüğünde DMF gösteren ortak maddelerin tek bir formda olduğu koşullarda grup değişmezliğini en çok etkileyen değişkenin DMF yönünün olduğu söylenebilir. DMF gösteren ortak madde oranı ile odak ve referans grup arasındaki ortalama yetenek farkı da eşitlenmiş puanlar arasındaki farkı etkilenmekte olup, 1500 çalışma grubu büyüklüğünde DMF gösteren ortak maddelerin her iki formda da olduğu koşullarda alt grupların büyüklükleri oranının

grup değişmezliği üzerindeki bir etkisinin diğer değişkenler daha az olduğu söylenebilir.

Çalışma grubu büyüklüğünün 1500 olarak alındığı, DMF'nin ise tek bir formda tanımlandığı 24 koşula ait REMSD grup değişmezliği indisine ilişkin grafikler Şekil 2'de yer almaktadır.



DMF Yönü: - :Tek Yönlü, - :İki Yönlü

Şekil 2. Çalışma grubu büyüklüğü N=1500 için tek bir formda görülmesi durumunda REMSD değerleri.

Şekil 2 incelendiğinde, 1500 çalışma grubu büyüklüğünde tek bir formda DMF tanımlanması durumunda genel olarak tüm koşullarda DTM=0.5 sınırının aşıldığı

görülmektedir. DMF gösteren madde oranı arttıkça daha yüksek REMSD değerleri elde edilmiştir. Ayrıca tek yönlü DMF görülen koşullarda iki yönlü DMF görülen koşullara göre daha yüksek REMSD değerleri bulunmuştur. Gruplar arası yetenek farkının artması da daha yüksek REMSD grup değişmezliği değerlerinin elde edilmesine neden olmuştur.

Tablo 3, Tablo 4, Şekil 1 ve Şekil 2 birlikte incelenecek olursa çalışma grubu büyüklüğünün 1500 olduğu koşullarda DMF gösteren ortak maddelerin tek bir formda ya da her iki formda da olmasının grup değişmezliği üzerinde etkisi olduğu söylenebilir. DMF gösteren maddelerin tek bir formda olması durumunda eşitlenmiş puanlar arasındaki farklar artmış ve elde edilen grup değişmezliği değerlerinin 0.5'ten daha fazla olmasından dolayı manidar olarak nitelendirilebileceği bulunmuştur.

Çalışma grubu büyüklüğünün 1500 olarak alındığı 48 koşula ait toplam puan düzeyinde elde edilen grup değişmezliği değerleri bulguları ve bu bulgulara dayalı yorumlar verildikten sonra her bir gerçek puan düzeyinde değerler veren RMSD ve RSDk değerleri önce her iki formda da DMF içeren ortak maddelerin bulunduğu 24 koşula göre sunulmuştur. Her iki formda da DMF içeren ortak maddelerin bulunduğu koşullar için RMSD ve RSDk değerlerinin yer aldığı grafiklerin bir örneği Şekil 3'te ve diğerleri Ek-A'da yer almaktadır.

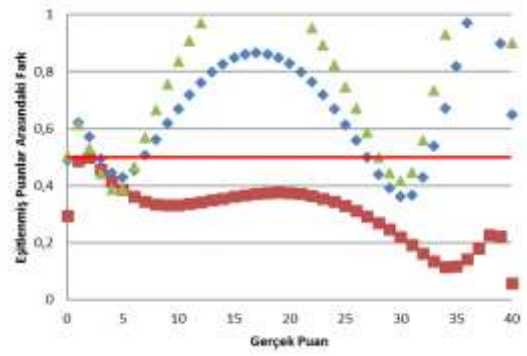
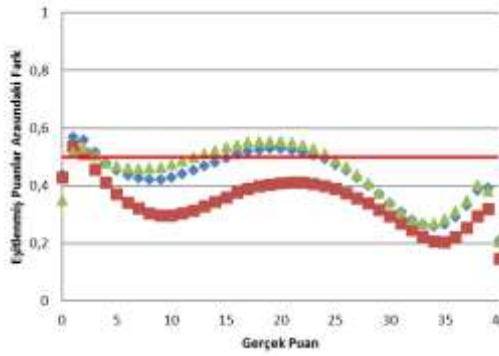
DMF
Yönü

Gruplar Arası Ortalama Yetenek Farkı

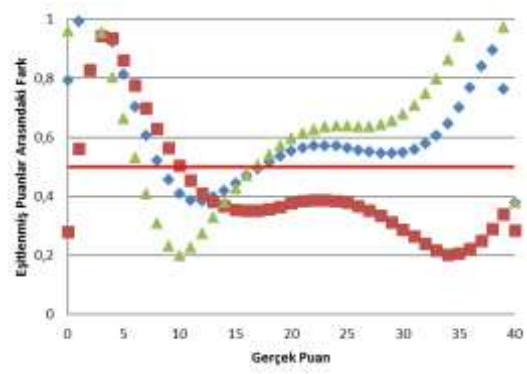
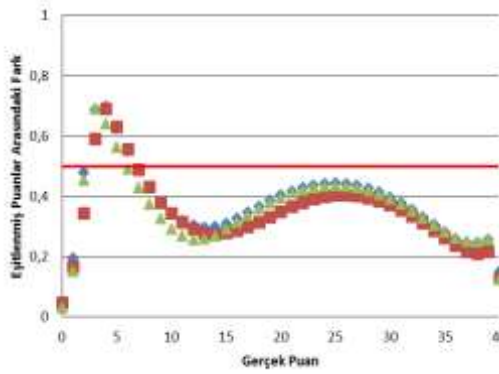
0

1SD

Tek



İki



◆: RMSD ■:RSDreferans ▲:RSDodak —:DTM

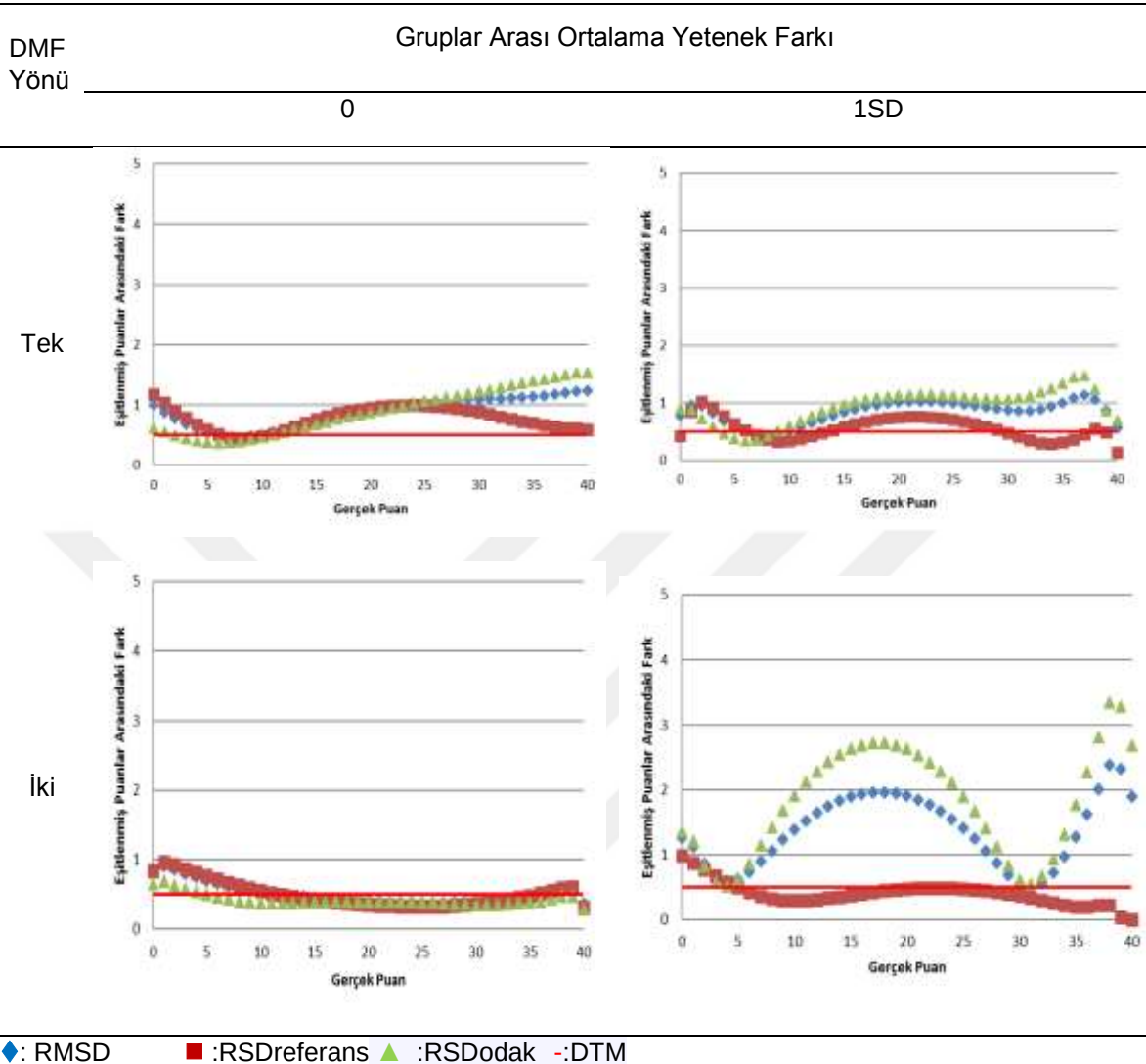
Şekil 3. Çalışma grubu büyüklüğü N=1500 için her iki formda DMF görülmesi durumunda alt grupların büyüklükleri oranının 1:1 ve DMF’li ortak madde oranının %20 olduğu koşullarda her bir puan düzeyinde elde edilen grup değişmezliği indisleri.

Şekil 3 ile Ek-A’daki grafikler incelendiğinde eşitlenmiş puanlar arasındaki farkın genelde 0 ile 1 arasında değiştiği görülmektedir. Şekiller incelendiğinde grup değişmezliği indisleri gruplar arasındaki yetenek farkının arttıkça daha büyük değer aldığı görülmektedir. Ayrıca gruplar arası ortalama yetenek farkı 0 iken grup değişmezliği indisleri benzer değerler almış iken, gruplar arası yetenek farkı arttıkça grup değişmezliği indislerinin de birbirinden daha uzak değerler almış olduğu belirlenmiştir. Ek olarak gruplar arası ortalama yetenek farkının 0 olduğu koşullarda elde edilen grup değişmezliği değerleri genellikle DTM=0.5 daha küçük şekilde elde edilmiştir. Böylece DMF gösteren ortak maddelerin her iki formda da olması durumunda gruplar arası ortalama yetenek farkının 0 olduğu koşullarda toplam gruptaki eşitlenmiş puan ile alt gruptaki eşitlenmiş puanlar arasındaki farklılığın

manidar olmadığı söylenebilir. Gruplar arası ortalama yetenek farkının 0 olduğu koşullarda gerçek puanın alt sınırlarında en yüksek grup değişmezliği değerleri, gruplar arası ortalama yetenek farkının 1 SD olduğu her bir koşulda ise genel olarak gerçek puanın hem alt hem de üst uç noktalarında en yüksek grup değişmezliği değerleri bulunmuştur. Diğer yandan, DMF gösteren ortak madde oranı ve DMF' nin tek yönlü ya da iki yönlü olmasının grup değişmezliği üzerinde çok fazla bir etkisinin olmadığı söylenebilir. Son olarak şekillere göre gruplar arası ortalama yetenek farkının 0 olduğu koşullarda alt grupların büyüklükleri oranı 1:2 iken alt grupların büyüklükleri oranı 1:1 olan koşullara göre RMSD(x), RSDreferans ve RSDodak değerleri arasındaki fark artmıştır. Çalışma grubu büyüklüğü 1:1 olan koşullarda her bir gerçek puan için çok yakın RMSD(x), RSDreferans ve RSDodak değerleri elde edilirken, çalışma grubu büyüklüğü 1:2 olan koşullarda her bir gerçek puan için elde edilen grup değişmezliği değerleri büyüklüklerine göre RSDodak, RMSD ve RSDreferans olarak sıralanmaktadır.

Özet olarak, 1500 çalışma grubu büyüklüğünde DMF gösteren ortak maddelerin her iki formda da olduğu koşullarda grup değişmezliğini en çok etkileyen değişkenin odak ve referans grup arasındaki ortalama yetenek farkı olup, alt grupların büyüklükleri oranı da eşitlenmiş puanlar arasındaki farkı kısmen etkilemektedir. Ancak 1500 çalışma grubu büyüklüğünde DMF gösteren ortak maddelerin her iki formda da olduğu koşullarda DMF gösteren ortak madde oranı ve DMF yönü grup değişmezliği üzerinde herhangi bir etkisi olmadığı söylenebilir.

Çalışma grubu büyüklüğünün 1500 olarak alındığı ve tek bir formda DMF içeren ortak maddelerin bulunduğu 24 koşula göre RMSD ve RSDk değerlerinin yer aldığı grafiklerin bir örneği Şekil 4'te ve diğerleri Ek-B'de yer almaktadır.



Şekil 4. Çalışma grubu büyüklüğü N=1500 için tek bir formda DMF görülmesi durumunda alt grupların büyüklükleri oranının 1:1 ve DMF'li ortak madde oranının %20 olduğu koşullarda her bir puan düzeyinde elde edilen grup değişmezliği indisleri.

Şekil 4 ile Ek-B'de yer alan grafikler incelendiğinde eşitlenmiş puanlar arasındaki farkın genelde 0 ile 5 arasında değiştiği görülmektedir. Ayrıca genellikle elde edilen grup değişmezliği değerlerinin DTM=0.5 değerinden büyük olduğu görülmektedir. Dolayısıyla DMF gösteren ortak maddelerin tek bir formda olması toplam gruptaki eşitlenmiş puan ile alt gruplardaki eşitlenmiş puanlar arasındaki farklılığın manidar olmasına neden olabileceği söylenebilir. Şekiller incelendiğinde, DMF gösteren ortak madde oranı arttıkça eşitlenmiş puanlar arasındaki farklılığın da artmış olduğu gözlenmektedir. Ayrıca DMF' nin tek yönlü ya da iki yönlü

olmasının grup değişmezliği üzerinde etkili olduğu söylenebilir. İki yönlü DMF'nin söz konusu olduğu her bir koşulda tek yönlü DMF'nin söz konusu olduğu koşullar ile karşılaştırıldığında daha küçük RMSD, RSDodak ve RSDreferans değerleri elde edilmiştir. Böylece eşitlenmiş puanlar arasındaki farkın DMF'nin iki yönlü olmasının tek yönlü olmasına göre azaldığı görülmektedir. Gruplar arası ortalama yetenek farkı, DMF gösteren maddelerin her iki formda da bulunduğu koşullarda grup değişmezliğini en çok etkileyen değişken olarak bulunmuştu. Gruplar arası ortalama yetenek farkının DMF gösteren maddelerin tek bir formda bulunduğu koşullarda ise diğer değişkenler kadar bir etkisinin olmadığı söylenebilir. Aynı şekilde, alt grupların büyüklükleri oranının da grup değişmezliği üzerinde DMF gösteren ortak madde oranı ve DMF yönü kadar etkisinin olmadığı görülmektedir.

Özet olarak, 1500 çalışma grubu büyüklüğünde DMF gösteren ortak maddelerin tek bir formda olduğu koşullarda grup değişmezliğini en çok etkileyen değişkenin DMF yönü ve DMF gösteren ortak madde oranı olup, alt grupların büyüklükleri oranı ile gruplar arasındaki ortalama yetenek farkı da eşitlenmiş puanlar arasındaki farkı kısmen etkilemektedir.

Son olarak eşitlemede grup değişmezliğinin ele alınan değişkenlere göre manidarlığını test etmek amacıyla varyans analizinden yararlanılmıştır. Daha önceki elde edilen bulgularda DMF gösteren ortak maddelerin tek bir formda ya da her iki formda da olması durumunda farklı sonuçlara ulaşıldığından yapılan varyans analizi de bu bulguları test etmek amacıyla yönelik yürütülmüştür. 1500 çalışma grubu büyüklüğünde REMSD, RESDodak ve RESDreferans grup değişmezliği değerlerine ait varyans analizi sonuçları Tablo 5'te yer almaktadır.

Tablo 5.

Çalışma Grubu Büyüklüğü N=1500 İçin Toplam Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği İndislerinin Çalışmada Ele Alınan Faktörlere Göre ANOVA Sonuçları

Grup Değişmezliği İndisleri	Faktörler		Her İki Formda da DMF'li Ortak Madde Varlığında			Tek bir Formda DMF'li Ortak Madde Varlığında		
			Ort.	F	η^2	Ort.	F	η^2
REMSD	Alt Grupların Büyüklükleri Oranı	1:1	0,526	12,413*	0,005	1,231	40,590*	0,017
		1:2	0,481			1,093		
	DMF Gösteren Ortak Madde Oranı	20%	0,495	10,066*	0,008	0,793	363,44*	0,233
		40%	0,481			1,189		
		60%	0,534			1,506		
	DMF Yönü	Tek Yönlü	0,514	0,396	0,000	1,510	1206,7*	0,335
		İki Yönlü	0,492			0,814		
	Gruplar Arası Ortalama Yetenek Farkı	0	0,423	282,902*	0,106	1,051	192,80*	0,075
		1 SD	0,583			1,273		
	RESDodak	Alt Grupların Büyüklükleri Oranı	1:1	0,570	55,716*	0,023	1,300	62,911*
1:2			0,660	1,555				
DMF Gösteren Ortak Madde Oranı		20%	0,602	8,613*	0,007	1,012	214,40*	0,152
		40%	0,580			1,490		
		60%	0,664			1,781		
DMF Yönü		Tek Yönlü	0,632	0,442	0,000	1,927	1279,5*	0,348
		İki Yönlü	0,599			0,928		
Gruplar Arası Ortalama Yetenek Farkı		0	0,498	227,299*	0,087	1,223	219,5*	0,084
		1 SD	0,732			1,632		
RESReferans		Alt Grupların Büyüklükleri Oranı	1:1	0,415	110,713*	0,044	1,057	215,9*
	1:2		0,318	0,708				
	DMF Gösteren Ortak Madde Oranı	20%	0,357	1,678	0,001	0,516	384,1*	0,243
		40%	0,370			0,898		
		60%	0,373			1,235		
	DMF Yönü	Tek Yönlü	0,370	0,006	0,000	1,110	677,1*	0,220
		İki Yönlü	0,363			0,655		
	Gruplar Arası Ortalama Yetenek Farkı	0	0,336	69,592*	0,028	0,917	2,849	0,001
		1 SD	0,397			0,849		

(* $p < .05$)

Tablo 5 incelendiğinde, her iki formda da DMF gösteren ortak madde söz konusu iken RESDodak ve RESReferans grup değişmezliği değerlerinin her ikisinin de DMF yönüne göre manidar farklılık göstermediği, RESReferans değerinin aynı

zamanda DMF gösteren ortak madde oranına göre de manidar farklılık göstermediği görülmektedir. REMSD grup değişmezliği ise sadece göre manidar farklılık göstermemekte, çalışmada ele alınan diğer tüm değişkenlere göre ise manidar farklılık gösterdiği görülmektedir.

Her iki formda da DMF gösteren ortak madde söz konusu iken, DMF gösteren ortak madde oranı arttıkça manidar şekilde REMSD grup değişmezliği değeri de artmaktadır. REMSD grup değişmezliği değerinin DMF gösteren ortak madde oranına göre gösterdiği manidar farklılığın hangi alt gruplar arasında olduğunu belirlemek için yapılan Post Hoc testine göre ise DMF gösteren ortak madde oranı değişkeninin tüm ikili alt grup karşılaştırmalarında manidar fark olduğu belirlenmiştir. REMSD grup değişmezliği, tek yönlü DMF'nin söz konusu olduğu koşullarda iki yönlü DMF'nin söz konusu olduğu koşullara göre manidar olarak daha büyük değer aldığı görülmektedir. Ayrıca gruplar arası yetenek farkının 0 olduğu koşullar, gruplar arası yetenek farkının 1 olduğu koşullara göre daha küçük REMSD değerleri hesaplanmıştır.

Her iki formda da DMF gösteren ortak madde söz konusu iken, DMF gösteren ortak madde oranı arttıkça manidar şekilde RESDodak grup değişmezliği değeri de artmaktadır. RESDodak grup değişmezliği değerinin DMF gösteren ortak madde oranına göre gösterdiği manidar farklılığın hangi alt gruplar arasında olduğunu belirlemek için yapılan Post Hoc testine göre ise DMF gösteren ortak madde oranı %20 ile %40 olmasının manidar farklılığa neden olmadığı; %20 ile %60 ve %40 ile %60 arasında manidar fark olduğu belirlenmiştir. Ayrıca gruplar arası yetenek farkının 0 olduğu koşullar, gruplar arası yetenek farkının 1 olduğu koşullara göre daha küçük RESDodak değerleri hesaplanmıştır. Diğer yandan RESDodak grup değişmezliği, alt grupların büyüklükleri oranı 1:2 olduğu koşullarda alt grupların büyüklükleri oranı 1:1 olduğu koşullara göre manidar olarak daha büyük değer aldığı görülmektedir.

Her iki formda da DMF gösteren ortak madde söz konusu iken, RESDreferans grup değişmezliği, DMF gösteren ortak madde oranı arttıkça manidar olmayan şekilde RESDreferans grup değişmezliği değeri artmaktadır. RESDreferans grup değişmezliği indisinin DMF gösteren ortak madde oranına göre hangi alt gruplar arasında manidar farklılık olup olmadığını belirlemek için yapılan Post Hoc testine göre ise DMF gösteren ortak madde oranı %40 ile %60 olmasının

manidar farklılığa neden olmadığı; %20 ile %40 ve %20 ile %60 arasında manidar fark olduğu belirlenmiştir. Ayrıca gruplar arası yetenek farkının 0 olduğu koşullar, gruplar arası yetenek farkının 1 olduğu koşullara göre daha küçük RESDreferans değerleri hesaplanmıştır. Diğer yandan alt grupların büyüklükleri oranı 1:2 olduğu koşullarda alt grupların büyüklükleri oranı 1:1 olduğu koşullara göre manidar olarak daha küçük değer aldığı görülmektedir.

Tablo 5'deki etki büyüklükleri incelendiğinde her iki formda da DMF gösteren ortak madde söz konusu iken grup değişmezliğinde manidar etkisi bulunan değişkenlerin etki büyüklüklerinin çok küçük olduğu görülmektedir. Cohen (1992) etki büyüklükleri için geliştirmiş olduğu sınıflamaya göre her iki formda da DMF gösteren ortak madde söz konusu iken sadece gruplar arası ortalama yetenek farkının grup değişmezliği üzerinde çok etkili olduğu söylenebilir.

Tablo 5 incelendiğinde, tek bir formda DMF gösteren ortak madde söz konusu iken bütün grup değişmezliği indislerinin çalışmada ele alınan tüm değişkenlere göre manidar farklılık gösterdiği görülmektedir.

Tek bir formda DMF gösteren ortak madde söz konusu iken, DMF gösteren ortak madde oranı arttıkça manidar şekilde REMSD grup değişmezliği indisi de artmaktadır. REMSD grup değişmezliği indisinin DMF gösteren ortak madde oranına göre gösterdiği manidar farklılığın hangi alt gruplar arasında olduğunu belirlemek için yapılan Post Hoc testine göre ise DMF gösteren ortak madde oranı değişkeninin tüm ikili alt grup karşılaştırmalarında manidar fark olduğu belirlenmiştir. REMSD grup değişmezliği, tek yönlü DMF'nin söz konusu olduğu koşullarda iki yönlü DMF'nin söz konusu olduğu koşullara göre manidar olarak daha büyük değer aldığı görülmektedir. Ayrıca gruplar arası yetenek farkının 0 olduğu koşullar, gruplar arası yetenek farkının 1 olduğu koşullara göre daha küçük REMSD değerleri hesaplanmıştır. Diğer yandan REMSD grup değişmezliği indisi, alt grupların büyüklükleri oranı 1:2 olduğu koşullarda alt grupların büyüklükleri oranı 1:1 olduğu koşullara göre manidar olarak daha küçük değer aldığı görülmektedir.

Tek bir formda DMF gösteren ortak madde söz konusu iken DMF gösteren ortak madde oranı arttıkça manidar şekilde RESDodak grup değişmezliği indisi de artmaktadır. RESDodak grup değişmezliği indisinin DMF gösteren ortak madde oranına göre gösterdiği manidar farklılığın hangi alt gruplar arasında olduğunu

belirlemek için yapılan Post Hoc testine göre ise DMF gösteren ortak madde oranı değişkeninin tüm ikili alt grup karşılaştırmalarında manidar fark olduğu belirlenmiştir. RESDodak grup değişmezliği, tek yönlü DMF'nin söz konusu olduğu koşullarda iki yönlü DMF'nin söz konusu olduğu koşullara göre manidar olarak daha büyük değer aldığı görülmektedir. Ayrıca gruplar arası yetenek farkının 0 olduğu koşullar, gruplar arası yetenek farkının 1 olduğu koşullara göre daha küçük RESDodak değerleri hesaplanmıştır. Diğer yandan RESDodak grup değişmezliğinin, alt grupların büyüklükleri oranı 1:2 olduğu koşullarda alt grupların büyüklükleri oranı 1:1 olduğu koşullara göre manidar olarak daha büyük değer aldığı görülmektedir.

Tek bir formda DMF gösteren ortak madde söz konusu iken, DMF gösteren ortak madde oranı arttıkça manidar olmayan şekilde RESDreferans grup değişmezliği indisi artmaktadır. RESDreferans grup değişmezliği indisinin DMF gösteren ortak madde oranına göre hangi alt gruplar arasında manidar farklılık olup olmadığını belirlemek için yapılan Post Hoc testine göre DMF gösteren ortak madde oranı değişkeninin tüm ikili alt grup karşılaştırmalarında manidar fark olduğu belirlenmiştir. RESDreferans grup değişmezliği, tek yönlü DMF'nin söz konusu olduğu koşullarda iki yönlü DMF'nin söz konusu olduğu koşullara göre manidar olarak daha büyük değer aldığı görülmektedir. Ayrıca gruplar arası yetenek farkının 0 olduğu koşullar, gruplar arası yetenek farkının 1 olduğu koşullara göre daha küçük RESDreferans değerleri hesaplanmıştır. Diğer yandan RESDreferans grup değişmezliği, alt grupların büyüklükleri oranı 1:2 olduğu koşullarda alt grupların büyüklükleri oranı 1:1 olduğu koşullara göre manidar olarak daha küçük değer aldığı görülmektedir.

Tek bir formda DMF gösteren ortak madde söz konusu iken grup değişmezliğinde manidar etkisi bulunan değişkenlerin etki büyüklükleri her iki formda da DMF gösteren ortak maddenin söz konusu olduğu durumlara göre daha büyüktür. Özellikle DMF gösteren madde oranı ve DMF yönü tek bir formda DMF gösteren ortak madde söz konusu iken grup değişmezliği üzerinde çok etkilidir. Ancak, DMF gösteren ortak maddelerin tek bir formda olması durumunda grup değişmezliği gruplar arası ortalama yetenek farkından çok etkilenmekle birlikte, iki formda da olması durumu ile karşılaştırıldığında daha az etkilenmektedir.

İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Çalışma grubu büyüklüğünün 3000 olduğu koşullarda ortak maddelerin DMF göstermesi durumunda yapılan eşitlemelerde grup değişmezliği indisleri;

- a. DMF gösteren maddelerin bulunduğu forma,
- b. Odak ve referans grubun çalışma grubu oranına,
- c. DMF gösteren ortak madde oranına,
- d. DMF yönüne,
- e. Odak ve referans grubun yetenek dağılımlarına göre nasıl değişmektedir?

Bu alt problemin çözümünde grup değişmezliği karşılaştırmaları için REMSD, RESDodak, RESDreferans, RMSD(x), RSDodak ve RSDreferans indislerinden yararlanılmıştır. Eşitlemenin doğruluğunu belirlemek ve performansını değerlendirmek için kullanılan her bir ölçütle ilişkin bulgular, koşullara ait 100 tekrar sonucu elde edilen indislerin ortalamaları yardımıyla sırasıyla verilerek yorumlanmıştır. Grup değişmezliği indislerini yorumlanmasında, grup değişmezliği indisinin 0.50'nin altında olmasının grup değişmezliğinin sağlandığının ve yapılan eşitlemede grup değişmezliği açısından bir sorun olmadığına bir göstergesi olarak ele alınmıştır. Grup değişmezliği indisinin 0.5'in üzerinde olması durumunda ise söz konusu grup değişmezliği değerinin manidar olduğunun, grup değişmezliğinin sağlanmadığının ve yapılan eşitlemede grup değişmezliği açısından bir sorun oluşturduğu şeklinde yoruma gidilmiştir. Son olarak da elde edilen REMSD, RESDodak ve RESDreferans grup değişmezliği değerleri çalışmada ele alınan faktörlere göre varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi sonucundan elde edilen etki büyüklüklerinin yorumlanmasında Cohen (1992) tarafından 0.01=küçük, 0.06=orta ve 0.13=büyük şeklinde geliştirilen sınıflama dan yararlanılmıştır. İlk olarak, çalışma grubu büyüklüğünün 3000 olarak alındığı DMF'nin ise her iki formda da tanımladığı 24 koşula ait toplam puan düzeyinde elde edilen grup değişmezliği indisleri Tablo 6' da verilmiştir.

Tablo 6.

Çalışma Grubu Büyüklüğü N=3000 İçin Her İki Formda da DMF Görülmesi Durumunda Toplam Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği İndisleri

Alt Grupların Büyüklükleri Oranı	DMF Gösteren Ortak Madde Oranı	DMF Yönü	Gruplar Arası Ortalama Yetenek Farkı	REMSD	RESDod	RESDref
1:1	20%	Tek	0	0,255	0,247	0,246
			1SD	0,347	0,322	0,344
		İki	0	0,274	0,273	0,260
			1SD	0,383	0,327	0,404
	40%	Tek	0	0,340	0,328	0,331
			1SD	0,510	0,483	0,489
		İki	0	0,343	0,298	0,353
			1SD	0,320	0,279	0,326
	60%	Tek	0	0,357	0,328	0,355
			1SD	0,597	0,441	0,674
		İki	0	0,331	0,293	0,341
			1SD	0,678	0,375	0,843
1:2	20%	Tek	0	0,283	0,218	0,354
			1SD	0,430	0,211	0,656
		İki	0	0,300	0,221	0,386
			1SD	0,491	0,226	0,766
	40%	Tek	0	0,238	0,182	0,300
			1SD	0,504	0,336	0,705
		İki	0	0,255	0,192	0,326
			1SD	0,473	0,286	0,652
	60%	Tek	0	0,338	0,267	0,424
			1SD	0,609	0,276	0,932
		İki	0	0,328	0,239	0,421
			1SD	0,429	0,226	0,650

Tablo 6’da eşitlenmiş puanlar arasındaki farkı gösteren REMSD, RESDodak ve RESDreferans grup değişmezliği indislerine ait bulgular yer almakta olup bu üç indisin her bir koşul için aldığı değerler incelendiğinde alt grupların büyüklükleri oranı 1:1 iken üç indisin de benzer değerler aldığı, alt grupların büyüklükleri oranı 1:2 iken ise RESDreferans indisinin diğer indislerden daha yüksek değer aldığı görülmektedir. Ayrıca her bir koşul için en küçük grup değişmezliği indisi RESDodak indisi ile hesaplanmıştır. Tablo 6 incelendiğinde eşitlenmiş puanlar arasındaki farkın 0.182 ile 0.932 arasında değiştiği görülmektedir. Böylece grup değişmezliği indislerinin özellikle gruplar arası ortalama yetenek farkının 0 olduğu koşullarda 0.5 değerini geçmediği ya da çok aşmadığı gözlenmektedir. Böylece genel olarak çalışma grubu büyüklüğü N=3000 için her iki formda da DMF tanımlanması

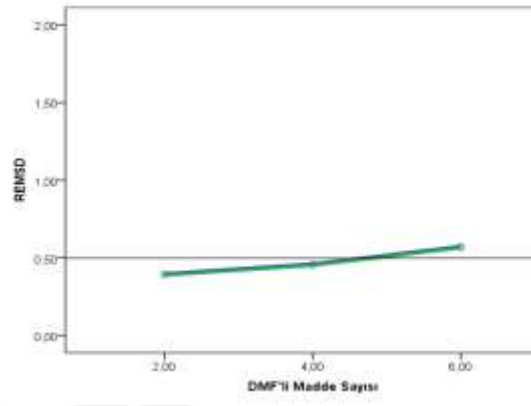
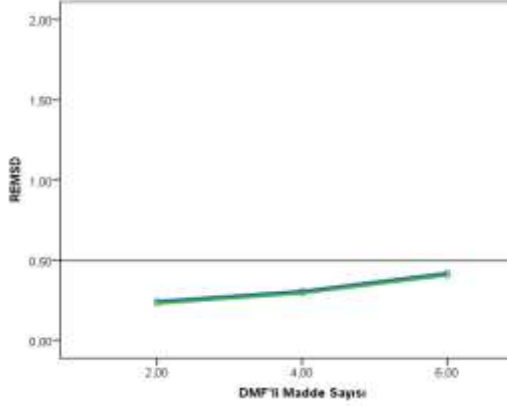
durumunda grup değişmezliğinin eşitleme için olumsuz bir durum oluşturmadığı yorumu yapılabilir. Eşitlenmiş puanlar arasındaki farkın en az olduğu koşul odak ve referans grupların büyüklükleri oranının 1:2, DMF gösteren ortak madde oranının %40, iki yönlü DMF'nin var olduğu, odak ve referans grup arasındaki ortalama yetenek farkının 0 olduğu koşuldur. Eşitlenmiş puanlar arasındaki farkın en fazla olduğu koşul ise; odak ve referans grupların büyüklükleri oranının 1:2, DMF gösteren ortak madde oranının %60, tek yönlü DMF'nin var olduğu ile odak ve referans grup arasındaki ortalama yetenek farkının 1 olarak alındığı koşul olduğu bulunmuştur. Tablo 6 incelendiğinde, gruplar arasındaki yetenek farkının 1 olduğu koşullardaki grup değişmezliği değerlerinin, 0 olduğu koşullardaki değerlerden daha büyük olduğu görülmektedir. Böylece gruplar arasındaki ortalama yetenek farkı arttıkça grup değişmezliği indisinin yani eşitlenmiş puanlar arasındaki farkın da artacağı yorumu yapılabilir Ancak Tablo 6'ya göre DMF gösteren ortak madde oranının artmasının ve DMF' nin tek yönlü ya da iki yönlü olmasının grup değişmezliği üzerinde bir etkisinin olmadığı söylenebilir. Ayrıca alt grupların büyüklükleri oranının da 1:1 ya da 1:2 olmasının da grup değişmezliği üzerinde bir etkisinin olmadığı söylenebilir. Özet olarak, çalışma grubu büyüklüğü N=3000 için DMF gösteren ortak maddelerin her iki formda da olduğu koşullarda grup değişmezliğini en çok etkileyen değişkenin odak ve referans grup arasındaki ortalama yetenek farkı olup; alt grupların büyüklükleri oranı, DMF gösteren ortak madde oranı ve DMF yönünün grup değişmezliği üzerinde herhangi bir etkisi olmadığı söylenebilir.

Çalışma grubu büyüklüğünün 3000 olarak alındığı, DMF'nin her iki formda da tanımladığı 24 koşula ait REMSD grup değişmezliği indislerine ilişkin grafikler Şekil 5'te verilmiştir.

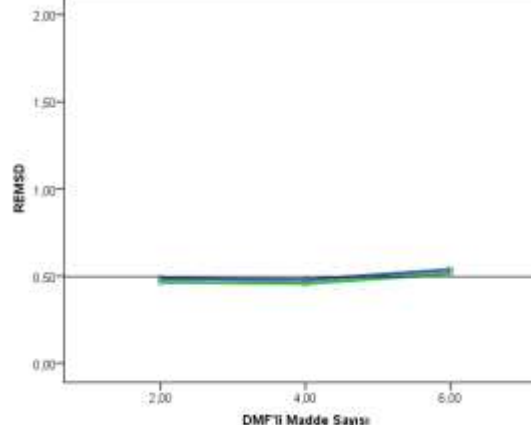
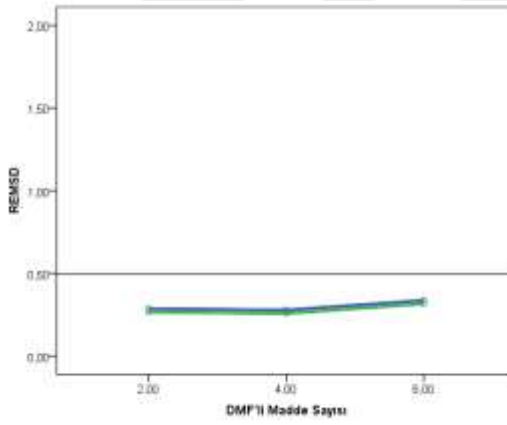
0

1 SD

1:1



1:2



DMF Yönü: -:Tek Yönlü, -:İki Yönlü

Şekil 5. Çalışma grubu büyüklüğü N=3000 için her iki formda da DMF görülmesi durumunda REMSD değerleri.

Şekil 5 incelendiğinde, 3000 çalışma grubu büyüklüğünde her iki formda da DMF tanımlanması durumunda gruplar arası ortalama yetenek farkının 1 SD olmasının DTM=0.5 açısından biraz sorun yarattığını söyleyebilir. Ayrıca DMF gösteren madde oranı ve DMF yönü değişse de benzer REMSD değerleri elde edilmiştir.

Çalışma grubu büyüklüğünün 3000 olarak alındığı DMF'nin ise sadece bir formda tanımlandığı 24 koşula ait toplam puan düzeyinde elde edilen grup değişmezliği indisleri Tablo 7' de verilmiştir.

Tablo 7.

*Çalışma Grubu Büyüklüğü N=3000 İçin Tek Bir Formda DMF Görülmesi
Durumunda Toplam Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği Indisleri*

Çalışma grubu Büyüklüğü Oranı	DMF Gösteren Ortak Madde Oranı	DMF Yönü	Gruplar Arası Ortalama Yetenek Farkı	REMSD	RESDod	RESDref
1:1	20%	Tek	0	1,096	1,052	1,130
		İki	1SD	0,976	0,831	1,068
		Tek	0	0,591	0,639	0,518
		İki	1SD	0,485	0,346	0,570
	40%	Tek	0	1,315	1,285	1,335
		İki	1SD	1,725	1,017	2,213
		Tek	0	0,506	0,312	0,626
		İki	1SD	0,848	0,947	0,725
	60%	Tek	0	2,153	2,238	2,059
		İki	1SD	1,714	1,519	1,861
		Tek	0	0,940	0,494	1,220
		İki	1SD	1,660	1,477	1,809
1:2	20%	Tek	0	0,653	0,434	0,942
		İki	1SD	0,890	0,547	1,296
		Tek	0	0,302	0,242	0,369
		İki	1SD	1,348	0,378	2,255
	40%	Tek	0	1,545	1,110	2,166
		İki	1SD	1,392	0,647	2,230
		Tek	0	0,521	0,421	0,635
		İki	1SD	1,096	1,136	0,919
	60%	Tek	0	1,851	1,564	2,324
		İki	1SD	1,916	0,977	3,026
		Tek	0	0,795	0,845	0,625
		İki	1SD	0,874	0,685	1,091

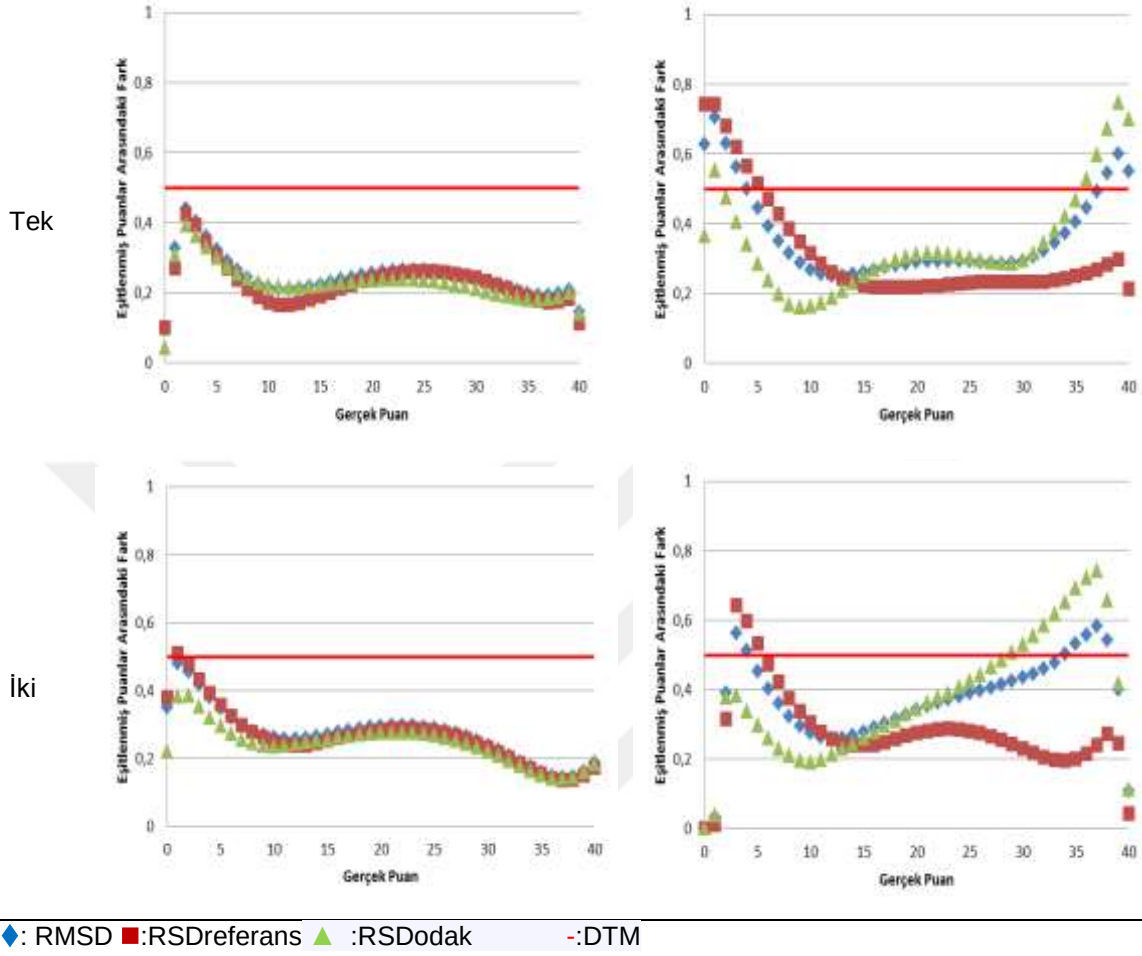
Tablo 7'de eşitlenmiş puanlar arasındaki farkı gösteren REMSD, RESDodak ve RESDreferans grup değişmezliği indislerine ait bulgular yer almakta olup bu üç indisin her bir koşul için aldığı değerler incelendiğinde alt grupların büyüklükleri oranı 1:1 iken grup değişmezliği indisleri benzer değerler almıştır. Alt grupların büyüklükleri oranı 1:2 olduğu koşullarda ise, RESDreferans indisinin diğer indislerden daha yüksek değer aldığı, en küçük grup değişmezliği değerinin ise

RESDodak indisi ile hesaplanmış olduğu görülmektedir. Gruplar arası ortalama yetenek farkı arttıkça özellikle alt grupların büyüklükleri oranı 1:2 olduğu koşullarda grup değişmezliği indislerinin aldığı değerler arasındaki fark da artmıştır. Tablo 7 incelendiğinde eşitlenmiş puanlar arasındaki farkın 0.242 ile 3.026 arasında değiştiği görülmektedir. Ayrıca tablodaki grup değişmezliği değerlerinden çoğunun DTM=0.5'ten büyük değerler almış olduğu gözlenmektedir. Böylece genel olarak çalışma grubu büyüklüğü 3000 iken tek bir formda DMF tanımlanması durumunda grup değişmezliğinin eşitleme için sorun teşkil edeceği yorumu yapılabilir. Eşitlenmiş puanlar arasındaki farkın en az olduğu koşul odak ve referans gruplarının alt grupların büyüklükleri oranının 1:2, DMF gösteren ortak madde oranının %20, iki yönlü DMF'nin var olduğu, odak ve referans grup arasındaki ortalama yetenek farkının 0 olduğu koşuldur. Eşitlenmiş puanlar arasındaki farkın en fazla olduğu koşul ise; odak ve referans gruplarının alt grupların büyüklükleri oranının 1:2, DMF gösteren ortak madde oranının %60, tek yönlü DMF'nin var olduğu ile odak ve referans grup arasındaki ortalama yetenek farkının 1 olarak alındığı koşul olduğu bulunmuştur. Tablo 7 incelendiğinde, DMF gösteren ortak madde oranının artması ile eşitlenmiş puanlar arasındaki farkın da artmış olduğu gözlenmektedir. Ayrıca DMF'nin tek yönlü olduğu koşullarda, iki yönlü olduğu koşullara göre grup değişmezliği değerlerinin arttığı, DMF'nin iki yönlü olmasının grup değişmezliği üzerinde olumlu bir etkisinin olduğu söylenebilir. Gruplar arasındaki yetenek farkının 1 olduğu koşullardaki grup değişmezliği değerlerinin, 0 olduğu koşullardaki değerlerden daha büyük olduğu görülmektedir. Böylece gruplar arasındaki ortalama yetenek farkı arttıkça grup değişmezliği değerinin yani eşitlenmiş puanlar arasındaki farkın da artacağı yorumu yapılabilir. Tablo 7'ye göre alt grupların büyüklükleri oranının da 1:2 olduğu koşullarda elde edilen grup değişmezliği değerlerinin 1:1 olduğu koşullara göre daha küçük şekilde elde edildiği söylenebilir. Özet olarak, 3000 çalışma grubu büyüklüğünde DMF gösteren ortak maddelerin tek bir formda olduğu koşullarda grup değişmezliğini en çok etkileyen değişkenin DMF yönünün olduğu söylenebilir. DMF gösteren ortak madde oranı ile odak ve referans grup arasındaki ortalama yetenek farkı da eşitlenmiş puanlar arasındaki farkı etkilenmekte olup, 3000 çalışma grubu büyüklüğünde DMF gösteren ortak maddelerin her iki formda da olduğu koşullarda alt grupların büyüklükleri oranının grup değişmezliği üzerindeki bir etkisinin diğer değişkenler daha az olduğu söylenebilir.

görülmektedir. DMF gösteren madde oranı arttıkça daha yüksek REMSD değerleri elde edilmiştir. Ayrıca tek yönlü DMF görülen koşullarda iki yönlü DMF görülen koşullara göre daha yüksek REMSD değerleri bulunmuştur. Gruplar arası yetenek farkının artması da daha yüksek REMSD grup değişmezliği değerlerinin elde edilmesine neden olmuştur.

Tablo 6, Tablo 7, Şekil 5 ve Şekil 6 birlikte incelenecek olursa çalışma grubu büyüklüğünün 3000 olduğu koşullarda DMF gösteren ortak maddelerin tek bir formda ya da her iki formda da olmasının grup değişmezliği üzerinde etkisi olduğu söylenebilir. DMF gösteren maddelerin tek bir formda olmağı durumunda eşitlenmiş puanlar arasındaki farklar artmış ve elde edilen bu değerlerin manidar olduğu bulunmuştur.

Çalışma grubu büyüklüğünün 3000 olarak alındığı 48 koşula ait toplam puan düzeyinde elde edilen grup değişmezliği değerleri bulguları ve bu bulgulara dayalı yorumlar verildikten sonra son olarak her bir gerçek puan düzeyinde değerler veren RMSD ve RSDk değerleri önce her iki formda da DMF içeren ortak maddelerin bulunduğu 24 koşula göre verilecektir. Her iki formda da DMF içeren ortak maddelerin bulunduğu koşullar için RMSD ve RSDk değerlerinin yer aldığı grafiklerin bir örneği Şekil 7’de ve diğerleri Ek-C’de yer almaktadır.



◆: RMSD ■: RSDreferans ▲: RSDodak -.: DTM

Şekil 7. Çalışma grubu büyüklüğü N=3000 için her iki formda DMF görülmesi durumunda alt grupların büyüklükleri oranının 1:1 ve DMF'li ortak madde oranının %20 olduğu koşullarda her bir puan düzeyinde elde edilen grup değişmezliği indisleri.

Şekil 7 ile Ek-C'de yer alan grafikler incelendiğinde eşitlenmiş puanlar arasındaki farkın 0 ile 1 arasında değiştiği görülmektedir. Şekiller incelendiğinde grup değişmezliği indisleri gruplar arasındaki yetenek farkının arttıkça daha büyük değer aldığı görülmektedir. Ayrıca gruplar arası ortalama yetenek farkı 0 iken grup değişmezliği indisleri benzer değerler almış iken, gruplar arası yetenek farkı arttıkça grup değişmezliği indislerinin de birbirinden daha uzak değerler almış olduğu belirlenmiştir. Ek olarak gruplar arası ortalama yetenek farkının 0 olduğu koşullarda elde edilen grup değişmezliği değerleri genellikle DTM=0.5 daha küçük şekilde elde edilmiştir. Böylece DMF gösteren ortak maddelerin her iki formda da olması

durumunda gruplar arası ortalama yetenek farkının 0 olduğu koşullarda toplam gruptaki eşitlemiş puan ile alt gruplardaki eşitlenmiş puanlar arasındaki farklılığın yani grup değışmezliğinin manidar olmadığı söylenebilir. Gruplar arası ortalama yetenek farkının 0 olduğu koşullarda gerçek puanın alt sınırlarında en yüksek grup değışmezliği değeri, gruplar arası ortalama yetenek farkının 1 SD olduğu her bir koşulda ise genel olarak gerçek puanın hem alt hem de üst uç noktalarında en yüksek grup değışmezliği değeri bulunmuştur. Diğer yandan, DMF gösteren ortak madde oranı ve DMF' nin tek yönlü ya da iki yönlü olmasının grup değışmezliği üzerinde çok fazla bir etkisinin olmadığı söylenebilir. Son olarak şekillere göre gruplar arası ortalama yetenek farkının 0 olduğu koşullarda alt grupların büyüklükleri oranı 1:2 iken alt grupların büyüklükleri oranı 1:1 olan koşullara göre RMSD(x), RSDreferans ve RSDodak değeri arasındaki fark artmıştır. Çalışma grubu büyüklüğü 1:1 olan koşullarda her bir gerçek puan için çok yakın RMSD(x), RSDreferans ve RSDodak değeri elde edilirken, çalışma grubu büyüklüğü 1:2 olan koşullarda her bir gerçek puan için elde edilen grup değışmezliği değeri büyüklüklerine göre RSDodak, RMSD ve RSDreferans olarak sıralanmaktadır.

Özet olarak, 3000 çalışma grubu büyüklüğünde DMF gösteren ortak maddelerin her iki formda da olduğu koşullarda grup değışmezliğini en çok etkileyen değışkenin odak ve referans grup arasındaki ortalama yetenek farkı olup, alt grupların büyüklükleri oranı da eşitlenmiş puanlar arasındaki farkı kısmen etkilemektedir. Ancak çalışma grubu büyüklüğü 3000 için DMF gösteren ortak maddelerin her iki formda da olduğu koşullarda DMF gösteren ortak madde oranı ve DMF yönü grup değışmezliği üzerinde herhangi bir etkisi olmadığı söylenebilir.

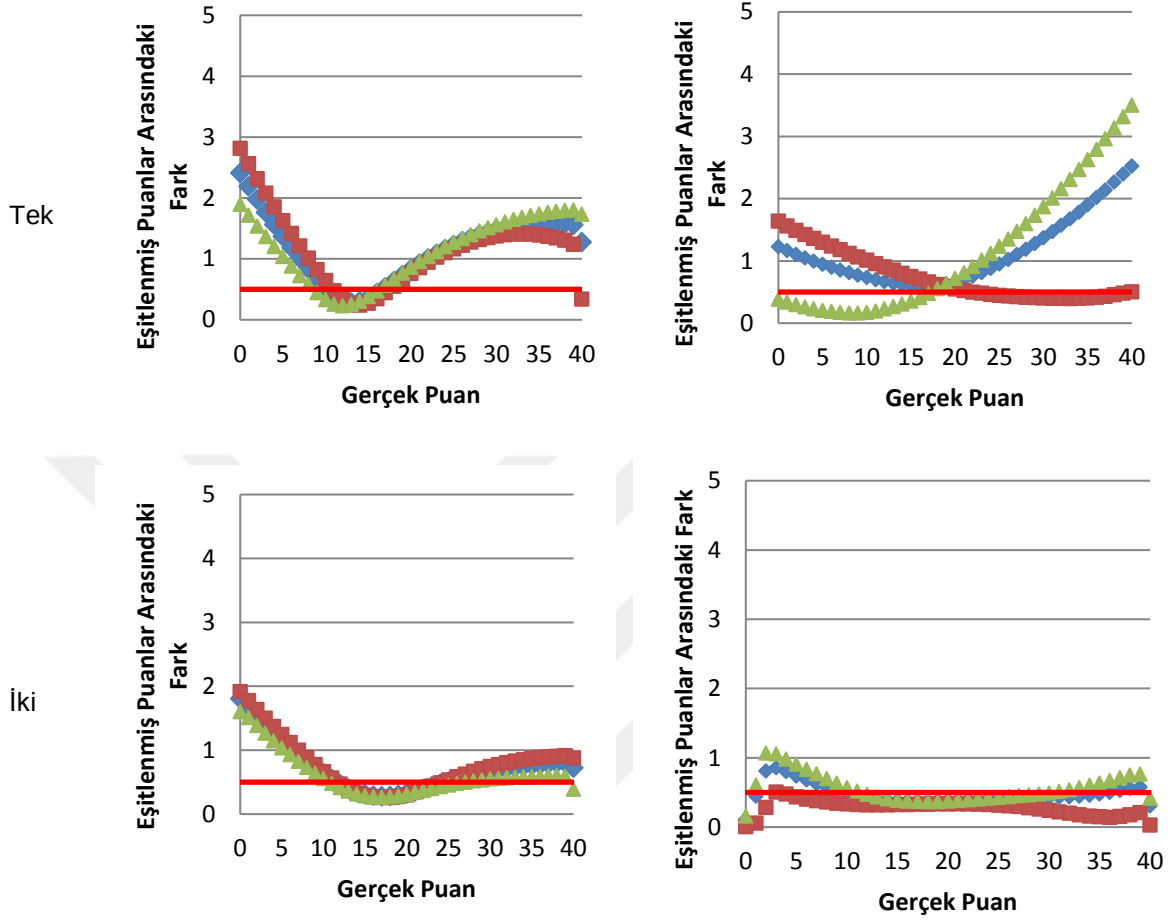
Çalışma grubu büyüklüğünün 3000 olarak alındığı ve tek bir formda DMF içeren ortak maddelerin bulunduğu 24 koşula göre RMSD ve RSDk değeri yer aldığı grafiklerin bir örneği Şekil 8'de ve diğeri Ek-Ç'de yer almaktadır.

DMF
Yönü

Gruplar Arası Ortalama Yetenek Farkı

0

1SD



◆: RMSD ■:RSDreferans ▲:RSDodak -:DTM

Şekil 8. Çalışma grubu büyüklüğü N=3000 için tek bir formda DMF görülmesi durumunda alt grupların büyüklükleri oranının 1:1 ve DMF’li ortak madde oranının %20 olduğu koşullarda her bir puan düzeyinde elde edilen grup değişmezliği indisleri.

Şekil 8 ile Ek-Ç’de yer alan grafikler incelendiğinde eşitlenmiş puanlar arasındaki farkın genelde 0 ile 5 arasında değiştiği görülmektedir. Ayrıca genellikle elde edilen grup değişmezliği değerlerinin DTM=0.5 değerinden büyük olduğu görülmektedir. Dolayısıyla DMF gösteren ortak maddelerin tek bir formda olması toplam gruptaki eşitlenmiş puan ile alt gruplardaki eşitlenmiş puanlar arasındaki farklılığın manidar olmasına neden olduğu söylenebilir. Şekiller incelendiğinde, DMF gösteren ortak madde oranı arttıkça eşitlenmiş puanlar arasındaki farklılığın da artmış olduğu gözlenmektedir. Ayrıca DMF’ nin tek yönlü ya da iki yönlü olmasının

grup değişmezliği üzerinde etkili olduğu söylenebilir. İki yönlü DMF'nin söz konusu olduğu her bir koşulda tek yönlü DMF'nin söz konusu olduğu koşullar ile karşılaştırıldığında daha küçük RMSD, RSDodak ve RSDreferans değerleri elde edilmiştir. Böylece eşitlenmiş puanlar arasındaki farkın DMF'nin iki yönlü olmasının tek yönlü olmasına göre azaldığı söylenebilir. Gruplar arası ortalama yetenek farkı, DMF gösteren maddelerin her iki formda da bulunduğu koşullarda grup değişmezliğini en çok etkileyen değişken olarak bulunmuştur. Gruplar arası ortalama yetenek farkının DMF gösteren maddelerin tek bir formda bulunduğu koşullarda ise diğer değişkenler kadar bir etkisinin olmadığı söylenebilir. Aynı şekilde, alt grupların büyüklükleri oranının da grup değişmezliği üzerinde DMF gösteren ortak madde oranı ve DMF yönü kadar etkisinin olmadığı görülmektedir.

Özet olarak, 3000 çalışma grubu büyüklüğünde DMF gösteren ortak maddelerin tek bir formda olduğu koşullarda grup değişmezliğini en çok etkileyen değişkenin DMF yönü ve DMF gösteren ortak madde oranı olup, alt grupların büyüklükleri oranı ile gruplar arasındaki ortalama yetenek farkı da eşitlenmiş puanlar arasındaki farkı kısmen etkilemektedir.

Son olarak eşitlemede grup değişmezliğinin ele alınan değişkenlere göre manidarlığını test etmek amacıyla varyans analizinden yararlanılmıştır. Daha önceki elde edilen bulgularda DMF gösteren ortak maddelerin tek bir formda ya da her iki formda da olması durumunda farklı sonuçlara ulaşıldığından yapılan varyans analizi de bu bulguları test etmek amacıyla yönelik yürütülmüştür. 3000 çalışma grubu büyüklüğünde REMSD, RESDodak ve RESDreferans grup değişmezliği değerlerine ait varyans analizi sonuçları Tablo 8'de yer almaktadır.

Tablo 8.

Çalışma Grubu Büyüklüğü N=3000 İçin Toplam Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği İndislerinin Çalışmada Ele Alınan Faktörlere Göre ANOVA Sonuçları

Grup Değişmezliği İndisleri	Faktörler		Her İki Formda da DMF'li Ortak Madde Varlığında			Tek bir Formda DMF'li Ortak Madde Varlığında		
			Ort.	F	η^2	Ort.	F	η^2
REMSD	Alt Grupların Büyüklükleri Oranı	1:1	0,395	0,392	-	1,167	32,980*	,014
		1:2	0,390			1,099		
	DMF Gösteren Ortak Madde Oranı	20%	0,345	66,546*	0.053	,793	588,34*	,330
		40%	0,373			1,119		
		60%	0,458			1,488		
	DMF Yönü	Tek Yönlü	0,401	6,432*	0.003	1,436	1517,7*	,388
		İki Yönlü	0,384			,831		
	Gruplar Arası Ortalama Yetenek Farkı	0	0,303	556,14*	0.189	1,022	328,12*	,121
		1 SD	0,481			1,244		
	Alt grupların büyüklükleri oranı	1:1	0,414	55,716*	0.051	1,261	10,366*	,004
		1:2	0,548			1,490		
RESDodak	DMF Gösteren Ortak Madde Oranı	20%	0,427	8,613*	0.047	1,019	306,88*	,204
		40%	0,435			1,356		
		60%	0,58			1,752		
	DMF Yönü	Tek Yönlü	0,484	0,442	-	1,804	1495,8*	,385
		İki Yönlü	0,477			,947		
	Gruplar Arası Ortalama Yetenek Farkı	0	0,341	227,29*	0.172	1,163	340,81*	,125
		1 SD	0,62			1,588		
	Alt grupların büyüklükleri oranı	1:1	0,333	110,71*	0.07	1,013	198,77*	,077
		1:2	0,24			,749		
	DMF Gösteren Ortak Madde Oranı	20%	0,256	1,678	-	,559	477,91*	,285
		40%	0,298			,859		
		60%	0,306			1,225		
RESReferans	DMF Yönü	Tek Yönlü	0,303	0,006	-	1,102	837,55*	,259
		İki Yönlü	0,27			,660		
	Gruplar Arası Ortalama Yetenek Farkı	0	0,257	69,592*	0.031	,886	18,562*	,008
		1 SD	0,316			,876		

(* $p < .05$)

Tablo 8 incelendiğinde, her iki formda da DMF gösteren ortak madde söz konusu iken RESDodak ve RESReferans grup değişmezliği değerlerinin her ikisinin

de DMF yönüne göre manidar farklılık göstermediği, RESDreferans değerinin aynı zamanda DMF gösteren ortak madde oranına göre de manidar farklılık göstermediği görülmektedir. REMSD grup değişmezliği ise sadece alt grupların büyüklükleri oranına göre manidar farklılık göstermemekte, çalışmada ele alınan diğer tüm değişkenlere göre ise manidar farklılık gösterdiği görülmektedir.

Her iki formda da DMF gösteren ortak madde söz konusu iken, DMF gösteren ortak madde oranı arttıkça manidar şekilde REMSD grup değişmezliği indisi de artmaktadır. REMSD grup değişmezliği indisinin DMF gösteren ortak madde oranına göre gösterdiği manidar farklılığın hangi alt gruplar arasında olduğunu belirlemek için yapılan Post Hoc testine göre ise DMF gösteren ortak madde oranı değişkeninin tüm ikili alt grup karşılaştırmalarında manidar fark olduğu belirlenmiştir. REMSD grup değişmezliği, tek yönlü DMF'nin söz konusu olduğu koşullarda iki yönlü DMF'nin söz konusu olduğu koşullara göre manidar olarak daha büyük değer aldığı görülmektedir. Ayrıca gruplar arası yetenek farkının 0 olduğu koşullar, gruplar arası yetenek farkının 1 olduğu koşullara göre daha küçük REMSD değerleri hesaplanmıştır.

Her iki formda da DMF gösteren ortak madde söz konusu iken, DMF gösteren ortak madde oranı arttıkça manidar şekilde RESDodak grup değişmezliği indisi de artmaktadır. RESDodak grup değişmezliği indisinin DMF gösteren ortak madde oranına göre gösterdiği manidar farklılığın hangi alt gruplar arasında olduğunu belirlemek için yapılan Post Hoc testine göre ise DMF gösteren ortak madde oranı %20 ile %40 olmasının manidar farklılığa neden olmadığı; %20 ile %60 ve %40 ile %60 arasında manidar fark olduğu belirlenmiştir. Ayrıca gruplar arası yetenek farkının 0 olduğu koşullar, gruplar arası yetenek farkının 1 olduğu koşullara göre daha küçük RESDodak değerleri hesaplanmıştır. Diğer yandan RESDodak grup değişmezliği, alt grupların büyüklükleri oranı 1:2 olduğu koşullarda alt grupların büyüklükleri oranı 1:1 olduğu koşullara göre manidar olarak daha büyük değer aldığı görülmektedir.

Her iki formda da DMF gösteren ortak madde söz konusu iken, RESDreferans grup değişmezliği, DMF gösteren ortak madde oranı arttıkça manidar olmayan şekilde RESDreferans grup değişmezliği indisi artmaktadır. RESDreferans grup değişmezliği indisinin DMF gösteren ortak madde oranına göre hangi alt gruplar arasında manidar farklılık olup olmadığını belirlemek için yapılan

Post Hoc testine göre ise DMF gösteren ortak madde oranı %40 ile %60 olmasının manidar farklılığa neden olmadığı; %20 ile %40 ve %20 ile %60 arasında manidar fark olduğu belirlenmiştir. Ayrıca gruplar arası yetenek farkının 0 olduğu koşullar, gruplar arası yetenek farkının 1 olduğu koşullara göre daha küçük RESDreferans değerleri hesaplanmıştır. Diğer yandan alt grupların büyüklükleri oranı 1:2 olduğu koşullarda alt grupların büyüklükleri oranı 1:1 olduğu koşullara göre manidar olarak daha küçük değer aldığı görülmektedir.

Tablo 8'deki etki büyüklükleri incelendiğinde her iki formda da DMF gösteren ortak madde söz konusu iken grup değişmezliğinde manidar etkisi bulunan değişkenlerin etki büyüklükleri için geliştirmiş olduğu sınıflamaya göre her iki formda da DMF gösteren ortak madde söz konusu iken sadece gruplar arası ortalama yetenek farkının grup değişmezliği üzerinde çok etkili olduğu söylenebilir.

Tablo 8 incelendiğinde, tek bir formda DMF gösteren ortak madde söz konusu iken bütün grup değişmezliği değerlerinin çalışmada ele alınan tüm değişkenlere göre manidar farklılık gösterdiği görülmektedir.

Tek bir formda DMF gösteren ortak madde söz konusu iken, DMF gösteren ortak madde oranı arttıkça manidar şekilde REMSD grup değişmezliği indisi de artmaktadır. REMSD grup değişmezliği indisinin DMF gösteren ortak madde oranına göre gösterdiği manidar farklılığın hangi alt gruplar arasında olduğunu belirlemek için yapılan Post Hoc testine göre ise DMF gösteren ortak madde oranı değişkeninin tüm ikili alt grup karşılaştırmalarında manidar fark olduğu belirlenmiştir. REMSD grup değişmezliği, tek yönlü DMF'nin söz konusu olduğu koşullarda iki yönlü DMF'nin söz konusu olduğu koşullara göre manidar olarak daha büyük değer aldığı görülmektedir. Ayrıca gruplar arası yetenek farkının 0 olduğu koşullar, gruplar arası yetenek farkının 1 olduğu koşullara göre daha küçük REMSD değerleri hesaplanmıştır. Diğer yandan REMSD grup değişmezliği indisi, alt grupların büyüklükleri oranı 1:2 olduğu koşullarda alt grupların büyüklükleri oranı 1:1 olduğu koşullara göre manidar olarak daha küçük değer aldığı görülmektedir.

Tek bir formda DMF gösteren ortak madde söz konusu iken DMF gösteren ortak madde oranı arttıkça manidar şekilde RESDodak grup değişmezliği indisi de artmaktadır. RESDodak grup değişmezliği indisinin DMF gösteren ortak madde oranına göre gösterdiği manidar farklılığın hangi alt gruplar arasında olduğunu

belirlemek için yapılan Post Hoc testine göre ise DMF gösteren ortak madde oranı değişkeninin tüm ikili alt grup karşılaştırmalarında manidar fark olduğu belirlenmiştir. RESDodak grup değişmezliği, tek yönlü DMF'nin söz konusu olduğu koşullarda iki yönlü DMF'nin söz konusu olduğu koşullara göre manidar olarak daha büyük değer aldığı görülmektedir. Ayrıca gruplar arası yetenek farkının 0 olduğu koşullar, gruplar arası yetenek farkının 1 olduğu koşullara göre daha küçük RESDodak değerleri hesaplanmıştır. Diğer yandan RESDodak grup değişmezliğinin, alt grupların büyüklükleri oranı 1:2 olduğu koşullarda alt grupların büyüklükleri oranı 1:1 olduğu koşullara göre manidar olarak daha büyük değer aldığı görülmektedir.

Tek bir formda DMF gösteren ortak madde söz konusu iken, DMF gösteren ortak madde oranı arttıkça manidar olmayan şekilde RESDreferans grup değişmezliği indisi artmaktadır. RESDreferans grup değişmezliği indisinin DMF gösteren ortak madde oranına göre hangi alt gruplar arasında manidar farklılık olup olmadığını belirlemek için yapılan Post Hoc testine göre DMF gösteren ortak madde oranı değişkeninin tüm ikili alt grup karşılaştırmalarında manidar fark olduğu belirlenmiştir. RESDreferans grup değişmezliği, tek yönlü DMF'nin söz konusu olduğu koşullarda iki yönlü DMF'nin söz konusu olduğu koşullara göre manidar olarak daha büyük değer aldığı görülmektedir. Ayrıca gruplar arası yetenek farkının 0 olduğu koşullar, gruplar arası yetenek farkının 1 olduğu koşullara göre daha küçük RESDreferans değerleri hesaplanmıştır. Diğer yandan RESDreferans grup değişmezliği, alt grupların büyüklükleri oranı 1:2 olduğu koşullarda alt grupların büyüklükleri oranı 1:1 olduğu koşullara göre manidar olarak daha küçük değer aldığı görülmektedir.

Tek bir formda DMF gösteren ortak madde söz konusu iken grup değişmezliğinde manidar etkisi bulunan değişkenlerin etki büyüklükleri her iki formda da DMF gösteren ortak maddenin söz konusu olduğu durumlara göre daha büyüktür. Özellikle DMF gösteren madde oranı ve DMF yönü tek bir formda DMF gösteren ortak madde söz konusu iken grup değişmezliği üzerinde çok etkilidir. Ancak, DMF gösteren ortak maddelerin tek bir formda olması durumunda grup değişmezliği gruplar arası ortalama yetenek farkından çok etkilenmekle birlikte, iki formda da olması durumu ile karşılaştırıldığında daha az etkilenmektedir.

Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Araştırmada ele alınan tüm koşullarda yapılan eşitlemeler için grup değişmezliği değerleri nasıl değişmektedir?

Bu alt problemin çözümünde tüm koşullarda elde edilen REMSD, RESDodak ve RESDreferans grup değişmezliği değerleri eşitlemenin doğruluğunu belirlemek ve performansını değerlendirmek üzere çalışmada ele alınan faktörlere göre varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi sonucundan elde edilen etki büyüklüklerinin yorumlanmasında Cohen (1992) tarafından 0.01=küçük, 0.06=orta ve 0.13=büyük şeklinde geliştirilen sınıflama dan yararlanılmıştır. İlk olarak REMSD grup değişmezliği değerlerinin çalışmada ele alınan tüm faktörlere göre varyans analizi sonuçları Tablo 9'da yer almaktadır.

Tablo 9.

REMSD Grup Değişmezliği İndisinin Çalışmada Ele Alınan Faktörlere Göre ANOVA Sonuçları

Faktörler		Ort.	F	η^2
Çalışma Grubu Büyüklüğü	1500	0,833	186,907*	0,019
	3000	0,763		
	20%	0,606		
DMF Gösteren Ortak Madde Oranı	40%	0,790	693,237*	0,127
	60%	0,996		
DMF Yönü	Tek Yönlü	0,965	1411,710*	0,129
	İki Yönlü	0,630		
DMF Gösteren Ortak Maddelerin Bulunduğu Form	Tek Bir Form	1,148	9955,451*	0,510
	Her İki Form	0,448		
Alt Grupların Büyüklükleri Oranı	1:1	0,830	66,754*	0,007
	1:2	0,766		
Gruplar Arası Ortalama Yetenek Farkı	0	0,700	1352,987*	0,124
	1 SD	0,895		

(* $p<.05$)

Tablo 9 incelendiğinde, REMSD grup değişmezliğinin çalışmada ele alınan tüm değişkenlere göre manidar farklılık gösterdiği görülmektedir. Çalışma grubu büyüklüğü arttıkça REMSD grup değişmezliği indisinin manidar olarak azaldığı

görülmektedir. Ayrıca, DMF gösteren ortak madde oranı arttıkça ise manidar şekilde REMSD grup değişmezliği indisi de artmaktadır. REMSD grup değişmezliği indisinin DMF gösteren ortak madde oranına göre gösterdiği manidar farklılığın hangi alt gruplar arasında olduğunu belirlemek için yapılan Post Hoc testine göre ise DMF gösteren ortak madde oranı değişkeninin tüm ikili alt grup karşılaştırmalarında manidar fark olduğu belirlenmiştir. REMSD grup değişmezliği, tek yönlü DMF'nin söz konusu olduğu koşullarda iki yönlü DMF'nin söz konusu olduğu koşullara göre manidar olarak daha büyük değer aldığı görülmektedir. Ayrıca gruplar arası yetenek farkının 0 olduğu koşullar, gruplar arası yetenek farkının 1 olduğu koşullara göre daha küçük REMSD değerleri hesaplanmıştır.

Tablo 9'daki etki büyüklükleri incelendiğinde Cohen (1992) etki büyüklükleri için geliştirdiği sınıflamaya göre REMSD grup değişmezliği üzerinde alt grupların büyüklükleri oranının etkisinin önemsiz; çalışma grubu büyüklüğünün etkisinin küçük; DMF gösteren ortak madde oranı, DMF yönü ile gruplar arası ortalama yetenek farkının etkisinin orta ve son olarak DMF gösteren ortak maddelerin bulunduğu formun etkisinin büyük olduğu söylenebilir.

RESDodak grup değişmezliği değerlerinin çalışmada ele alınan tüm faktörlere göre varyans analizi sonuçları Tablo 10'da yer almaktadır.

Tablo 10.

RESDodak Grup Değişmezliği İndisinin Çalışmada Ele Alınan Faktörlere Göre ANOVA Sonuçları

Faktörler		Ort.	F	η^2
Çalışma Grubu Büyüklüğü	1500	1,021	145,280*	0,014
	3000	0,928		
DMF Gösteren Ortak Madde Oranı	20%	0,764	384,096*	0,074
	40%	0,965		
	60%	1,194		
DMF Yönü	Tek Yönlü	1,211	1241,526*	0,114
	İki Yönlü	0,737		
DMF Gösteren Ortak Maddelerin Bulunduğu Form	Tek Bir Form	1,401	6627,690*	0,409
	Her İki Form	0,547		
Alt Grupların Büyüklükleri Oranı	1:1	0,886	243,687*	0,024
	1:2	1,063		
Gruplar Arası Ortalama Yetenek Farkı	0	0,806	1280,330*	0,117
	1 SD	1,143		

(* $p < .05$)

Tablo 10 incelendiğinde, RESDodak grup değişmezliğinin çalışmada ele alınan tüm değişkenlere göre manidar farklılık gösterdiği görülmektedir. Tablo 10'da çalışma grubu büyüklüğü arttıkça RESDodak grup değişmezliği indisi manidar olarak azalmıştır. DMF gösteren ortak madde oranı arttıkça ise manidar şekilde RESDodak grup değişmezliği indisi de artmaktadır. RESDodak grup değişmezliği indisinin DMF gösteren ortak madde oranına göre gösterdiği manidar farklılığın hangi alt gruplar arasında olduğunu belirlemek için yapılan Post Hoc testine göre ise DMF gösteren ortak madde oranı değişkeninin tüm ikili alt grup karşılaştırmalarında manidar fark olduğu belirlenmiştir. RESDodak grup değişmezliği, tek yönlü DMF'nin söz konusu olduğu koşullarda iki yönlü DMF'nin söz konusu olduğu koşullara göre manidar olarak daha büyük değer aldığı görülmektedir. Ayrıca gruplar arası yetenek farkının 0 olduğu koşullar, gruplar arası yetenek farkının 1 olduğu koşullara göre daha küçük RESDodak değerleri hesaplanmıştır.

Tablo 10’ daki etki büyüklükleri incelendiğinde Cohen (1992) etki büyüklükleri için geliştirdiği sınıflamaya göre RESDodak grup değişmezliği üzerinde çalışma grubu büyüklüğü ile alt grupların büyüklükleri oranının etkisinin küçük; DMF gösteren ortak madde oranı, DMF yönü ile gruplar arası ortalama yetenek farkının etkisinin orta ve son olarak DMF gösteren ortak maddelerin bulunduğu formun etkisinin büyük olduğu söylenebilir.

RESDreferans grup değişmezliği değerlerinin çalışmada ele alınan tüm faktörlere göre varyans analizi sonuçları Tablo 11’de sunulmaktadır.

Tablo 11.

RESDreferans Grup Değişmezliği İndisinin Çalışmada Ele Alınan Faktörlere Göre ANOVA Sonuçları

Faktörler		Ort.	F	η^2
Çalışma Grubu Büyüklüğü	1500	0,624	91,579*	0,009
	3000	0,583		
DMF Gösteren Ortak Madde Oranı	20%	0,421	527,444*	0,099
	40%	0,606		
	60%	0,784		
DMF Yönü	Tek Yönlü	0,721	875,454*	0,083
	İki Yönlü	0,487		
DMF Gösteren Ortak Maddelerin Bulunduğu Form	Tek Bir Form	0,881	6497,698*	0,404
	Her İki Form	0,326		
Alt Grupların Büyüklükleri Oranı	1:1	0,704	716,452*	0,069
	1:2	0,503		
Gruplar Arası Ortalama Yetenek Farkı	0	0,599	101,726*	0,010
	1 SD	0,609		

(* $p < .05$)

Tablo 11 incelendiğinde, RESDodak grup değişmezliği indisinin çalışmada ele alınan tüm değişkenlere göre manidar farklılık gösterdiği görülmektedir. Ayrıca Tablo 10’da çalışma grubu büyüklüğü arttıkça RESDreferans grup değişmezliği indisi manidar olarak azalmaktadır. DMF gösteren ortak madde oranı arttıkça ise manidar şekilde RESDreferans grup değişmezliği indisi de artmaktadır. RESDreferans grup değişmezliği indisinin DMF gösteren ortak madde oranına göre gösterdiği manidar farklılığın hangi alt gruplar arasında olduğunu belirlemek için yapılan Post Hoc testine göre ise DMF gösteren ortak madde oranı değişkeninin

tüm ikili alt grup karşılaştırmalarında manidar fark olduğu belirlenmiştir. RESDreferans grup değişmezliği, tek yönlü DMF'nin söz konusu olduğu koşullarda iki yönlü DMF'nin söz konusu olduğu koşullara göre manidar olarak daha büyük değer aldığı görülmektedir. Ayrıca gruplar arası yetenek farkının 0 olduğu koşullar, gruplar arası yetenek farkının 1 olduğu koşullara göre daha küçük RESDreferans değerleri hesaplanmıştır.

Tablo 11'deki etki büyüklükleri incelendiğinde Cohen (1992) etki büyüklükleri için geliştirdiği sınıflamaya göre RESDreferans grup değişmezliği üzerinde çalışma grubu büyüklüğünün etkisinin önemsiz; gruplar arası ortalama yetenek farkının etkisinin küçük; alt grupların büyüklükleri oranı, DMF gösteren ortak madde oranı ile DMF yönü etkisinin orta ve son olarak DMF gösteren ortak maddelerin bulunduğu formun etkisinin büyük olduğu söylenebilir.

Bölüm 5

Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Bu bölümde araştırmanın bulgu ve yorumlarına dayalı olarak ulaşılan sonuçların özetine ve bu sonuçlardan yola çıkarak geliştirilen önerilere yer verilmiştir.

Sonuç ve Tartışma

Bu araştırma kapsamında ortak maddelerin DMF göstermesi durumunda, DMF gösteren maddelerin farklı çalışma grubu büyüklüklerinde test eşitlemede grup değişmezliğini nasıl etkilediği incelenmiştir. Bu kapsam doğrultusunda eşitlemenin grup değişmezliğini incelemek için ele alınan değişkenler çalışma grubu büyüklüğü, alt grupların büyüklükleri oranı, DMF gösteren maddelerin bulunduğu form, DMF gösteren madde oranı, DMF yönü ve gruplar arası ortalama yetenek farkıdır. Ele alınan değişkenler doğrultusunda veriler üretilmiş ve hangi yöntemin eşitlemeyi olumsuz anlamda daha az etkilediği incelenmiştir. Bu amaçla, eşitlemenin doğruluğu grup değişmezliği açısından ele alınıp, bu doğrultuda standartlaştırılmamış REMSD, RESD_k, RMSD(x), ve RSD_k(x) indislerinden yararlanılmıştır. Araştırmada elde sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

Huggins (2012, 2014) araştırmasında grup değişmezliğini en çok etkileyen değişkenin DMF gösteren ortak maddelerin tek bir formda ya da her iki formda da tanımlanmış olması olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmada da benzer şekilde, ortak maddelerde DMF görülmesi durumunda test eşitlemede grup değişmezliğini en çok etkileyen faktörün DMF gösteren ortak maddelerin bulunduğu form değişkeni olduğu bulunmuştur. DMF gösteren ortak maddelerin tek bir formda olması durumu her iki formda da olması durumuna göre DMF'nin eşitlemede grup değişmezliğine olumsuz anlamda etkilemesine neden olmaktadır. Ortak maddelerde DMF görülmesi durumunda eğer eşitlenecek her iki formdaki ortak maddeler DMF'li ise, DMF altında oluşturulan değişkenlerin yani DMF gösteren madde oranı ve DMF yönünün test eşitlemede grup değişmezliğini etkilemediği; ancak eğer eşitlenecek iki formun sadece tek birinde ortak maddeler DMF'li ise, DMF altında oluşturulan değişkenlerin yani DMF gösteren madde oranı ve DMF yönünün test eşitlemede grup değişmezliğini etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç da Huggins (2012) araştırmasında elde ettiği bulgular ile tutarlıdır. Ortak maddelerde DMF görülmesi

durumunda eşitlenecek her iki formdaki ortak maddeler DMF'li ise grup değişmezliğini en çok etkileyen faktör odak ve referans grup arasındaki ortalama yetenek farkı iken; eşitlenecek iki formun sadece tek birinde ortak maddeler DMF'li ise grup değişmezliğini en çok etkileyen faktör DMF yönü olmuştur. Gruplar arasındaki ortalama yetenek farkının artması eşitlenmiş puanlar arasındaki farklılığın yani grup değişmezliğinin aldığı değerlerin de manidar şekilde artmasına neden olmaktadır. Huang (2010) tarafından yapılan araştırmada gerçek veri üzerinde farklı yetenek gruplarında yürüttüğü eşitleme çalışmasında grup değişmezliğinin çalışmasını yürüttüğü farklı yetenek gruplarında değişmediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmada elde edilen farklılığın çalışmada ele alınan koşullardan kaynaklanmış olabileceğini söyleyebiliriz.

DMF gösteren ortak maddelerin tek bir formda görülmesi durumunda tek yönlü DMF'nin, iki yönlü DMF'nin mevcut olduğu koşullara göre eşitlenmiş puanlar arasında daha yüksek farklılık elde edilmiştir. Başka bir deyişle, DMF gösteren ortak maddelerin tek bir formda görülmesi durumunda tek yönlü DMF'nin, iki yönlü DMF'nin mevcut olduğu koşullara göre manidar olarak daha yüksek grup değişmezliği değerleri hesaplanmıştır. Huggins (2012) tarafından yapılan araştırmada da DMF gösteren ortak maddelerin tek bir formda olduğu durumlarda grup değişmezliğini en çok etkileyen değişkenin DMF yönü olduğunu görülmektedir. DMF yönünün grup değişmezliğini en çok etkileyen değişken olmasının nedeni iki yönlü DMF de maddelerin bir bölümünde odak grup bir bölümünde de referans grup lehine DMF tanımlandığı için tek yönlü DMF ile karşılaştırıldığında form düzeyinde daha az DMF'ye neden olması olabilir (Drasgow, 1987; Nandakamur, 1993; Penfield ve Camilli, 2007).

DMF gösteren ortak maddelerin tek bir formda görülmesi durumunda DMF gösteren ortak madde oranı arttıkça manidar olarak daha yüksek grup değişmezliği değerleri hesaplanmıştır. Başka bir deyişle, DMF gösteren ortak maddelerin oranının artmasıyla eşitlenmiş puanlar arasındaki farklılık da artmıştır. Ulaşılan bu sonuç Han (2008) ve Huggins (2012, 2014) tarafından yapılan araştırmalarda elde edilen bulgularla tutarlılık göstermektedir.

Çalışma grubu büyüklüğü, eşitleme ile ilgili yapılan çalışmalarda en çok kullanılan değişkenlerden biridir. Alanyazında çeşitli araştırmalarla çalışma grubu büyüklüğü arttıkça daha az hatalı eşitleme sonuçlarına ulaşılabileceği ortaya konmuştur

(Hanson ve Beguin, 2002; Cui ve Kolen, 2008; Zhao, 2008). Test eşitlemenin performansını eşitleme hatası ile inceleyen bu çalışmalara benzer olarak eşitlemenin performansı grup değişmezliği açısından değerlendirildiği bu çalışma tutarlı bulgu vermiştir.

Çalışma grubu büyüklüğü arttıkça manidar olarak daha düşük grup değişmezliği değerleri elde edilmiştir. Çalışma grubu büyüklüğünün eşitlemede grup değişmezliğini etkilemesinin yanında alt grup büyüklükleri de grup değişmezliğini etkilemektedir. Özellikle RMSD ve REMSD istatistiklerinin alt grupların çalışma grubu büyüklüğünden çok fazla etkilendikleri çeşitli araştırmalarda belirtilmiştir (Yang, Dorans ve Tateneni, 2003; Yang ,2004). Kim (2006) tarafından yapılan araştırma sonucunda da alt grupların büyüklükleri oranının grup değişmezliği indislerinin aldığı değerleri etkilediğine ulaşılmıştır. RMSD ve REMSD grup değişmezliği indisleri alt grupların büyüklükleri birbirine yakın ise grup değişmezliğini belirlemede problemsizce kullanılabilir. Ancak bir alt grubun büyüklüğü diğerinden çok fazla ise RMSD ve REMSD grup değişmezliği indisleri hatalı grup değişmezliği sonuçlarına götürecek şekilde çok küçük elde edilecektir. Bundan sakınmak için her bir alt gruba ait eşitleme fonksiyonu ile toplam gruba ait eşitleme fonksiyonlarını karşılaştıran RSDk ve RESDk grup değişmezliği indisleri hesaplanırsa örneklem büyüklüğü daha fazla olan alt grup için örneklem büyüklüğü daha az olan gruba göre daha küçük grup değişmezliği değerleri elde edildiği görülecektir (Yang, 2004; Kim, 2006). Bu araştırmada da eşitlenmiş puanlar arasındaki farkı gösteren REMSD, RESD_{odak} ve RESD_{referans} grup değişmezliği indislerinin alt grupların büyüklükleri oranı 1:1 iken benzer değerler aldığı, alt grupların büyüklükleri oranı 1:2 iken ise RESD_{referans} indisinin diğer indislerden daha yüksek değer aldığı görülmektedir. Ayrıca odak ve referans grup arasındaki yetenek farkı da grup değişmezliği indislerinin daha benzer ya da daha farklı değerler almasına neden olmuştur. Gruplar arası yetenek farkı yok iken grup değişmezliği indisleri daha benzer değerler alırken, gruplar arası yetenek farkının artması grup değişmezliği indisleri arasındaki farkın da artmasına yol açmıştır.

Öneriler

Bu çalışmanın, DMF ve test eşitleme çalışmaları yapacak araştırmacılara yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Uygulayıcılara Yönelik Öneriler

- Bu araştırmadan elde edilen bulgulara dayanarak, geniş çalışma gruplarında DMF'nin test eşitlemede grup değişmezliğini olumsuz anlamda daha az etkilediği için daha büyük bir çalışma grubu seçilmesini önerilebilir.
- Alt grupların örneklem büyüklükleri birbirinden farklı ise test eşitlemede grup değişmezliğini belirlemek için RMSD ve REMSD indislerinin yanında her bir alt gruba ait eşitleme fonksiyonu ile toplam gruba ait eşitleme fonksiyonlarını karşılaştıran RSDk ve RESDk grup değişmezliği indisleri de bir seçenek olarak düşünülebilir.
- Test eşitleme çalışmasına başlanmadan önce DMF gösteren maddeleri belirlemek ve gerekirse silmek için DMF analizi yürütmek gerekmektedir. Ancak iyi yapılandırılmış bir test testten DMF gösteren maddelerin silinmesi testin yapı geçerliliğinin düşmesine ve yetenek parametre kestirimlerindeki hatanın artmasına neden olacağı için özellikle DMF'nin her iki formda da görülmesi durumunda eşitleme için grup değişmezliği açısından çok sorun teşkil etmediği göz önüne alınabilir.

İleri Araştırmalara Yönelik Öneriler

- Bu çalışmada veriler 3 parametrelili lojistik modele göre üretilerek eşitleme yapılmıştır. Farklı modellere göre veri üretilip farklı çalışmalar oluşturulabilir.
- Bu çalışmada eşitleme sürecinde denk gruplarda ortak test deseninden yararlanılmıştır. Farklı eşitleme desenlerinde ortak maddelerde DMF görülmesi durumunda test eşitlemenin grup değişmezliği çalışması yürütülebilir.

- Bu çalışmada ortak maddelerde DMF görülmesi durumu ele alınmıştır. Eşitlenecek testte DMF gösteren maddelerin yer alması durumunda da test eşitlemede grup değişmezliğinin nasıl değiştiği incelenebilir.
- Bu çalışmada test uzunluğu geniş ölçekli sınavların test uzunluğu dikkate alınarak 40 madde şeklinde ele alınmıştır. Farklı test uzunluklarında ortak maddelerde DMF görülmesi durumunda test eşitlemenin grup değişmezliği incelenebilir.
- Bu çalışmada çalışma grubu büyüklüğü 1500 ve 3000 olarak ele alınmıştır. Daha geniş çalışma grubu büyüklüklerinde ortak maddelerde DMF görülmesi durumunda test eşitlemenin grup değişmezliği araştırılabilir.
- Bu çalışmada test eşitleme sürecinde ortalama sigma yöntemi ve MTK gerçek puan eşitlemeden yararlanılmıştır. Farklı eşitleme yöntemleri ile ortak maddelerde DMF görülmesi durumunda test eşitlemenin grup değişmezliğinin nasıl değiştiği karşılaştırılabilir.
- Bu çalışmada DMF gösteren ortak maddelerin test eşitlemenin grup değişmezliğine etkisi simülasyon verisi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Benzer şekilde gerçek bir veri setinde ya da simülasyon çalışması ile birlikte gerçek veri seti kullanılarak ortak maddelerde DMF görülmesi durumunda test eşitlemenin grup değişmezliğini nasıl etkilediği hususunda bir çalışma yapılması önerilebilir.

Kaynaklar

- Angoff, W.H. (1971). Scales, norms, and equivalent scores. In R.L. Thorndike (Ed.), *Educational Measurement* (2nd ed., pp. 508-600). Washington, D.C: American Council on Education
- Angoff, W.H. (1984). *Scales, norms, and equivalent scores*. Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- Angoff, W. H., & Cook, L. L. (1988). *Equating the scores of the Prueba de Aptitud Academica and the Scholastic Aptitude Test* (College Board Report No. 88-2). New York: College Entrance Examination Board.
- Atalay Kabasakal, K. (2014). *Değişen madde fonksiyonunun test eşitlemeye etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara: Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Atar, B. (2007). *Differential item functioning analyses for mixed response data using irt likelihood-ratio test, logistic regression, and gllamm procedures*. Unpublished doctorate dissertation, The Florida State University.
- Baker, F.B. (2001). *The basics of item response theory*. ERIC Clearinghouse on Assessment and Evaluation, University of Maryland, College Park, MD.
- Bolt, D.M. (1999). Evaluating the effects of multidimensionality on IRT true-score equating. *Applied Measurement in Education*, 12, 383-407.
- Brennan, R.L. (2008). A discussion of population invariance. *Applied Psychological Measurement*, 32, 102-114.
- Camilli, G., & Shepard L. A. (1994). *Methods for Identifying Biased Test Items*, CA: SAGE Publications.
- Cook, L. L., & Eignor, D. R. (1991). An NCME module on IRT Equating methods. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 10(3), 191-199.
- Chu, K. L. (2002). Equivalent group test equating with the presence of differential item functioning. Unpublished doctorate dissertation, The Florida State University.

- Chu, K. L., & Kamata, A. (2005). Test equating in the presence of dif items. *Journal of Applied Measurement. Special Issue: The Multilevel Measurement Model*, 6(3), 342-354.
- Clauser, B. E., & Mazor, K. M. (1998). Using statistical procedures to identify differential item functioning test items. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 17, 31-44.
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, 112, 155–159.
- Crocker, L., & Algina J. (1986). *Introduction to classical and modern test theory*. New York: Harcourt Brace Jovanovich College Publishers.
- Cui, Z., & Kolen, M. J. (2008). Comparison of parametric and nonparametric bootstrap methods for estimating random error in equipercentile equating. *Applied Psychological Measurement*, 32 (4), 334-347.
- De Ayala, R. J. (2009). *The theory and practice of item response theory*. New York: Guilford Publications.
- De Champlain, A.F. (1996). The effect of multidimensionality on IRT true-score equating for subgroups of examinees. *Journal of Educational Measurement*, 33, 181-201.
- Demirus, K.B. (2015). *Ortak maddelerin değişen madde fonksiyonu gösterip göstermemesi durumunda test eşitlemeye etkisinin farklı yöntemlerle incelenmesi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Ankara
- Dorans, N.J. (2004). Using subpopulation invariance to assess test score equity. *Journal of Educational Measurement*, 41, 43-68.
- Dorans, N. J., (2008). *Three facets of fairness*. Paper presented at the annual meeting of the National Council on Measurement in Education, New York.
- Dorans, N. J., & Holland, P. W. (2000). Population invariance and the equatability of tests: basic theory and the linear case. *Journal of Educational Measurement*, 37(4), 281-306.

- Dorans, N.J., & Holland, P.W. (1993). DIF detection and description: Mantel-Haenszel and standardization. In P.W. Holland & H. Wainer (Eds.), *Differential item functioning* (pp.35-66). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Dorans, N. J., Holland, P. W., Thayer, D. T., & Tateneni, K. (2003). Invariance of score linking across gender groups for three advanced placement program exams. In N. J. Dorans (Ed.), *Population invariance of score linking: Theory and applications to advanced placement program examinations* (pp. 79-118), Research Report 03-27. Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- Drasgow, F. (1987). Study of the measurement bias of two standardized psychological tests. *Journal of Applied psychology*, 72(1), 19.
- Driana, E. (2007). *Gender differential item functioning on a ninth-grade mathematics proficiency test in Appalachian Ohio*. Unpublished doctorate thesis, University of Ohio.
- Embretson, S. E., & Reise, S. P. (2000). *Item response theory for psychologists*. London: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Flanagan, J.C. (1951). Units, scores, and norms. In E.F. Lindquist (Ed.), *Educational Measurement* (pp. 695-793). Washington, D.C.: American Council on Education.
- Gök, B. (2012). *Denk olmayan gruplarda ortak madde deseni kullanılarak madde tepki kuramına dayalı eşitleme yöntemlerinin karşılaştırılması*. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Haebara, T. (1980). Equating logistic ability scales by a weighted least squares method. *Japanese Psychological Research*, 22, 144–149.
- Hambleton, R. K., & Swaminathan, H. (1985). *Item response theory: Principles and applications*. Boston: Kluwer.
- Hambleton, R. K., Swaminathan, H., & Rogers, H. J. (1991). *Fundamentals of item response theory*. Newbury Park, CA: Sage.
- Han, K. T. (2008). *Impact of item parameter drift on test equating and proficiency estimates*. Unpublished doctorate thesis, University of Massachusetts, Amherst.

- Hanson, B. A., & Beguin, A. A. (2002). Obtaining a common scale for item response theory item parameters using separate versus concurrent estimation in the common-item equating design. *Applied Psychological Measurement*, 26(1), 3–24.
- Harwell, M., Stone, C. A., Hsu, T. C., & Kirişci, L. (1996). Monte Carlo studies in item response theory. *Applied Psychological Measurement*, 20 (2), 101-125
- Hidalgo Montesinos, M. D., & Lopez Pina, J. A. (2002). Two-stage equating in differential item functioning detection under the graded response model with the Raju area measures and Lord statistic. *Educational and Psychological Measurement*. 62(1), 32.
- Holland, P.W. (2007). A framework and history for score linking. In N.J. Dorans, M. Pommerich, & P.W. Holland's (Eds.), *Linking and aligning scores and scales* (pp. 5- 30). NY: Springer
- Holland, P. W., & Wainer, H. (1993). *Differential item functioning*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Holland, P. W., & Dorans, N. J. (2006). Linking and equating. In R. L. Brennan (Ed.), *Educational measurement* (pp. 187–220). Westport, CT: Praeger Publishers.
- Hu, H., Rover, W. T., & Vukminovic, Z. (2008). Investigation of IRT-based equating methods in the presence of outlier common items. *Applied Psychological Measurement*. 32(4), 311-333.
- Huang, J. (2010). *Population Invariance of Linking Functions of Curriculum-Based Measures of Math Problem Solving*. Unpublished doctorate thesis, University of Miami, Florida.
- Huggins, A.C. (2012). *The effect of differential item functioning on population invariance of item response theory true score equating*. Unpublished doctoral dissertation, University of Miami, Florida.
- Huggins, A. C. (2014). The effect of differential item functioning in anchor items on population invariance of equating. *Educational and Psychological Measurement*. 74(4), 627-658.

- Huggins, A.C., & Penfield, R.D. (2012). An instructional NCME module on population invariance in linking and equating. *Educational Measurement: Issues and Practices*, 31, 27-40.
- Kane, M. T. (2013). Validating the interpretations and uses of test scores. *Journal of Educational Measurement*, 50(1), 1-73.
- Kilmen, S. (2010). *Madde tepki kuramına dayalı test eşitleme yöntemlerinden kestirilen eşitleme hatalarının örneklem büyüklüğü ve yetenek dağılımına göre karşılaştırılması*. Yayınlanmamış doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kim, H. K. (2006). *The effect of repeaters on equating: A population invariance approach*. Unpublished doctoral dissertation, University of Iowa.
- Kim, S.H., & Cohen, A. S. (1992). Effects of linking methods on detection of DIF. *Journal of Educational Measurement*, 29(1), 51–66.
- Kim, S. H., & Cohen, A. S. (1998). A comparison of linking and concurrent calibration under item response theory. *Applied psychological measurement*, 22(2), 131-143.
- Kim, S., & Lee, W. (2004). *IRT scale linking methods for mixed-format tests* (ACT Research Report). Iowa City, IA: ACT, Inc.
- Kingston, N. M., & Dorans, N. J. (1984). Item location effects and their implications for IRT equating and adaptive testing. *Applied Psychological Measurement*, 8(2), 147-154.
- Kolen, M., & Brennan, R. L. (2004). *Test equating, scaling, and linking: methods and practices* (Second ed.). New York: Springer.
- Kolen, M.J. (2004). Population invariance in equating and linking: Concept and history. *Journal of Educational Measurement*, 41, 3-14.
- Lee, W., & Ban, J. (2010). A comparison of IRT linking procedures. *Applied Measurement in Education*, 23, 23–48.
- Lehman, R. S., & Bailey, D. E. (1968). *Digital computing: Fortran IV and its applications in behavioral science*. New York: John Wiley.

- Lim, R. G., & Drasgow, F. (1990). Evaluation of two methods for estimating item response theory parameters when assessing differential item functioning. *Journal of Applied Psychology*, 75 (2), 164.
- Livingston, S. A. (2004). *Equating test scores (without IRT)*. Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- Lord, F. M. (1950). *Notes on comparable scales for test scores* (Research Bulletin 50-48). Princeton NJ: Educational Testing Service
- Lord, F. M. (1980). *Applications of item response theory to practical testing problems*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Loyd, B. H., & Hoover, H. D. (1980). Vertical equating using the Rasch model. *Journal of Educational Measurement*, 17, 179–193.
- Marco, G. L. (1977). Item characteristic curve solutions to three intractable testing problems. *Journal of Educational Measurement*, 14, 139–160.
- McCauley, C. D., & Mendoza, J. (1985). A simulation study of item bias using a two-parameter item response model. *Applied Psychological Measurement*, 9(4), 389-400.
- Mellenbergh, G. J. (1982). Contingency table models for assessing item bias. *Journal of educational statistics*. 7(2), 105-118.
- Messick, S. (1995). Validity of psychological assessment: Validation of inferences from persons' responses and performances as scientific inquiry into score meaning. *American Psychologist*, 50 (9).
- Nandakarnur, R (1993) Simultaneous DIF amplification and cancellation. Shealy-Stout's test for DIF. *Journal of Educational Measurement*, 30, 293-312.
- Öztürk Gübeş, N. (2014). *Testlerin Boyutluluğunun, Ortak Madde Formatının, Yetenek Dağılımının Ve Ölçek Dönüştürme Yöntemlerinin Karma Testlerin Eşitlenmesine Etkisi*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Ankara: Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Penfield, R. D., & Camili, G. (2007). Differential item functioning and item bias. In S. Sinharay & C. R. Rao (Eds.), *Handbook of statistics* (Vol. 26: Psychometrics, pp. 125-167). New York: Elsevier North-Holland.

- Petersen, N. S., Cook, L. L., & Stocking, M. L. (1983). IRT versus conventional equating methods: A comparative study of scale stability. *Journal of Educational Statistics*, 8, 137–156.
- Potenza, M. T., & Dorans, N. J. (1995). DIF assessment for polytomously scored items: A framework for classification and evaluation. *Applied Psychological Measurement*, 19(1), 23-37.
- Schmitt, N., & Kuljanin, G. (2008). Measurement invariance: Review of practice and implications. *Human Resource Management Review*, 18(4), 210-222.
- Shealy, R., & Stout, W. (1991). *An item response theory model for test bias* (No. 1991-2). ILLINOIS UNIV AT URBANA DEPT OF STATISTICS.
- Shealy, R., & Stout, W. (1993). A model-based standardization approach that separates true bias/DIF from group ability differences and detects test bias/DIF as well as item bias/DIF. *Psychometrika*, 58(2), 159–194.
- Shepard, L., Camilli, G., & Averill, M. (1981). Comparison of procedures for detecting test-item bias with both internal and external ability criteria. *Journal of Educational Statistics*, 6(4), 317.
- Shepard, L., Camilli, G., & Williams, D. (1984). Accounting for statistical artifacts in item bias research. *Journal of Educational Statistics*, 9(2), 93–128.
- Shepard, L., Camilli, G., & Williams, D. (1985). Validity of approximation techniques for detecting item bias. *Journal of Educational Measurement*, 22(2), 77–105.
- Sinharay, S., & Holland, P. W. (2006). *Choice of anchor test in equating* (ETS RR-06-35). Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- Spence, P. (1996). *The effect of multidimensionality on unidimensional equating with item response theory*. Doctorate thesis, University of Florida, FL.
- Stocking, M.L. (1988). *Factors affecting the sample invariant properties of linear and curvilinear observed- and true- score equating procedures*. (ETS Research Report NO. RR-88-41). Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- Stocking, M. L., & Lord, F. M. (1983). Developing a common metric in item response theory. *Applied Psychological Measurement*, 7(2), 201–210.

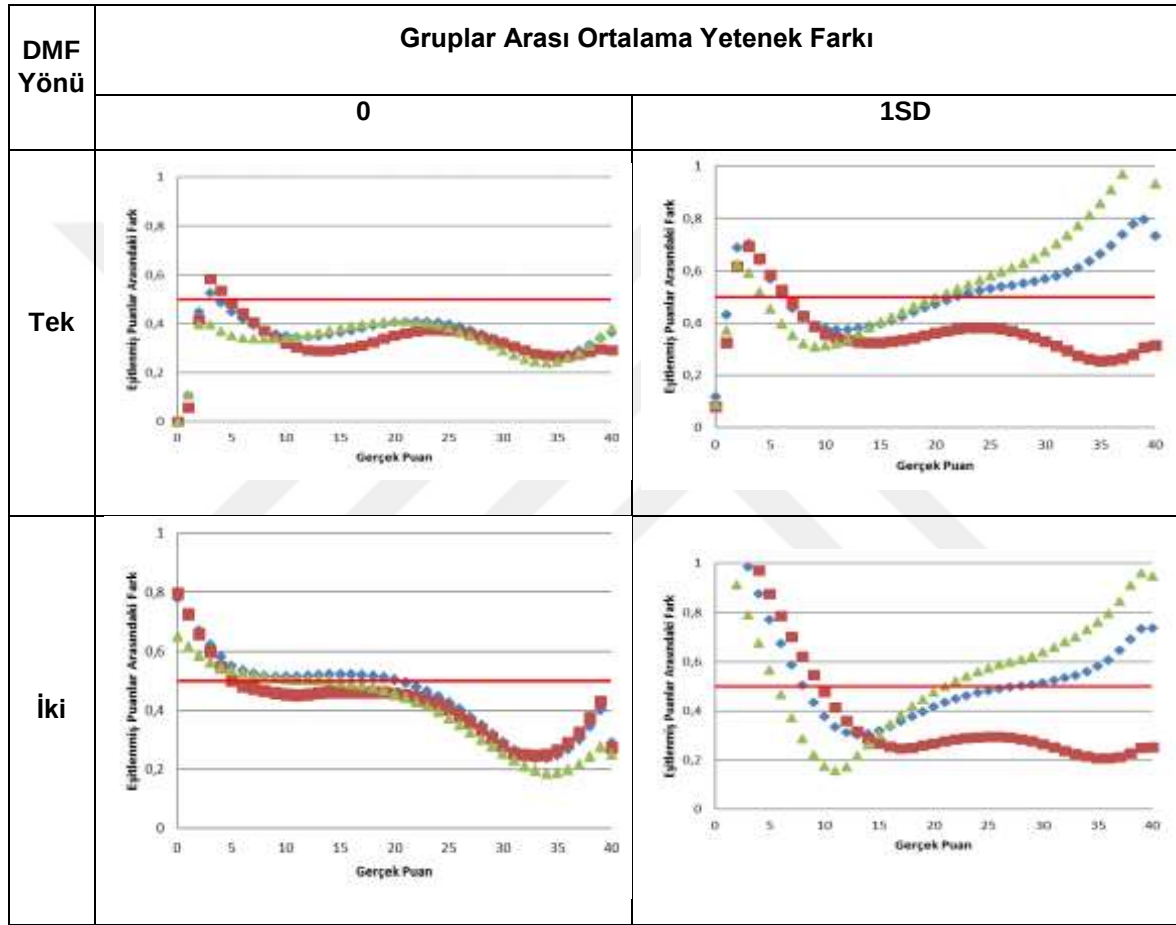
- Şahin, A. (2012). *Madde Tepki Kuramı'nda Test Uzunluğu Ve Örneklem Büyüklüğünün Model Veri Uyumu, Madde Parametreleri Ve Standart Hata Değerlerine Etkisinin İncelenmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara: Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Tian, F. (1999). *Detecting differential item functioning in polytomous items*. Unpublished doctoral dissertation, Faculty of Education, University of Ottawa.
- 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.
- von Davier, A. A., Holland, P. W., & Thayer, D. T. (2004). The chain and post-stratification methods for observed-score equating and their relationship to population invariance. *Journal of Educational Measurement*, 41, 15-32.
- von Davier, A. A., & Wilson, C. (2008). Investigating the population sensitivity assumption of item-response theory true-score equating across two subgroups of examinees and two test formats. *Applied Psychological Measurement*, 32(1), 11-26.
- Wells, C.S., Subkoviak, M.J., & Serlin, R.C. (2002). The effect of item parameter drift on examinee ability estimates. *Applied Psychological Measurement*, 26, 77-87.
- Wingersky, M. S., Cook, L. L. & Eignor, D. R. (1987). *Specifying the characteristics of linking item used for item response* (ECT Research Report 87-24). Princeton NJ: Educational Testing Service.
- Yang, W.L. (2004). Sensitivity of linkings between AP multiple-choice scores and composite scores to geographical region: An illustration of checking for population invariance. *Journal of Educational Measurement*, 41, 33-41.
- Yang, W.L., Dorans, N.J., & Tateneni, K. (2003). *Sample selection effects on AP multiple-choice score to composite score scaling*. In N.J. Dorans (Ed.), Population invariance of score linking: Theory and applications to advanced placement program examinations (ETS Research Report No. RR- 03-27) (pp. 57-78). Princeton, NJ: Educational Testing Service.

- Zhao, Y. (2008). Approaches for addressing the fit of item response theory models to educational test data. Unpublished doctorate thesis. University of Massachusetts, Amherst.
- Zumbo, B. D. (1999). *A Handbook on the Theory and Methods of Differential Item Functioning (DIF): Logistic Regression Modeling as a Unitary Framework for Binary and Likert-Type (Ordinal) Item Scores*. Ottawa, ON: Directorate of Human Resources Research and Evaluation, Department of National Defense.



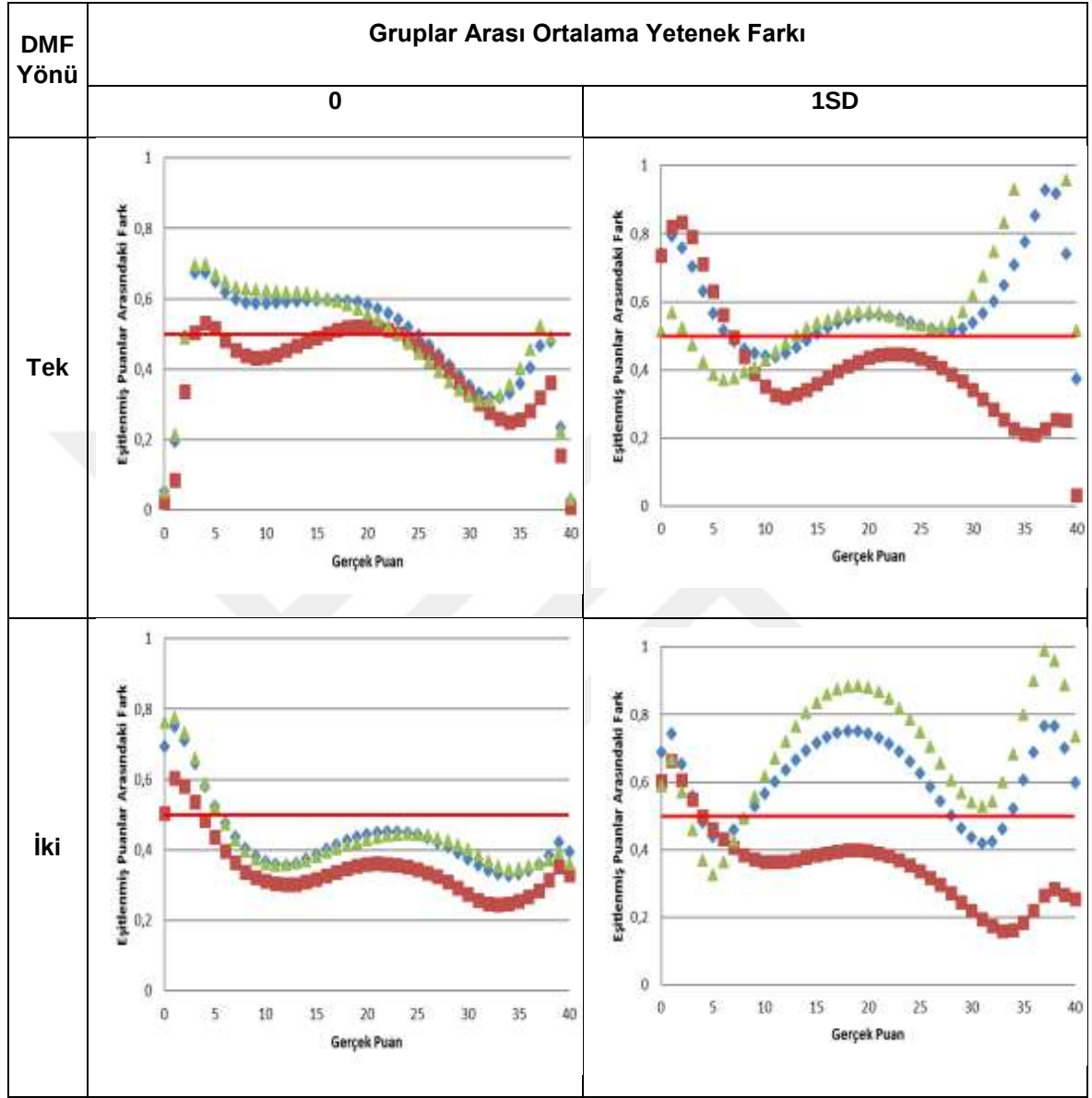
EK-A: 1500 Çalışma Grubu Büyüklüğünde Her İki Formda DMF Varlığında Alt Grupların Büyüklükleri Oranı ve DMF Gösteren Ortak Madde Oranına Göre Her Bir Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği İndisleri

Alt Grupların Büyüklükleri Oranının 1:1 ve DMF'li Ortak Madde Oranının %40 Olduğu Koşullar İçin Her bir Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği İndisleri



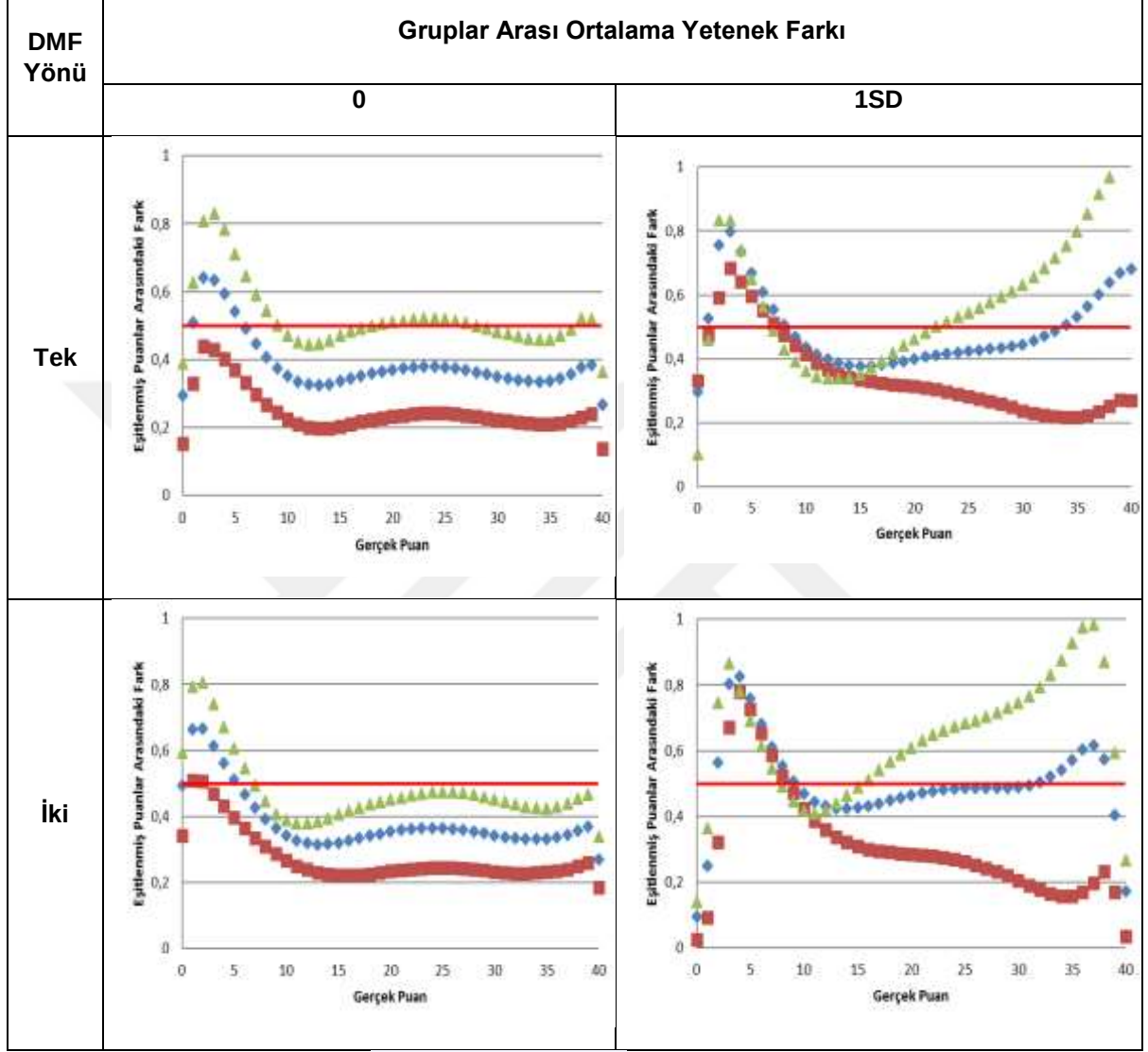
◆: RMSD ■: RSDreferans ▲: RSDodak ●: DTM

Alt Grupların Büyüklükleri Oranının 1:1 ve DMF'li Ortak Madde Oranının %60 Olduğu Koşullar İçin Her bir Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği İndisleri



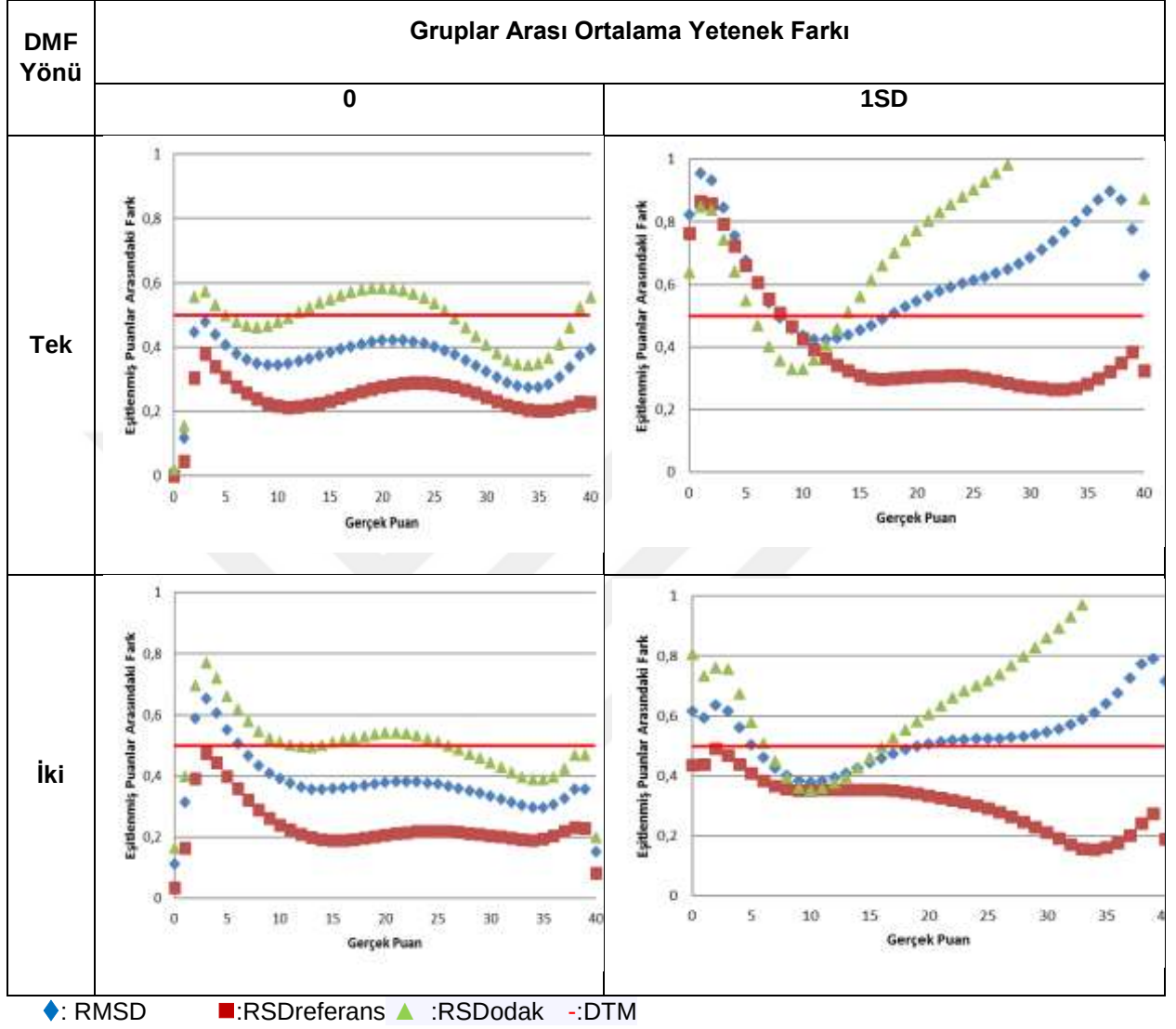
◆: RMSD ■:RSDreferans ▲:RSDodak -:DTM

Alt Grupların Büyüklükleri Oranının 1:2 ve DMF'li Ortak Madde Oranının %20 Olduğu Koşullar İçin Her bir Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği İndisleri

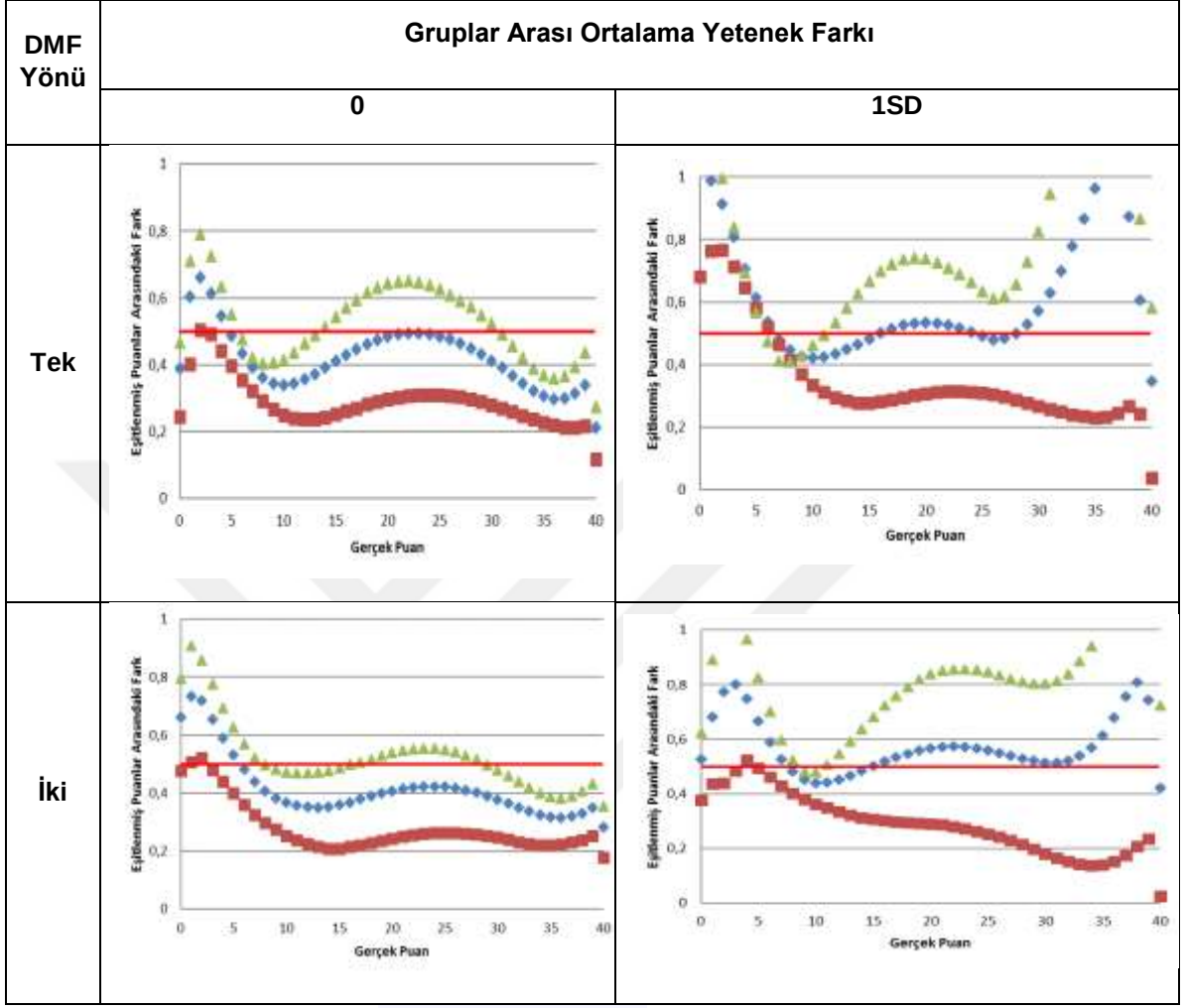


◆: RSD ■: RSDreferans ▲: RSDodak -: DTM

Alt Grupların Büyüklükleri Oranının 1:2 ve DMF'li Ortak Madde Oranının %40 Olduğu Koşullar İçin Her bir Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği İndisleri



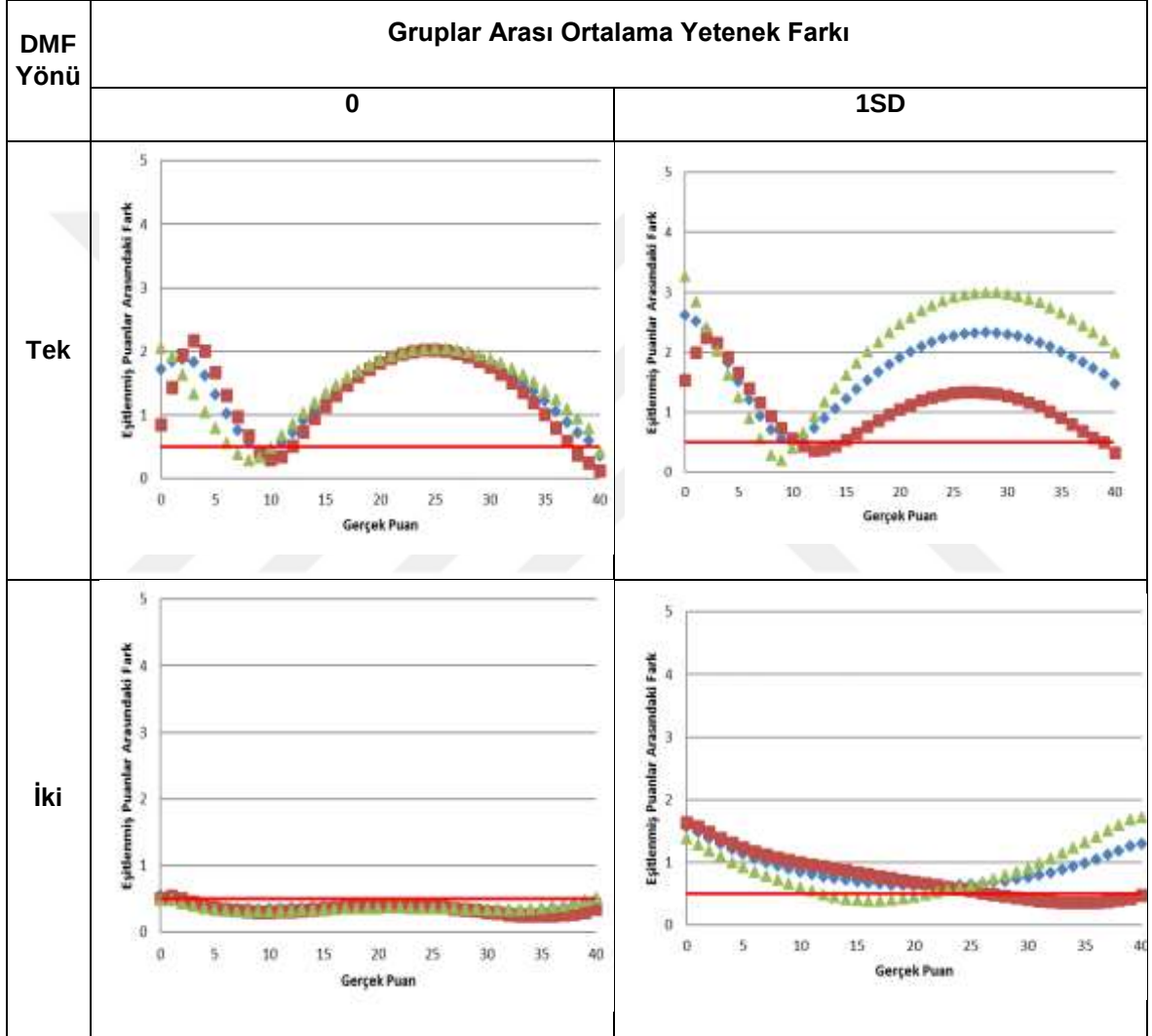
Alt Grupların Büyüklükleri Oranının 1:2 ve DMF'li Ortak Madde Oranının %60 Olduğu Koşullar İçin Her bir Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği İndisleri



◆: RMSD ■:RSDreferans ▲:RSDodak -:DTM

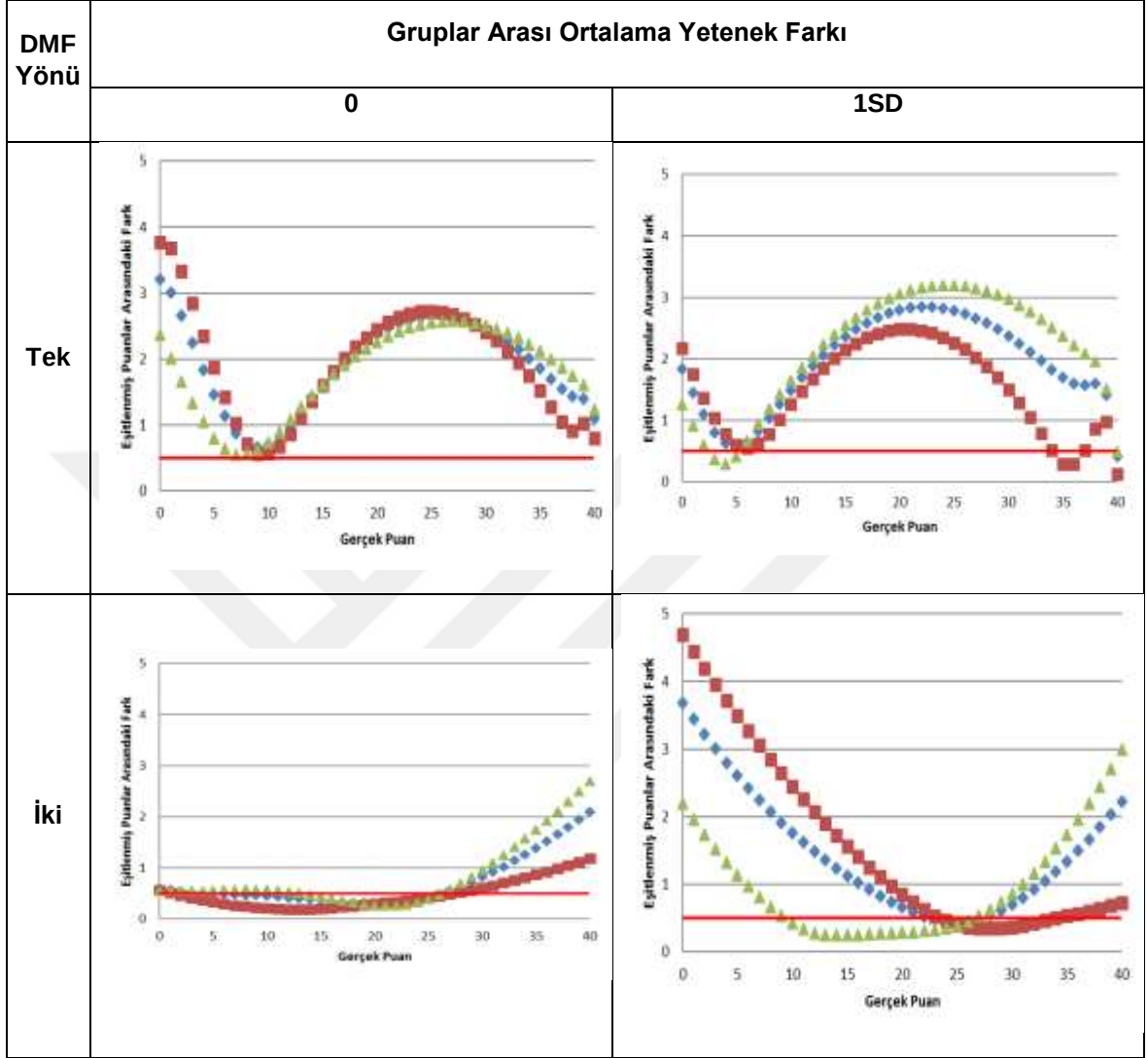
**EK-B: 1500 Çalışma Grubu Büyüklüğünde Tek Bir Formda DMF Varlığında
Alt Grupların Büyüklükleri Oranı ve DMF Gösteren Ortak Madde Oranına
Göre Her bir Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği İndisleri**

**Alt Grupların Büyüklükleri Oranının 1:1 ve DMF'li Ortak Madde Oranının %40
Olduğu Koşullar İçin Her bir Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği
İndisleri**



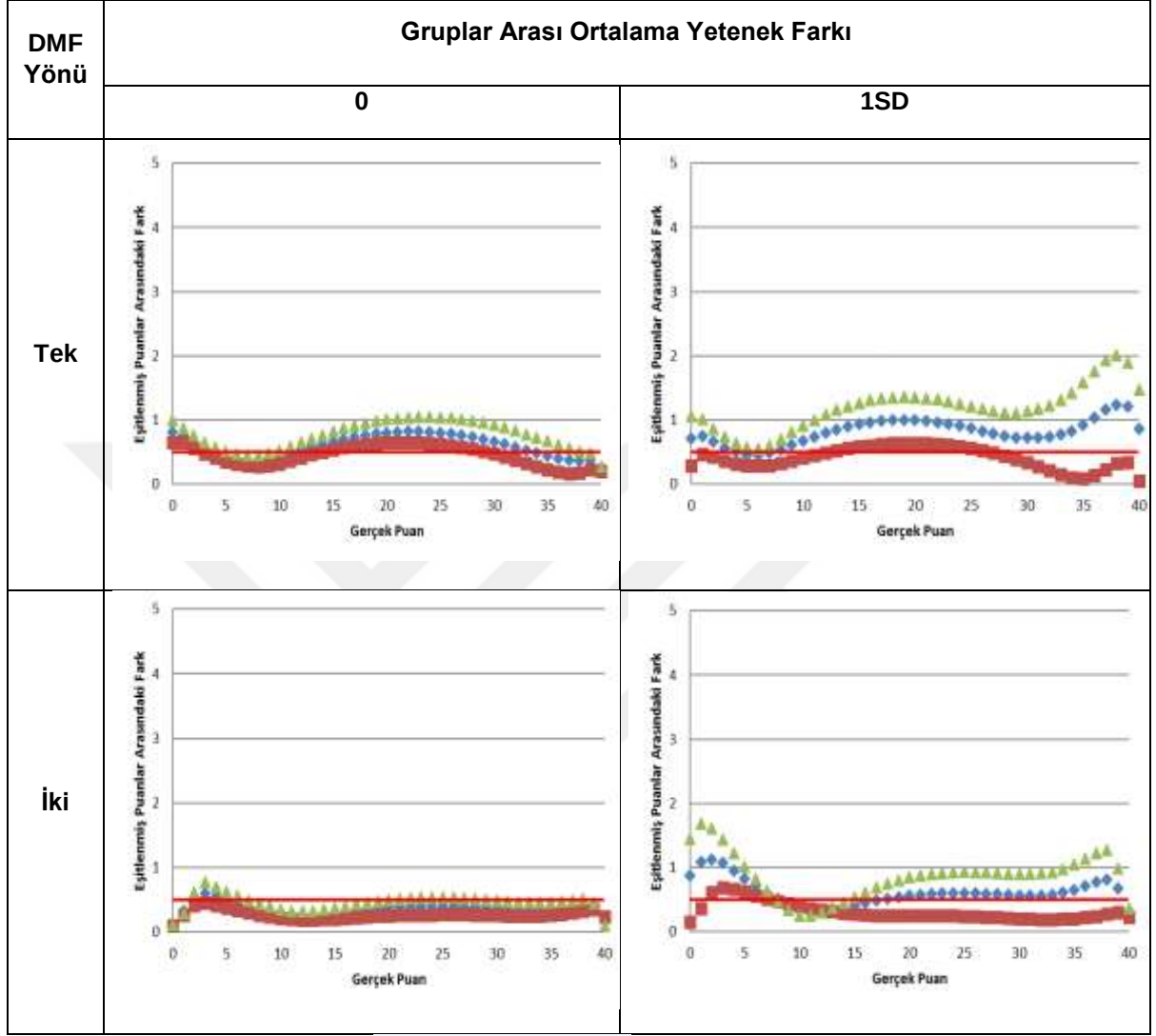
◆ : RMSD ■ : RSDreferans ▲ : RSDodak - : DTM

Alt Grupların Büyüklükleri Oranının 1:1 ve DMF'li Ortak Madde Oranının %60 Olduğu Koşullar İçin Her bir Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği İndisleri



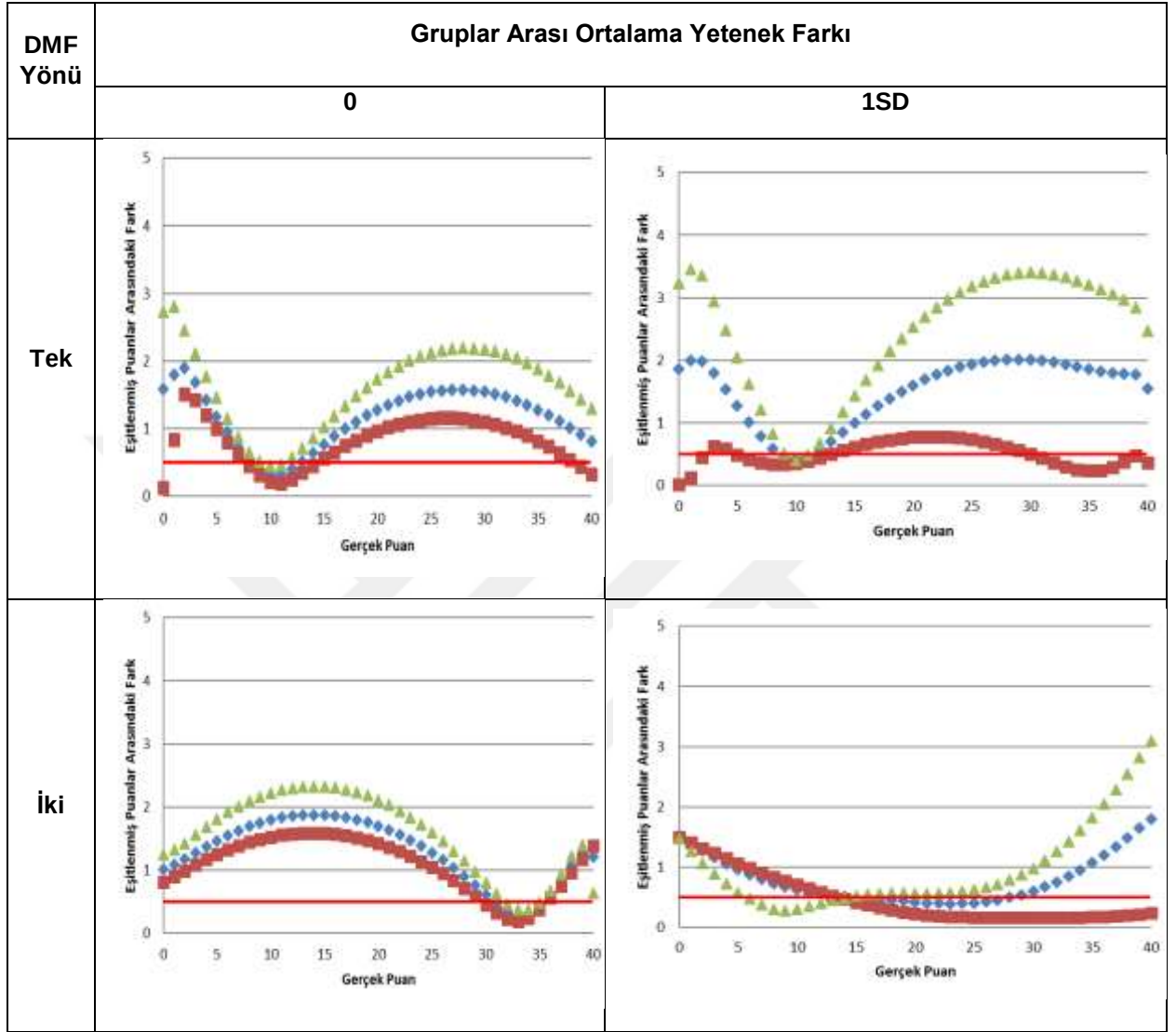
◆: RMSD ■: RSDreferans ▲: RSDodak -: DTM

Alt Grupların Büyüklükleri Oranının 1:2 ve DMF'li Ortak Madde Oranının %20 Olduğu Koşullar İçin Her bir Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği İndisleri



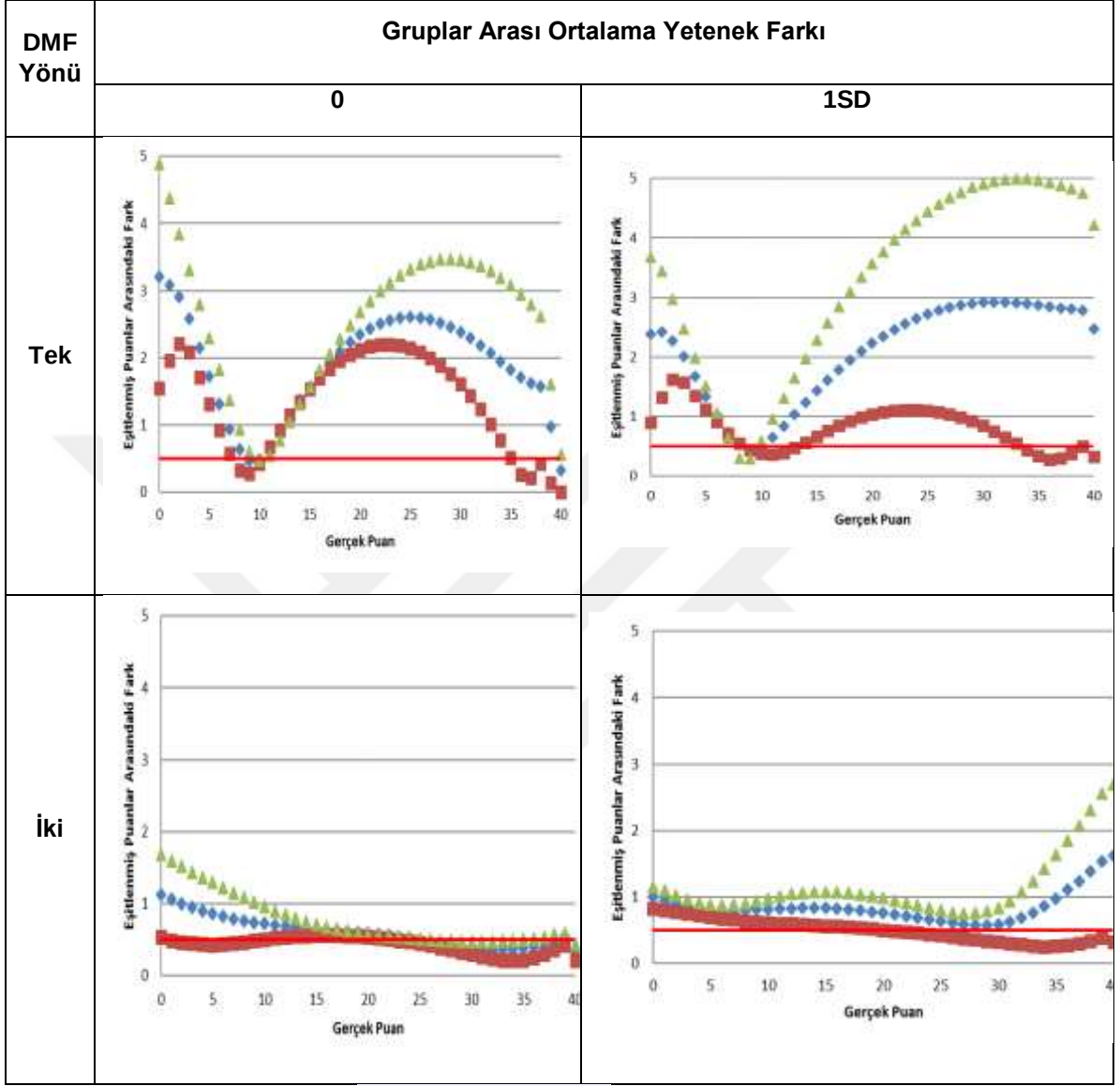
◆: RMSD ■:RSDreferans ▲ :RSDodak -:DTM

Alt Grupların Büyüklükleri Oranının 1:2 ve DMF'li Ortak Madde Oranının %40 Olduğu Koşullar İçin Her bir Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği İndisleri



◆ : RSD ■ : RSDreferans ▲ : RSDodak - : DTM

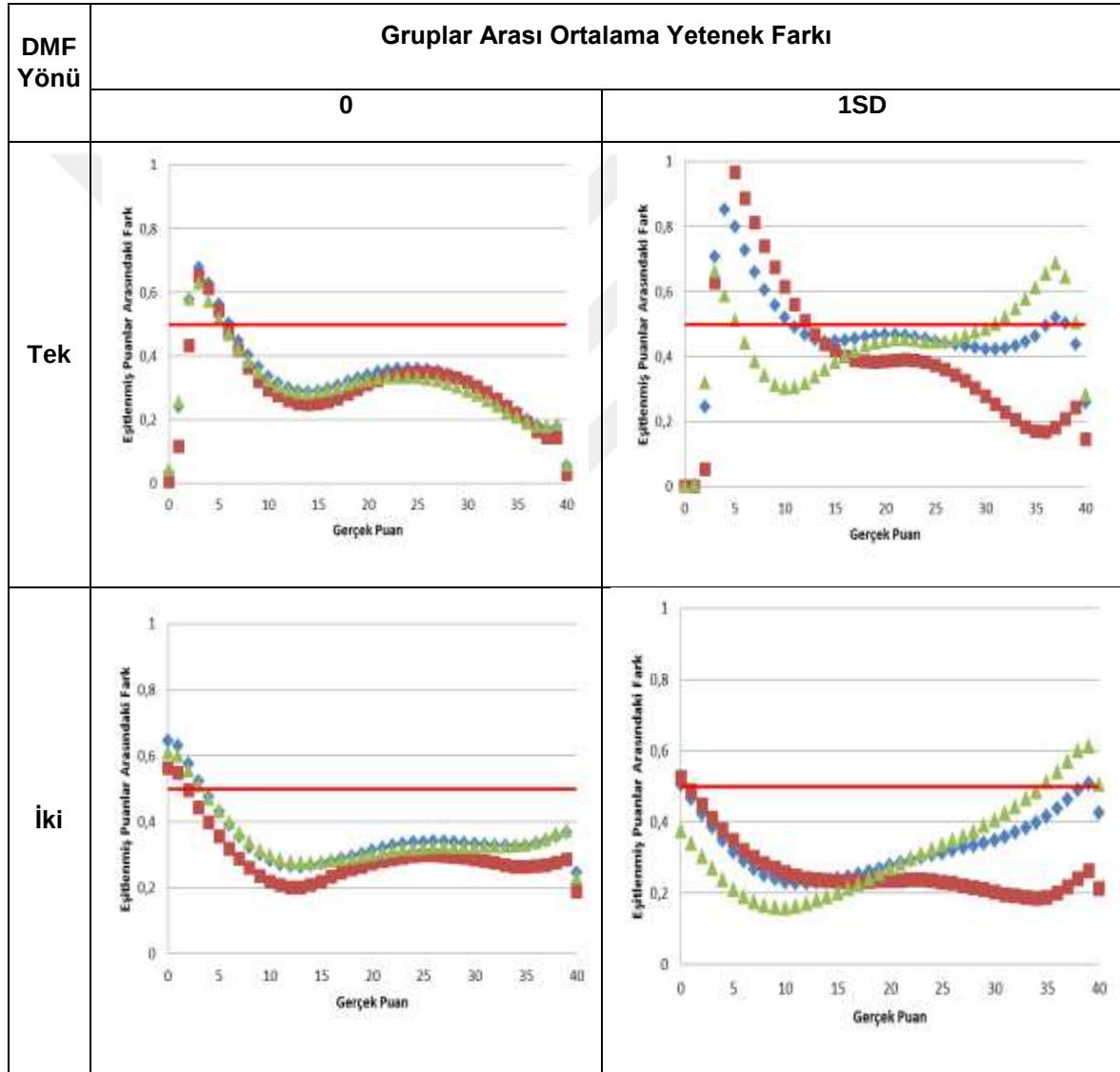
Alt Grupların Büyüklükleri Oranının 1:2 ve DMF'li Ortak Madde Oranının %60 Olduğu Koşullar İçin Her bir Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği İndisleri



◆: RMSD ■:RSDreferans ▲ :RSDodak -:DTM

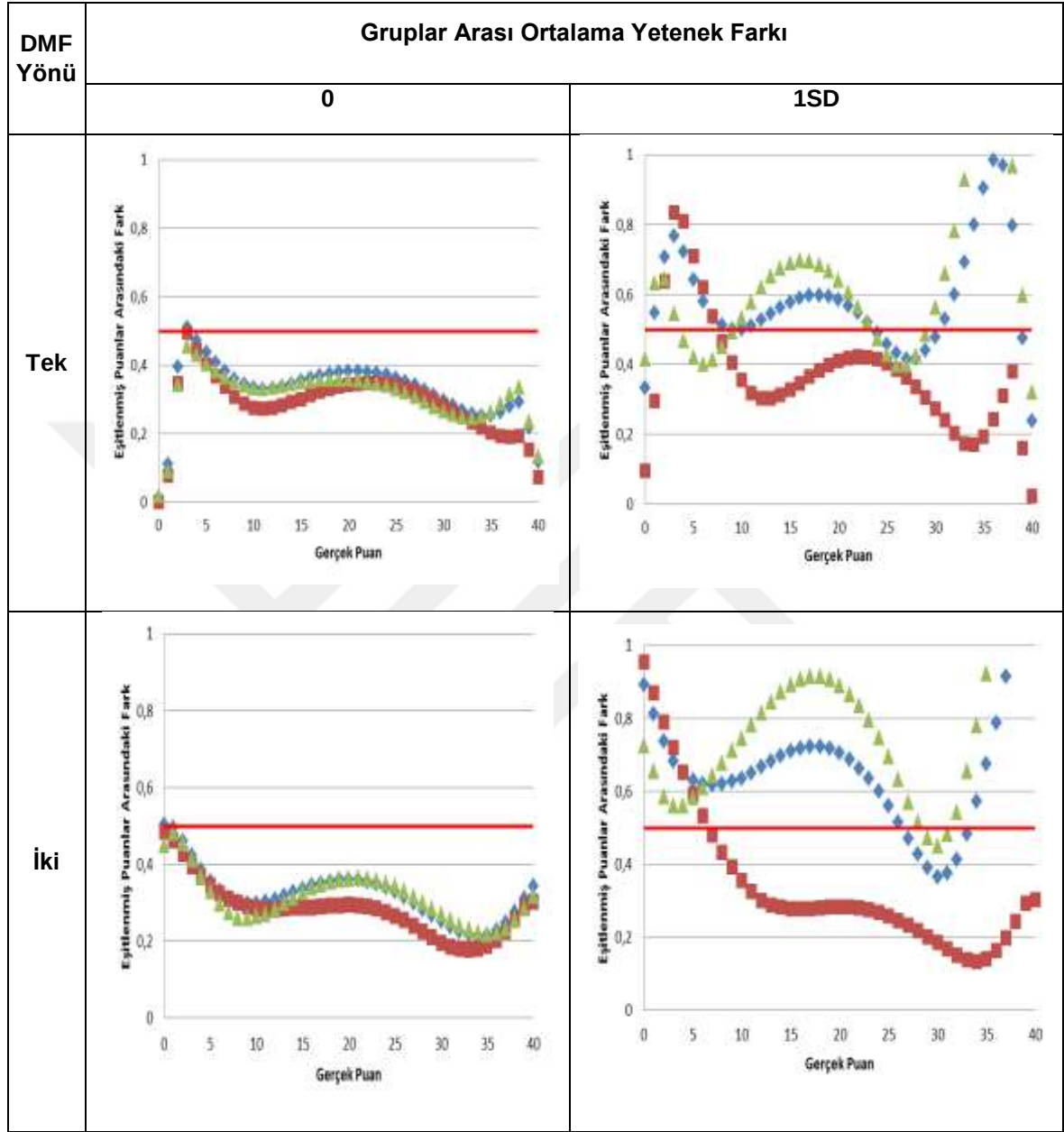
EK-C: 3000 Çalışma Grubu Büyüklüğünde Her İki Formda DMF Varlığında Alt Grupların Büyüklükleri Oranı ve DMF Gösteren Ortak Madde Oranına Göre Her bir Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği İndisleri

Alt Grupların Büyüklükleri Oranının 1:1 ve DMF'li Ortak Madde Oranının %40 Olduğu Koşullar İçin Her bir Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği İndisleri



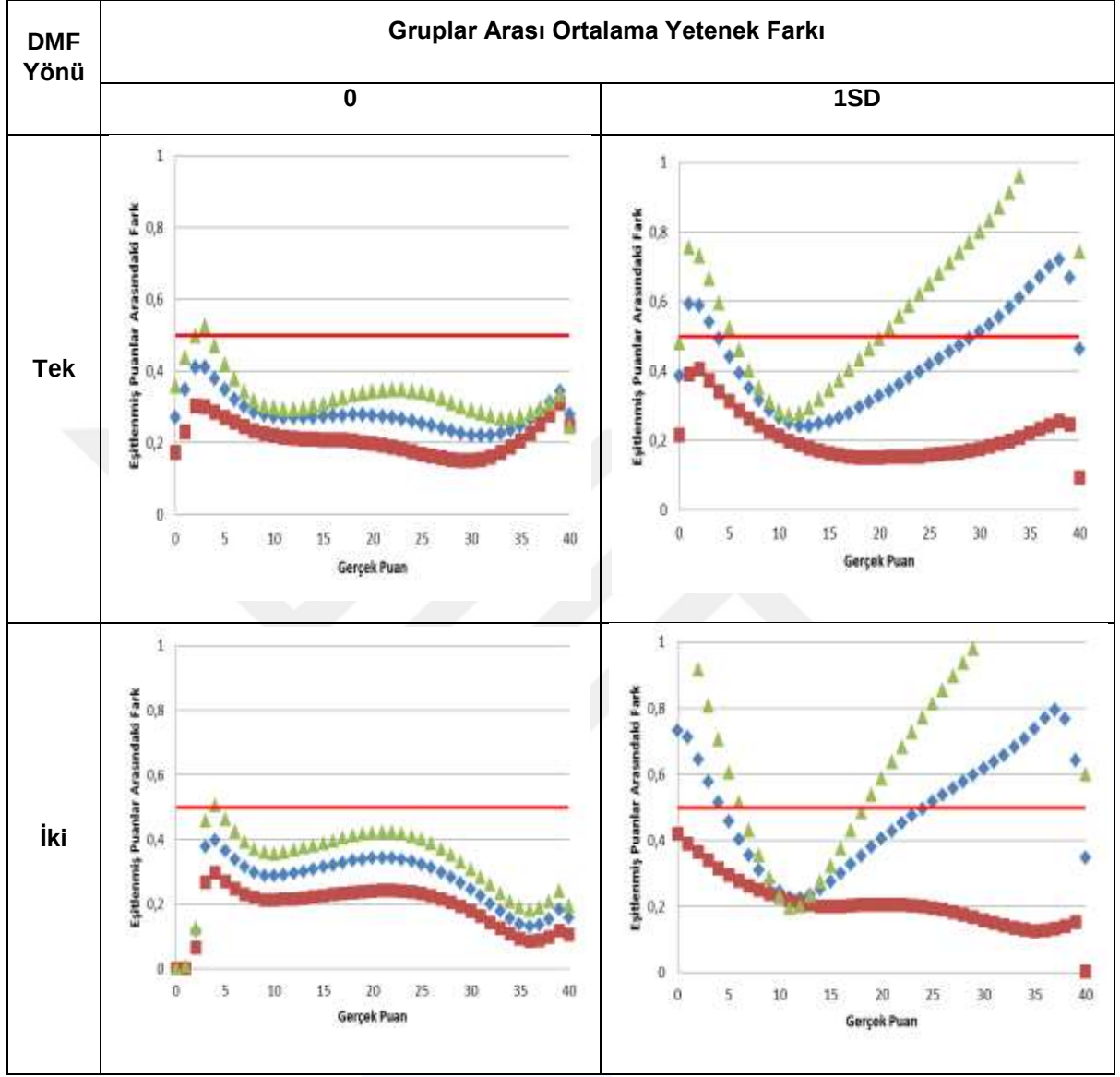
◆: RMSD ■: RSDreferans ▲: RSDodak -: DTM

Alt Grupların Büyüklükleri Oranının 1:1 ve DMF'li Ortak Madde Oranının %60 Olduğu Koşullar İçin Her bir Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği İndisleri



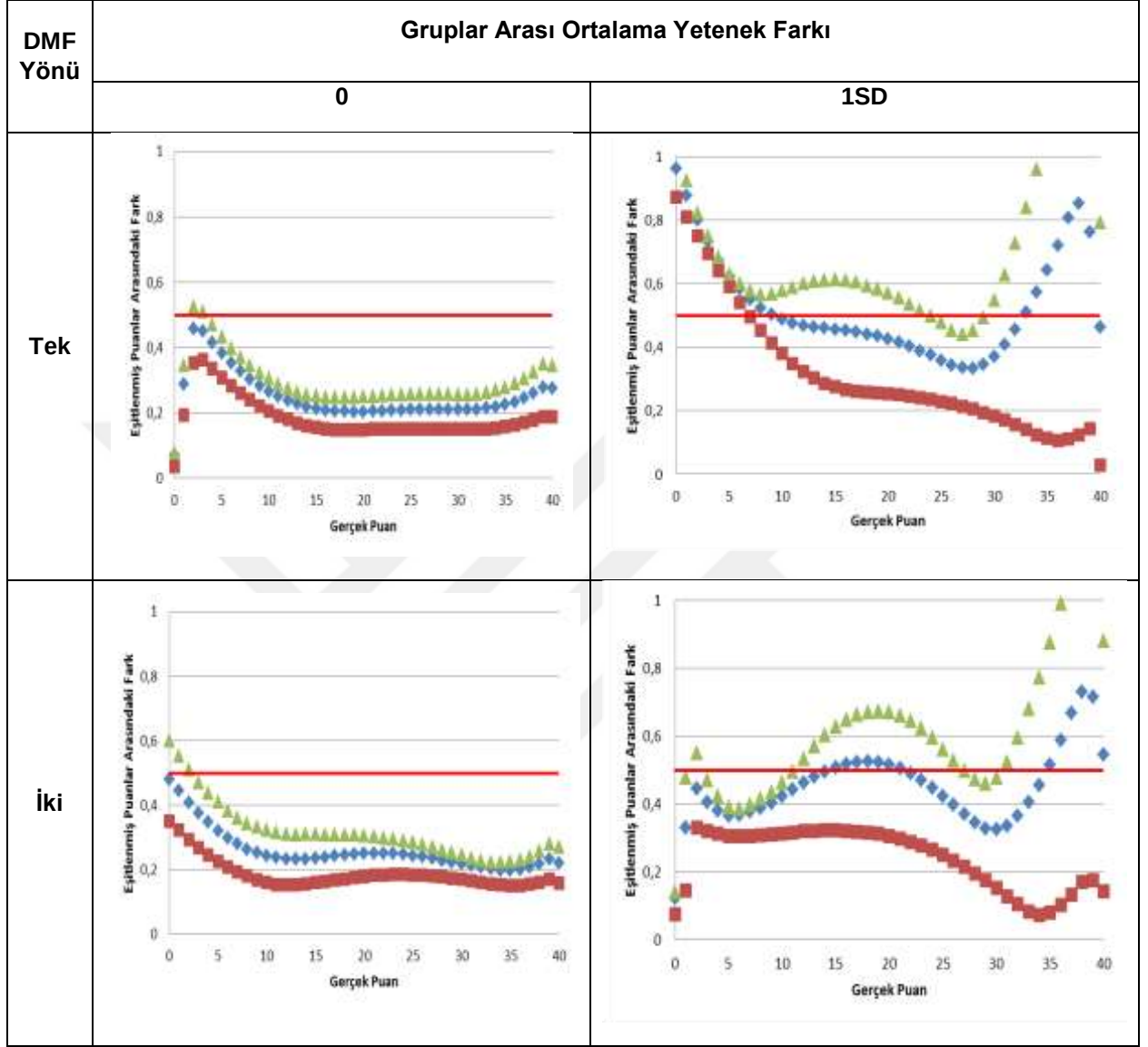
◆: RMSD ■: RSDreferans ▲: RSDodak -: DTM

Alt Grupların Büyüklükleri Oranının 1:2 ve DMF'li Ortak Madde Oranının %20 Olduğu Koşullar İçin Her bir Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği İndisleri



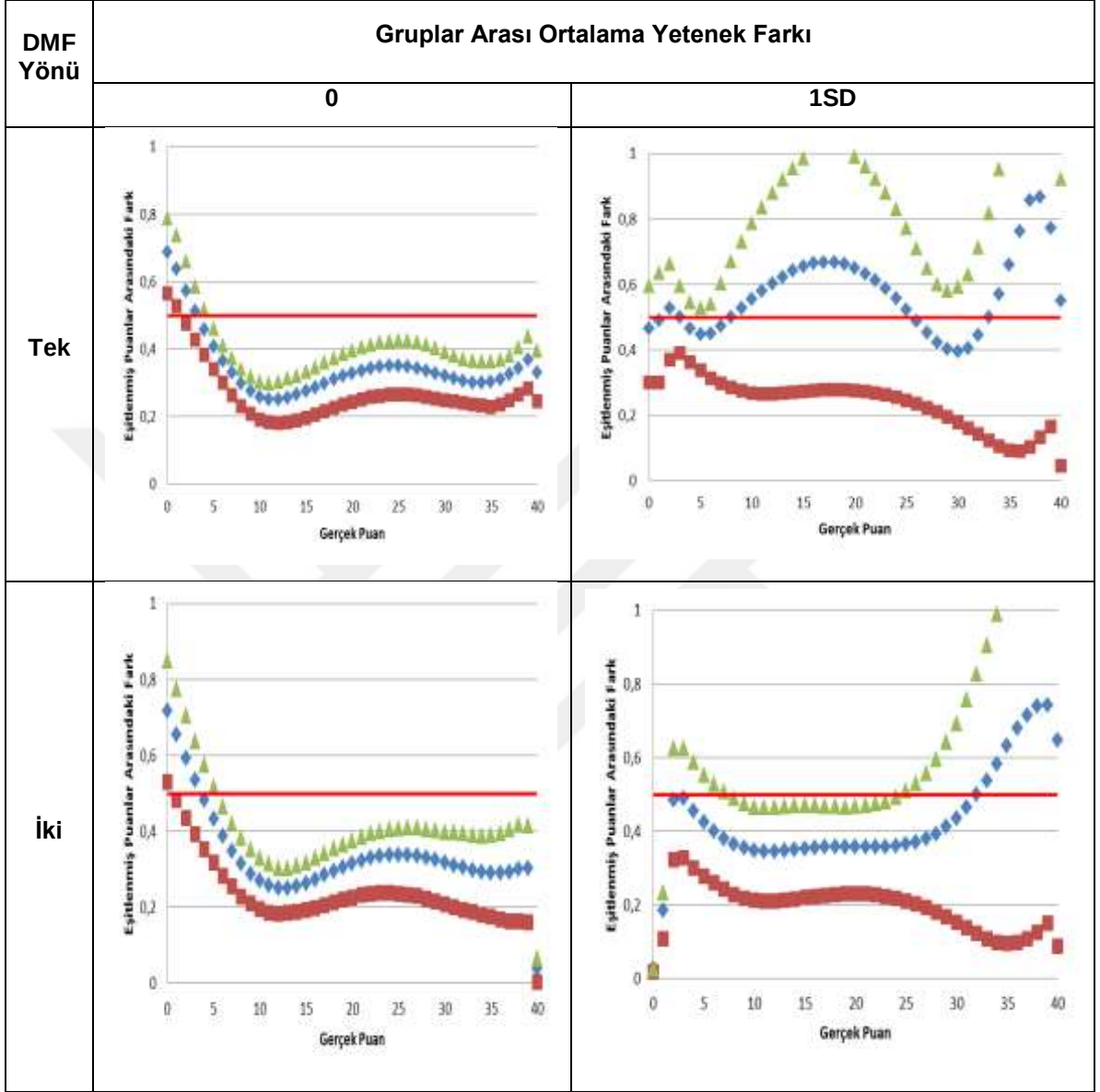
◆: RMSD ■:RSDreferans ▲:RSDodak ×:DTM

Alt Grupların Büyüklükleri Oranının 1:2 ve DMF'li Ortak Madde Oranının %40 Olduğu Koşullar İçin Her bir Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği İndisleri



◆: RMSD ■: RSDreferans ▲: RSDodak -: DTM

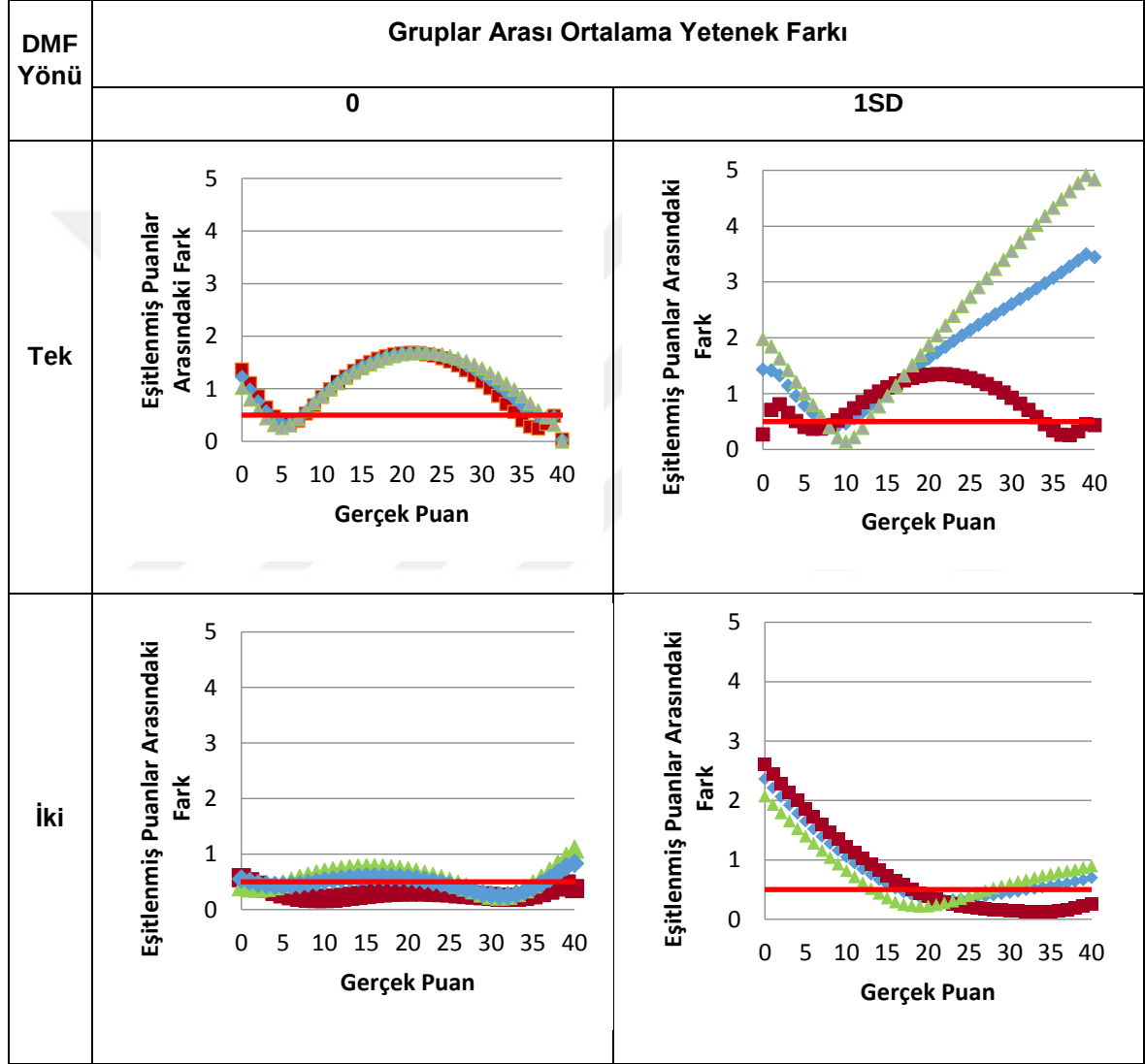
Alt Grupların Büyüklükleri Oranının 1:2 ve DMF'li Ortak Madde Oranının %60 Olduğu Koşullar İçin Her bir Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği İndisleri



◆: RMSD ■:RSDreferans ▲ :RSDodak -:DTM

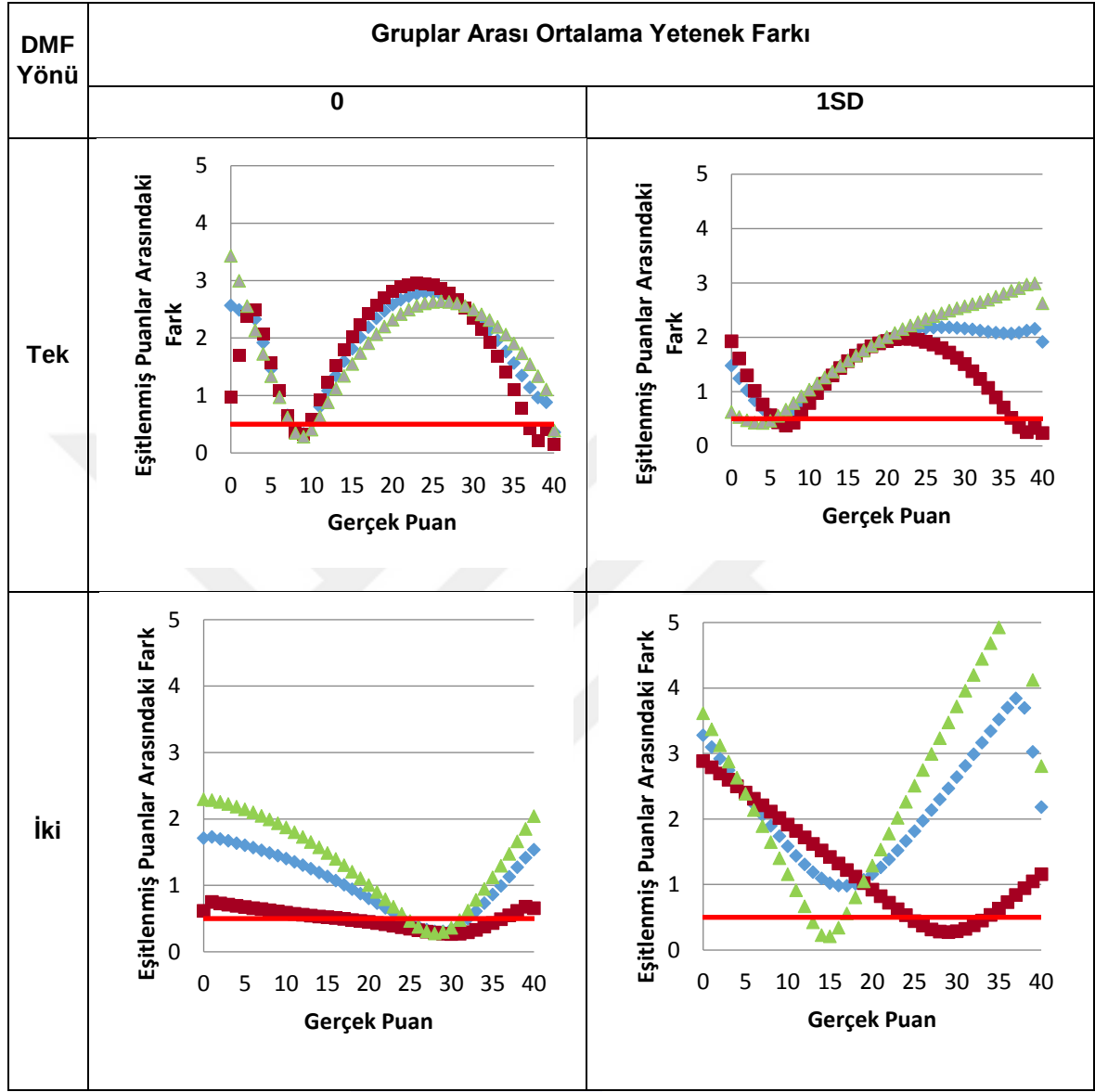
**EK-Ç: 3000 Çalışma Grubu Büyüklüğünde Tek Bir Formda DMF Varlığında
Alt Grupların Büyüklükleri Oranı ve DMF Gösteren Ortak Madde Oranına
Göre Her bir Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği İndisleri**

**Alt Grupların Büyüklükleri Oranının 1:1 ve DMF'li Ortak Madde Oranının %40
Olduğu Koşullar İçin Her bir Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği
İndisleri**



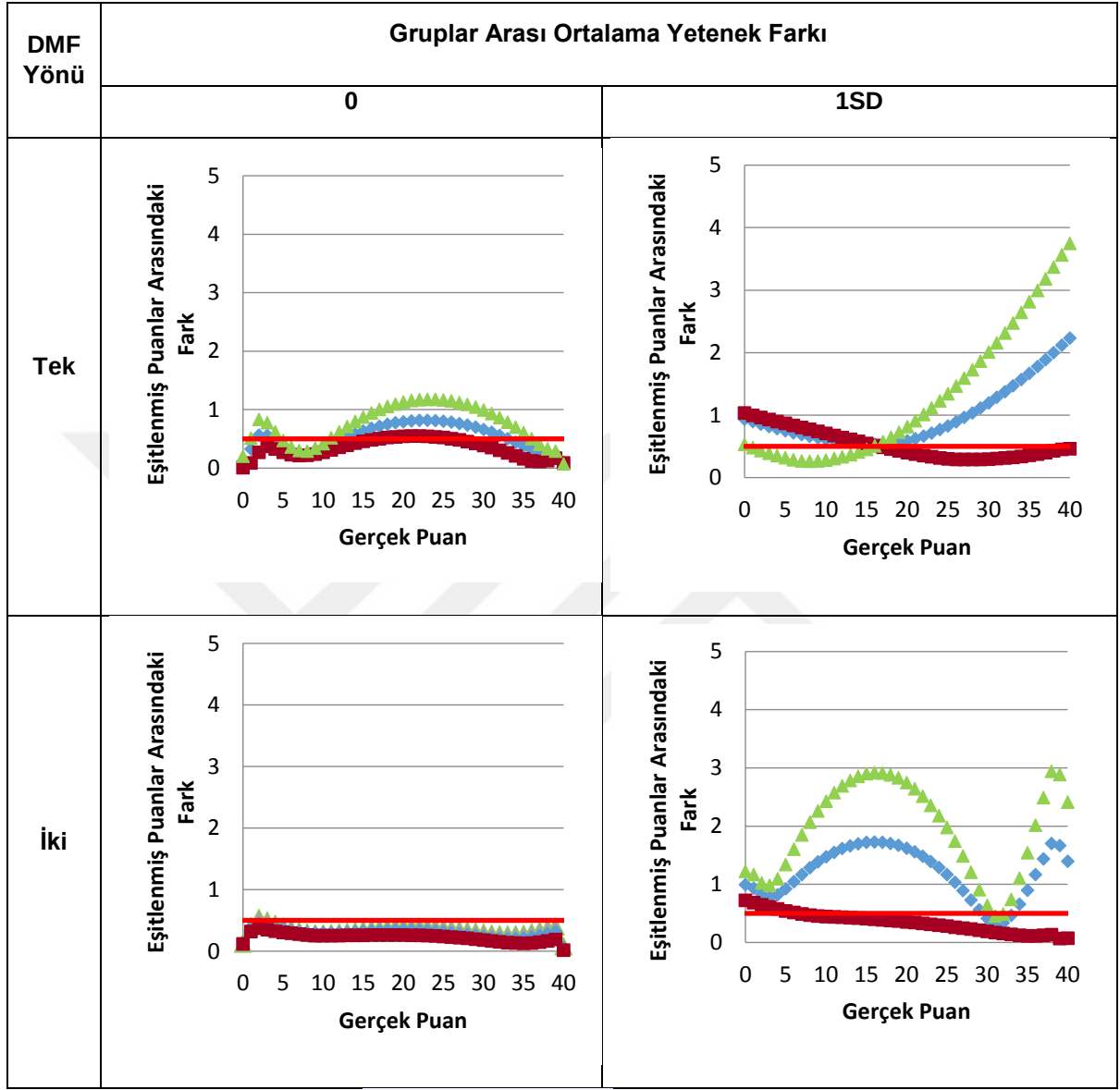
◆: RMSD ■: RSDreferans ▲: RSDodak -: DTM

Alt Grupların Büyüklükleri Oranının 1:1 ve DMF'li Ortak Madde Oranının %60 Olduğu Koşullar İçin Her bir Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği İndisleri



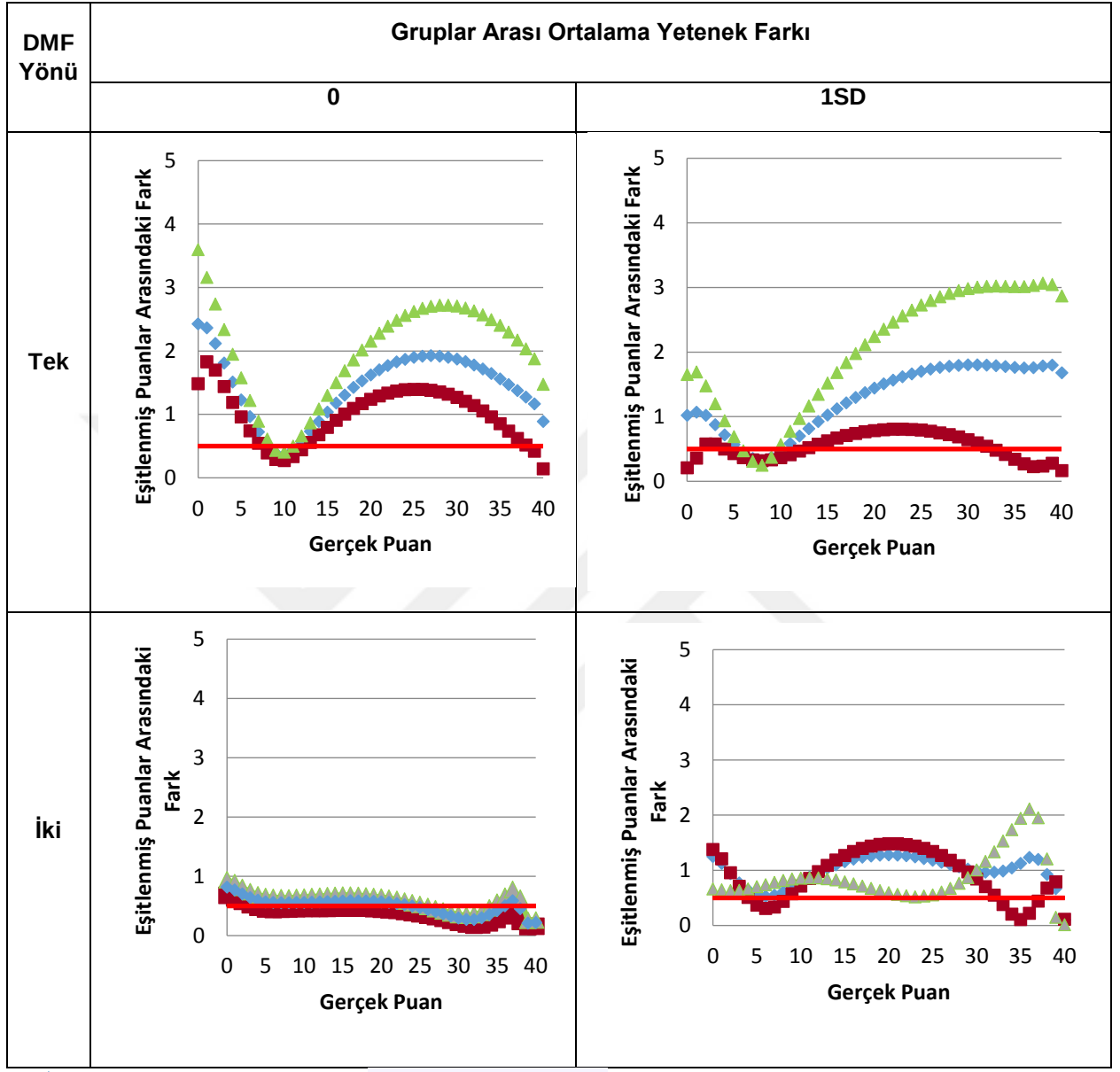
◆: RMSD ■:RSDreferans ▲:RSDodak -:DTM

Alt Grupların Büyüklükleri Oranının 1:2 ve DMF'li Ortak Madde Oranının %20 Olduğu Koşullar İçin Her bir Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği İndisleri



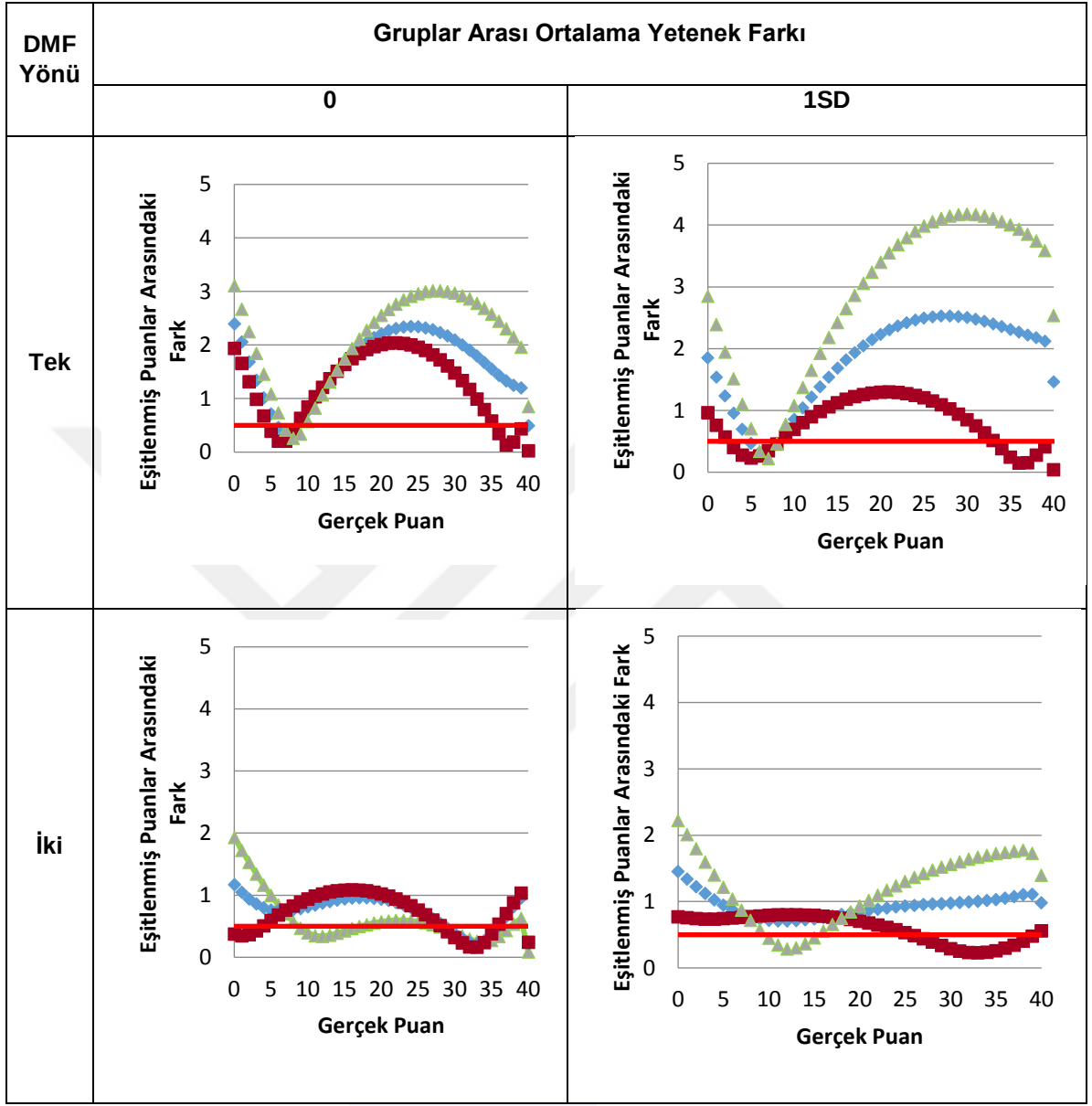
◆: RMSD ■: RSDreferans ▲: RSDodak ○: DTM

Alt Grupların Büyüklükleri Oranının 1:2 ve DMF'li Ortak Madde Oranının %40 Olduğu Koşullar İçin Her bir Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği İndisleri



◆: RSD ■: RSDreferans ▲: RSDodak —: DTM

Alt Grupların Büyüklükleri Oranının 1:2 ve DMF'li Ortak Madde Oranının %60 Olduğu Koşullar İçin Her bir Puan Düzeyinde Elde Edilen Grup Değişmezliği İndisleri



◆: RMSD ■: RSDreferans ▲: RSDodak -: DTM

EK-D: Etik Komisyonu Onay Bildirimi

Form 40

Tez Çalışması Etik Komisyon İzin Muafiyeti Formu

2 / 2 / 2018

Hacettepe Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı Başkanlığı'na

Tez Başlığı/ Konusu:	Test Eşitlemede Grup Değişmezliğinin Farklı Simülasyon Koşulları Altında İncelenmesi
-------------------------	--

Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmamı:

1. İnsan ve hayvan üzerinde deney niteliği taşımamaktadır.
2. Biyolojik materyal (kan, idrar vb. biyolojik sıvılar ve örnekler) kullanılması gerektirmemektedir.
3. Beden bütünlüğüne müdahale içermemektedir.
4. Gözlemsel ve bedensel araştırma (anket, ölçek/skala çalışmaları, dosya taramaları, veri kaynakları taranması, sistem-model geliştirme çalışmaları) niteliğinde değildir.

Hacettepe Üniversitesi Etik Kurulur ve Komisyonlarının Yönergelerini inceledim ve bunlara göre tez çalışmamın yürütülebilmesi için herhangi bir Etik Kuruluya/Etik Kurulardan izin alınmasına gerek olmadığını; aksi durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

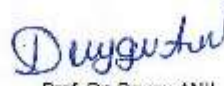

Halice İNAL
(Öğrenci Adı Soyadı, İmza)

Öğrenci Bilgileri

Adı Soyadı	Halice İNAL
Öğrenci No	HT1167089
Anabilim Dalı	Eğitim Bilimleri
Programı	Fakülte Öğrenci ve Değerlendirme
Statüsü	☐ Yüksek Lisans ☐ Doktora ☒ BÜTÜNLÜK Dİ.

Danışman Görüşü ve Onayı

Test Eşitlemede Grup Değişmezliğinin Farklı Simülasyon Koşulları Altında İncelenmesi başlıklı tez çalışmamda bilgisayar ortamında simülasyon yardımıyla veri üretilmiş olup, herhangi bir deney ya da denek üzerinde veri toplanmamıştır.


Prof. Dr. Duygu ANIL
(İmza)
(Danışman Adı, Adı ve Soyadı)

EK-E: Etik Beyanı

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

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

beyan ederim.

02/02/2017



Hatice İNAL

EK-F: Doktora Tez Çalışması Orijinallik Raporu

02/02/2018

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ

Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı Başkanlığına,

Tez Başlığı: Test Eşitlemede Grup Değişmezliğinin Farklı Simülasyon Koşulları Altında 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 Oranı	Gönderim Numarası
02/02 /2018	114	151,101	05/01 /2018	%11	910162074

Uygulanan filtreler:

1. Kaynaklar 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 eder, gereğini saygılarımla arz ederim.

Ad Soyadı: Hatice İNAL

Öğrenci No.: H11167989

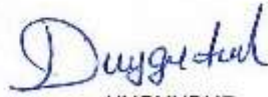
Ana Bilim Dalı: Eğitim Bilimleri

Programı: Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme

Statüsü: ☐ Y.Lisans ☐ Doktora ☒ Bütünleşik Dr.


İmza

DANIŞMAN ONAYI



UYGUNDUR.

Prof. Dr. Duygu ANIL

EK-G: Dissertation Originality Report

02/02/2018

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

Thesis Title: Investigation Of Group Invariance In Test Equating Under Different Simulation Conditions

The whole thesis that includes the *title page, introduction, main chapters, conclusions and bibliography section* is checked by using **Tumit** 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
02/02/2018	114	151,101	05/01/2018	%11	910162074

Filtering options applied:

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

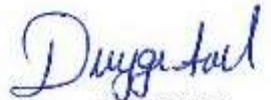
I declare that I have carefully read Hacettepe University Graduate School of Educational Sciences Guidelines for Obtaining and Using Thesis Originality Reports; that according to the maximum similarity index values specified in the Guidelines, my thesis does not include any form of plagiarism; that in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

I respectfully submit this for approval.

Name Lastname: Hatice INAL
Student No.: H11167989
Department: Educational Sciences
Program: Educational Measurement and Evaluation
Status: ☐ Masters ☐ Ph.D. ☒ Integrated Ph.D.


Signature

ADVISOR APPROVAL


APPROVED
Prof. Dr. Duygu ANIL

EK-Ğ: Yayınlama ve Fikrî Mülkiyet Hakları Beyanı

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversite'ye verilen kullanım hakları dışındaki bütün fikrî mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının veya 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 metinleri yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversite'ye 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 etmeniz ve kütüphane bu talebinizi yerine getirirse bile, teziniz arama motorlarının ön belleklerinde kalmaya devam edebilecektir)

☒ Tezimin/Raporumun 02.02.2021 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 tarihine kadar erişime açılmasını istemiyorum ancak kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı veya tamamının fotokopisinin alınmasını onaylıyorum.

☐ Serbest Seçenek/Yazarın Seçimi:

.....
.....
.....
.....

02/02/2018


Hatice İNAL

