



**DEĞİŞEN MADDE FONKSİYONUNUN FARKLI KOŞULLAR
ALTINDA DINA VE DINO MODELLERİNİN SINIFLANDIRMA
PERFORMANSLARINA ETKİSİ**

Seyhan Sarıtaş Akyol

DOKTORA TEZİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

NİSAN, 2023

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU

Bu tezin tüm hakları saklıdır. Kaynak göstermek koşuluyla tezin teslim tarihinden itibaren tezden fotokopi çekilebilir.

YAZARIN

Adı : Seyhan
Soyadı : Sarıtaş Akyol
Bölümü : Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme
İmza :
Teslim Tarihi :

TEZİN

Türkçe Adı : Değişen Madde Fonksiyonunun Farklı Koşullar Altında DINA Ve DINO Modellerinin Sınıflandırma Performansına Etkisi
İngilizce Adı : The Effect Of DINA And DINO Models On Classification Performance Under Different Conditions of Differential Item Functioning

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

Tez yazma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyduğumu, yararlandığım tüm kaynakları kaynak gösterme ilkelerine uygun olarak kaynakçada belirttiğimi ve bu bölümler dışındaki tüm ifadelerin şahsıma ait olduğunu beyan ederim.

Yazar Adı Soyadı: Seyhan SARITAŞ AKYOL

İmza :

JÜRİ ONAY SAYFASI

Seyhan Sarıtaş Akyol tarafından hazırlanan “Değişen Madde Fonksiyonunun Farklı Koşullar Altında DINA Ve DINO Modellerinin Sınıflandırma Performansına Etkisi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/çokluğu ile Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı, Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Bilim Dalı’nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Mehtap ÇAKAN

.....

Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme ABD, Gazi Üniversitesi

Başkan: Prof. Dr. Şeref TAN

.....

Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme ABD, Gazi Üniversitesi

Üye: Prof. Dr. Nuri DOĞAN

.....

Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme ABD, Hacettepe Üniversitesi

Üye: Prof. Dr. Dilara BAKAN KALAYCIOĞLU

.....

Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme ABD, Gazi Üniversitesi

Üye: Doç. Dr. Celal Deha DOĞAN

.....

Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme ABD, Ankara Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 20/02/2023

Bu tezin Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı’nda Doktora tezi olması için şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Şaban Çetin

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü

.....

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca hem akademik anlamda hem de sosyal konularda görüş ve düşüncelerini paylaşan, kendimi geliştirmem için uygun şartları sağlayan çok değerli danışmanım Prof. Dr. Mehtap ÇAKAN'a çok teşekkür ederim. Tez izleme komitemde ve tez jürimde bulunan tezimin şekillenmesinde değerleri fikirleriyle her zaman yol gösterici olan saygıdeğer hocalarım Prof. Dr. Şeref TAN'a ve Prof. Dr. Nuri DOĞAN'a teşekkürlerimi iletmek isterim. Tez jürime katılan değerli hocalarım Prof. Dr. Dilara BAKAN KALAYCIOĞLU'na ve Doç. Dr. Celal Deha DOĞAN'a çok kıymetli görüşleri ve tezime katkıları için teşekkürlerimi sunuyorum.

Lisansüstü eğitimimde birlikte çok şey öğrendiğimiz, çalışmayı, paylaşmayı, öğrenmeyi sevdiğim kıymetli arkadaşlarım Dr. Öğretim üyesi Esra SÖZER' e, ÖYP senedimde kefilim olacak kadar bana inanan canım Dr. Emine YAVUZ'a ve önünde hiçbir problemin çözülmeden duramadığı çok değerli Dr. Sibel ADA'ya varlıkları ve destekleri için teşekkür ediyorum.

Hayatım boyunca sevgileriyle ve destekleriyle yanımda olan canım annem, babam, abim ve kardeşime, doktora tez sürecimde fiziksel olarak yanımda olamasa da varlığıyla hep yanı başımda olduğunu hissettiren, her zaman bana güç veren sevgili eşime destekleri için çok teşekkür ediyorum. Büyük teşekkürüm de tez yolculuğumda hayatıma güneş gibi doğan, canım oğlum Mete'ye, bana verdiği her dakika, neşen, enerjin, sabrın ve varlığın için teşekkür ediyorum.

I would also like to thank Dr. Justin PAULSEN for his clarity and for sharing his valuable views with me by answering my questions.



*Can oğlum Mete'ye...
&
Fırsat eřitliđi olmayan tüm canlara...*

DEĞİŞEN MADDE FONKSİYONUNUN FARKLI KOŞULLAR ALTINDA DINA VE DINO MODELLERİNİN SINIFLANDIRMA PERFORMANSLARINA ETKİSİ

(Doktora Tezi)

Seyhan Sarıtaş Akyol
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
NİSAN, 2023

ÖZ

Bilişsel tanı modelleri öğrenci ve uygulayıcılara detaylı dönüt sağlama imkânı sunduğu için eğitim alanında kullanımı artmaktadır. Ancak bu modellerin sonuçlarına dayalı uygun kullanım ve yorumları sağlamak için değişen madde fonksiyonunun (DMF) etkisini anlamak önemlidir. Bu araştırmada bilişsel tanı modellerinden telafisel olmayan DINA ve telafisel olan DINO modelleri kapsamında nitelik sayısı (4, 6), DMF büyüklüğü (.075, .10, .15, .20), DMF türü (tek biçimli, tek biçimli olmayan), DMF’li madde yüzdesi (%20, %30) ve DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı (1, 2, 3) faktörlerinin nitelik ve örüntü düzeyinde sınıflandırma performanslarına olan etkisini incelemek amaçlanmıştır. Bu çalışmada belirlenen test koşullarını oluşturmak için bilişsel tanı değerlendirmeye dayalı bir Monte Carlo simülasyon çalışması yürütülmüştür. Çalışmanın amacı doğrultusunda alanyazına dayalı olarak belirlenen faktörler ve faktörlerin düzeylerine göre toplam 192 farklı koşul için referans ve odak gruplara ait veri seti oluşturulmuştur. Araştırmada belirlenen koşulları daha bilgilendirici şekilde karşılaştırmak için bu koşullara ek olarak ele alınan her model ve nitelik sayısı için DMF’li maddenin olmadığı durum için de veri seti oluşturulmuştur. Dolayısıyla toplam 196 farklı koşul incelenmiştir. Araştırmada her bir grup için sabitlenen faktörler olarak örneklem büyüklüğü 1000, nitelikler arası ilişki $p=0.5$, testteki madde sayısı 30 ve kaydırma ile tahmin madde parametrelerinin dağılımı tek düze dağılım olarak [.1, .3] belirlenmiştir.

Çalışmada ele alınan faktörler DINA ve DINO modellerinde her iki grup için nitelik ve örüntü düzeyi doğru sınıflama oranları (NDSO, ÖDSO) üzerindeki etkileri için ayrı ayrı

incelenmiştir. Yapılan analizler incelendiğinde nitelik sayısı 4'ten 6'ya çıktığında her iki grubun DINA ve DINO modellerindeki NDSO ve ÖDSO değerleri azalmıştır. DMF büyüklüğü arttığında odak grup NDSO değerleri DINA modelinde sistematik olarak azalırken, DINO modelinde sistematik bir değişim gözlenmemiştir. DMF büyüklüğünün tüm düzeylerinde DINO modeline ait NDSO ile ÖDSO değerleri anlamlı farkla DINA modelinden daha yüksek bulunmuştur. DMF türü tek biçimliden tek biçimli olmayana değiştiğinde referans grubun DINA ve DINO modele ait NDSO değerleri artmıştır. Odak grubun NDSO ve ÖDSO değerleri DMF türü tek biçimliden tek biçimli olmayana değiştiğinde her iki modelde de azalmıştır. DMF yüzdesine göre etkiler incelendiğinde odak grupta DMF'li madde yüzdesi arttığında DINA ve DINO modellerine ait NDSO ve ÖDSO'lar düşmüştür. DMF'li maddenin ölçtüğü nitelik sayısına göre incelendiğinde DMF gösteren maddenin Q-matrisindeki madde nitelik ilişkisinin sınıflama doğruluğu üzerinde DINA ile DINO modelleri düzeylerinde farklı etkilere sahip olduğu bulunmuştur. DMF'li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı arttıkça NDSO ile ÖDSO'lar DINA modelde artarken aynı koşullarda DINO modelde düşme eğilimindedir. Ayrıca genel olarak çalışmada ele alınan tüm faktörlerin düzeylerinde DINO modeline ait nitelik ve örüntü düzeyinde sınıflama doğruluğu DINA modelden yüksek bulunmuştur. Ek olarak bulgulara göre farklı DMF koşullarında nitelik düzeyi sınıflama doğruluğunun tüm koşullarda sağlam kaldığı, örüntü düzeyi sınıflama doğruluğunun DMF etkilerinden daha çok olumsuz yönde etkilendiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler : Bilişsel Tanı Modelleri, Değişen Madde Fonksiyonu, DINA, DINO Monte Carlo Simülasyon, Sınıflandırma Oranı.

Sayfa Adedi : XVIII + 175

Danışman : Prof. Dr. Mehtap ÇAKAN

**THE EFFECT OF DINA AND DINO MODELS ON CLASSIFICATION
PERFORMANCE UNDER DIFFERENT CONDITIONS OF
DIFFERENTIAL ITEM FUNCTIONING
(Ph.D Thesis)**

Seyhan Saritas Akyol

GAZI UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF EDUCATIONAL SCIENCES

April, 2023

ABSTRACT

Since cognitive diagnostic models provide detailed feedback to students and practitioners, their use in the field of education is rapidly spreading. However, an important step to ensure appropriate use and interpretation from cognitive diagnostic models is to understand the impact of differential item functioning (DIF). In this study, within the scope of cognitive diagnosis models, it is aimed to examine the effects of model (DINA, DINO), number of attribute (4, 6), DIF magnitude (.075, .10, .15, .20), DIF type (uniform, non-uniform), the percentage of items with DIF (20%, 30%) and the number of attributes measured by items with DIF in the Q-matrix (1, 2, 3) on classification performance at the level of attribute and pattern. A Monte Carlo simulation study based on hypothetical cognitive diagnostic evaluation was conducted to create these test conditions that cannot be created in practice. In line with the aim of the study, 192 different data sets were created according to the factors and the levels of the factors determined based on the literature. In order to compare the conditions determined in the research in a more informative way, in addition to these conditions, data set was created for each model and number of attributes beforehand, for the absence of the item with DIF. Thereby, a total of 196 different conditions were examined. In the study, as the fixed factors for each group, the sample size of 1000, the correlation between the attributes $p=0.5$, the number of items in the test 30, and the distribution of slipping and guessing item parameters as a uniform distribution [.1, .3]. In the study, the factors were examined for their effects on the attribute and pattern level correct classification rate for the reference and focus group in the DINA and DINO models. According to the analysis, as the number of attributes increased from 4 to 6, the classification accuracy of the DINA and DINO models of both groups decreased. As the DIF magnitude increased, the

focus group attribute level correct classification accuracy systematically decreased in the DINA model, while no systematic difference was observed in the DINO model. In both models, when the DIF type changed from uniform to non-uniform, in accordance with the expectation, classification accuracy decreased in the focus group and increased in the reference group. As the effects were examined according to the percentage of DIF, the classification accuracy of DINA and DINO models decreased when the percentage of items with DMF increased in the focus group. It was found that the item attribute relationship in the q matrix of the item with DIF had different effects on the classification accuracy at the levels of DINA and DINO models. As the number of attributes measured by the item with DMF increases, the classification accuracy of the attribute and pattern level increases in the DINA model, while it tends to decrease in the DINO model under the same conditions.

As the number of attributes measured by the item with DIF increases, ACA and PCA tend to increase in the DINA model, while they tend to decrease in the DINO model under the same conditions. In addition, in general, the classification accuracies of the DINO model at the levels of all the factors discussed in the study were found to be higher than the DINA model. In addition, according to the findings, it was seen that the attribute level classification accuracy in different DIF conditions was robust in all conditions, and the pattern level classification accuracy was more negatively affected by the DIF effects.

Key Words : Cognitive Diagnostic Models, Differential Item Functioning, DINA, DINO
Monte Carlo Simulation, Classification Performance.

Page Number : XVIII + 175

Supervisor : Prof. Dr. Mehtap ÇAKAN

İÇİNDEKİLER

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU	i
ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI.....	ii
JÜRİ ONAY SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZ	vi
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER.....	x
TABLolar LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xviii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xxii
BÖLÜM I	1
GİRİŞ.....	1
1.1. Problem Durumu.....	1
1.2. Problem İfadesi.....	5
1.3. Araştırma soruları.....	6
1.4. Araştırmanın Amacı	6
1.5. Araştırmanın Önemi	7
1.6. Sınırlılıklar.....	8
BÖLÜM II.....	9
KURAMSAL ÇERÇEVE	9
2.1. Bilişsel Tanı Modelleme	9
2.1.1. DINA Model.....	15
2.1.2. DINO Model.....	16

2.1.3. <i>G-DINA Model</i>	17
2.2. BTM Bağlamında Değişen Madde Fonksiyonu.....	18
2.3. İlgili Çalışmalar	19
2.3.1. <i>Bilişsel Tanı Değerlendirmeye İlişkin Çalışmalar</i>	19
2.3.2. <i>Bilişsel Tanı Değerlendirmede DMF'ye İlişkin Yapılan Çalışmalar</i>	24
BÖLÜM III	31
YÖNTEM	31
3.1. Araştırmanın Modeli.....	31
3.2. Simülasyon Deseni.....	31
3.2.1. <i>Sabitlenen Faktörler</i>	32
3.2.2. <i>Manipüle Edilen Faktörler</i>	33
3.3. Verilerin Üretimi	36
3.4. Verilerin Analizi	39
3.4.1. <i>Simülasyon Verisinin Güvenirlik ve Geçerliği</i>	41
3.4.2. <i>Simülasyon Koşullarının Karşılaştırılmasına Yönelik Değerlendirme Kriteri</i>	42
BÖLÜM IV	44
BULGULAR VE YORUMLAR	44
4.1. Birinci Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar	44
4.2. İkinci Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar	81
4.3. Üçüncü Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar	103
BÖLÜM V	125
SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER	125
5.1. Sonuç ve Tartışma	125
5.2. Öneriler	132
5.2.1. <i>Uygulayıcılara Yönelik Öneriler</i>	132
5.2.2. <i>Araştırmacılara Yönelik Öneriler</i>	134
KAYNAKLAR	135
EKLER	145
EK 1. DINA Modeline İlişkin ÖDSO Değerleri Etkileşim Etkileri İçin Yapılan Manidarlık Testleri	146
EK 2. DINO Modeline İlişkin NDSO Değerleri Etkileşim Etkileri İçin Yapılan Manidarlık Testleri	149

EK 3. DINO Modeline İlişkin ÖDSO Değerleri Etkileşim Etkileri İçin Yapılan Manidarlık Testleri	159
EK 4. Üçüncü Araştırma Sorusuna Ait Anlamli Olan Ortak Etkilerin İkili veya Çoklu Karşılaştırmaları.....	170
Ek 5. Araştırmada Kullanılan 4 ve 6 Niteliğe Sahip Q-Matrislerin Tanımlanabilirlik Sonuçları	173



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1 BTM'ler için Q-matris örneği.....	11
Tablo 2 BTM'lerin bir taksonomisi.....	14
Tablo 3 Çalışma kapsamında kullanılan simülasyon verisinde dikkate alınan faktörler ve faktörlere ilişkin düzeyler	36
Tablo 4 Çalışmada kullanılan 4 ve 6 niteliği ölçen Q-matrisleri	37
Tablo 5 Koşullara göre DMF türü ve büyüklüğünün kombinasyonu	39
Tablo 6 DINA model'e ilişkin referans ve odak grubun değişen koşullarda NDSO ortalamaları.....	45
Tablo 7 DINA model'e ilişkin referans ve odak grubun değişen koşullarda ÖDSO ortalamaları.....	50
Tablo 8 DINA modeline ilişkin referans grubun değişen koşullarda NDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları	54
Tablo 9 Referans grup NDSO değerleri DMF türü düzeylerinde DMF büyüklüğü, DMF yüzdesi ve DMF'li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı değişkenleri ile faktöriyel ANOVA bulguları.....	55
Tablo 10 Referans grup NDSO değerlerinin DMF türü tek biçimli düzeyi ve DMF yüzdesi düzeylerinde DMF büyüklüğü ile DMF'li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı değişkenleri ile faktöriyel ANOVA bulguları.....	56
Tablo 11 Referans grup NDSO değerlerinin DMF türü tek biçimli düzeyi ve DMF yüzdesi düzeylerinde DMF büyüklüğüne göre DMF'li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısının ikili karşılaştırmaları	56
Tablo 12 Referans grup NDSO değerlerinin DMF türü tek biçimli düzeyi ve DMF yüzdesi düzeylerinde DMF'li maddenin ölçtüğü nitelik sayısına göre DMF büyüklüğünün ikili karşılaştırmaları	57

Tablo 13 Referans grup NDSO değerlerinin DMF türü tek biçimli düzeyi ve DMF büyüklüğü düzeylerinde DMF yüzdesi ile DMF'li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı değişkenleri ile faktöriyel ANOVA bulguları.....	58
Tablo 14 Referans grup NDSO değerlerinin DMF türü tek biçimli ve DMF büyüklüğü düzeylerinde DMF yüzdesine göre DMF'li maddenin ölçtüğü nitelik sayılarının ikili karşılaştırmaları	59
Tablo 15 Referans grup NDSO değerlerinin DMF türü tek biçimli düzeyi ve DMF büyüklüğü düzeylerinde DMF'li maddenin ölçtüğü nitelik sayısına göre DMF yüzdesinin ikili karşılaştırmaları	59
Tablo 16 DINA modeline ilişkin odak grubun değişen koşullarda NDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları	61
Tablo 17 Odak grup NDSO değerleri DMF türü düzeylerinde DMF büyüklüğü, DMF yüzdesi ve DMF'li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı değişkenleri ile faktöriyel ANOVA bulguları.....	62
Tablo 18 Odak grup NDSO değerlerinin DMF türü tek biçimli olmayan düzeyi ve DMF'li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı düzeylerinde DMF büyüklüğü ile DMF yüzdesi değişkenleri ile faktöriyel ANOVA bulguları	63
Tablo 19 Odak grup NDSO değerlerinin DMF türü tek biçimli olmayan düzeyi ve DMF'li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı düzeylerinde DMF büyüklüğüne göre DMF yüzdesinin ikili karşılaştırmaları	64
Tablo 20 Odak grup NDSO değerlerinin DMF türü tek biçimli olmayan düzeyi ve DMF'li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı düzeylerinde DMF yüzdesine göre DMF büyüklüğünün ikili karşılaştırmaları.....	64
Tablo 21 Odak grup NDSO değerlerinin DMF türü ve DMF yüzdesi düzeylerinde DMF büyüklüğü ile DMF'li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı değişkenleri ile faktöriyel ANOVA bulguları.....	65
Tablo 22 Odak grup NDSO değerlerinin DMF türü ve DMF yüzdesi düzeylerinde DMF büyüklüğüne göre DMF'li madde nitelik sayısının ikili karşılaştırmaları	65
Tablo 23 Odak grup NDSO değerlerinin DMF türü ve DMF yüzdesi düzeylerinde DMF'li madde nitelik sayısına göre DMF büyüklüğünün ikili karşılaştırmaları.....	66

Tablo 24 <i>Odak grup NDSO değerlerinin DMF türü ve DMF büyüklüğü düzeylerinde DMF yüzdesi ile DMF'li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı değişkenleri ile faktöriyel ANOVA bulguları</i>	67
Tablo 25 <i>Odak grup NDSO değerlerinin DMF türü ve DMF büyüklüğü düzeylerinde DMF yüzdesine göre DMF'li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı arasında yapılan ikili karşılaştırmalar</i>	68
Tablo 26 <i>Odak grup NDSO değerlerinin DMF türü ve DMF büyüklüğü düzeylerinde DMF'li madde nitelik sayısına göre DMF yüzdesinin ikili karşılaştırmaları</i>	68
Tablo 27 <i>DINA modeline ilişkin referans grubun değişen koşullarda ÖDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları</i>	71
Tablo 28 <i>DINA modeline ilişkin odak grubun değişen koşullarda ÖDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları</i>	75
Tablo 29 <i>DINO model'e ilişkin referans ve odak grubun değişen koşullarda NDSO ortalamaları</i>	81
Tablo 30 <i>DINO model'e ilişkin referans ve odak grubun değişen koşullarda ÖDSO ortalamaları</i>	85
Tablo 31 <i>DINO modeline ilişkin referans grubun değişen koşullarda NDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları</i>	90
Tablo 32 <i>DINO modeline ilişkin odak grubun değişen koşullarda NDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları</i>	93
Tablo 33 <i>DINO modeline ilişkin referans grubun değişen koşullarda ÖDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları</i>	97
Tablo 34 <i>DINO modeline ilişkin odak grubun değişen koşullarda ÖDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları</i>	100
Tablo 35 <i>Nitelik sayısı faktöründe DINA ve DINO modellerine ilişkin referans grubun NDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları</i>	104
Tablo 36 <i>Nitelik sayısı faktöründe DINA ve DINO modellerine ilişkin referans grubun ÖDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları</i>	105
Tablo 37 <i>Nitelik sayısı faktöründe DINA ve DINO modellerine ilişkin odak grubun NDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları</i>	106
Tablo 38 <i>Nitelik sayısı faktöründe DINA ve DINO modellerine ilişkin odak grubun ÖDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları</i>	107

Tablo 39 DMF büyüklüğü faktöründe DINA ve DINO modellerine ilişkin referans grubun NDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları	108
Tablo 40 DMF büyüklüğü faktöründe DINA ve DINO modellerine ilişkin referans grubun ÖDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları	109
Tablo 41 DMF büyüklüğü faktöründe DINA ve DINO modellerine ilişkin odak grubun NDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları	109
Tablo 42 DMF büyüklüğü faktöründe DINA ve DINO modellerine ilişkin odak grubun ÖDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları	110
Tablo 43 DMF türü faktöründe DINA ve DINO modellerine ilişkin referans grubun NDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları.....	111
Tablo 44 DMF türü faktöründe DINA ve DINO modellerine ilişkin referans grubun ÖDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları.....	112
Tablo 45 DMF türü faktöründe DINA ve DINO modellerine ilişkin odak grubun NDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları.....	113
Tablo 46 DMF türü faktöründe DINA ve DINO modellerine ilişkin odak grubun ÖDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları.....	114
Tablo 47 DMF’li madde yüzdesi faktöründe DINA ve DINO modellerine ilişkin referans grubun NDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları.....	115
Tablo 48 DMF’li madde yüzdesi faktöründe DINA ve DINO modellerine ilişkin referans grubun ÖDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları.....	116
Tablo 49 DMF’li madde yüzdesi faktöründe DINA ve DINO modellerine ilişkin odak grubun NDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları.....	117
Tablo 50 DMF’li madde yüzdesi faktöründe DINA ve DINO modellerine ilişkin odak grubun ÖDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları.....	118
Tablo 51 DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktöründe DINA ve DINO modellerine ilişkin referans grubun NDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları.....	119
Tablo 52 DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktöründe DINA ve DINO modellerine ilişkin referans grubun ÖDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları.....	121

Tablo 53 <i>DMF’li Maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktöründe DINA ve DINO modellerine ilişkin odak grubun NDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları</i>	122
Tablo 54 <i>DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktöründe DINA ve DINO modellerine ilişkin odak grubun ÖDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları</i>	123



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Değişen koşullarda DINA modeline ait referans grubun NDSO ortalamaları: Q-matrisinde nitelik sayısı 4	46
Şekil 2. Değişen koşullarda DINA modeline ait referans grubun NDSO ortalamaları: Q-matrisinde nitelik sayısı 6	47
Şekil 3. Değişen koşullarda DINA modeline ait odak grubun NDSO ortalamaları: Q-matrisinde nitelik sayısı 4	47
Şekil 4. Değişen koşullarda DINA modeline ait odak grubun NDSO ortalamaları: Q-matrisinde nitelik sayısı 6	48
Şekil 5. Değişen koşullarda DINA modeline ait referans grubun ÖDSO ortalamaları: Q-matrisinde nitelik sayısı 4	51
Şekil 6. Değişen koşullarda DINA modeline ait referans grubun ÖDSO ortalamaları: Q-matrisinde nitelik sayısı 6	52
Şekil 7. Değişen koşullarda DINA modeline ait odak grubun ÖDSO ortalamaları: Q-matrisinde nitelik sayısı 4	52
Şekil 8. Değişen koşullarda DINA modeline ait odak grubun ÖDSO ortalamaları: Q-matrisinde nitelik sayısı 6	52
Şekil 9. DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF’li madde yüzdesi ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörlerinde DINA ilişkin referans gruba ait NDSO değerleri	60
Şekil 10. DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF’li madde yüzdesi ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörlerinde DINA modele ilişkin odak gruba ait NDSO değerleri	69
Şekil 11. DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF’li madde yüzdesi faktörlerinde DINA modeline ilişkin referans gruba ait ÖDSO değerleri.....	72

<i>Şekil 12.</i> DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörlerinde DINA modeline ilişkin referans gruba ait ÖDSO değerleri.....	73
<i>Şekil 13.</i> DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF’li madde yüzdesi faktörlerinde DINA modeline ilişkin referans gruba ait ÖDSO değerleri.....	74
<i>Şekil 14.</i> Nitelik sayısı, DMF’li madde yüzdesi ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörlerinde DINA modeline ilişkin odak gruba ait ÖDSO değerleri	77
<i>Şekil 15.</i> DMF büyüklüğü, DMF türü ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörlerinde DINA modeline ilişkin odak gruba ait ÖDSO değerleri.....	77
<i>Şekil 16.</i> DMF büyüklüğü, DMF’li madde yüzdesi ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörlerinde DINA modeline ilişkin odak gruba ait ÖDSO değerleri	79
<i>Şekil 17.</i> DMF türü, DMF’li madde yüzdesi ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörlerinde DINA modeline ilişkin odak gruba ait ÖDSO değerleri.....	80
<i>Şekil 18.</i> Değişen koşullarda DINO modeline ait referans grubun NDSO ortalamaları: Q-matrisinde nitelik sayısı 4	83
<i>Şekil 19.</i> Değişen koşullarda DINO modeline ait referans grubun NDSO ortalamaları: Q-matrisinde nitelik sayısı 6	83
<i>Şekil 20.</i> Değişen koşullarda DINO modeline ait odak grubun NDSO ortalamaları: Q-matrisinde nitelik sayısı 4	84
<i>Şekil 21.</i> Değişen koşullarda DINO modeline ait odak grubun NDSO ortalamaları: Q-matrisinde nitelik sayısı 6	84
<i>Şekil 22.</i> Değişen koşullarda DINO modeline ait referans grubun ÖDSO ortalamaları: Q-matrisinde nitelik sayısı 4	87
<i>Şekil 23.</i> Değişen koşullarda DINO modeline ait referans grubun ÖDSO ortalamaları: Q-matrisinde nitelik sayısı 6	87
<i>Şekil 24.</i> Değişen koşullarda DINO modeline ait odak grubun ÖDSO ortalamaları: Q-matrisinde nitelik sayısı 4	88
<i>Şekil 25.</i> Değişen koşullarda DINO modeline ait odak grubun ÖDSO ortalamaları: Q-matrisinde nitelik sayısı 6	88

<i>Şekil 26.</i> Nitelik sayısı, DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF’li madde yüzdesi ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörlerinde DINO modele ilişkin referans gruba ait NDSO değerleri	92
<i>Şekil 27.</i> Nitelik sayısı, DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF’li madde yüzdesi ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörlerinde DINO modele ilişkin odak gruba ait NDSO değerleri	95
<i>Şekil 28.</i> Nitelik sayısı, DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF’li madde yüzdesi ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörlerinde DINO modele ilişkin referans gruba ait ÖDSO değerleri	99
<i>Şekil 29.</i> Nitelik sayısı, DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF’li madde yüzdesi ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörlerinde DINO modele ilişkin odak gruba ait ÖDSO değerleri	102
<i>Şekil 30.</i> DINA ve DINO modellerine ilişkin referans gruba ait nitelik sayısı faktörü düzeylerinde NDSO değerleri.....	104
<i>Şekil 31.</i> DINA ve DINO modellerine ilişkin referans gruba ait nitelik sayısı faktörü düzeylerinde ÖDSO değerleri.....	105
<i>Şekil 32.</i> DINA ve DINO modellerine ilişkin odak gruba ait nitelik sayısı faktörü düzeylerinde NDSO değerleri.....	106
<i>Şekil 33.</i> DINA ve DINO modellerine ilişkin odak gruba ait nitelik sayısı faktörü düzeylerinde ÖDSO değerleri.....	107
<i>Şekil 34.</i> DINA ve DINO modellerine ilişkin odak gruba ait DMF büyüklüğü faktörü düzeylerinde NDSO değerleri.....	110
<i>Şekil 35.</i> DINA ve DINO modellerine ilişkin referans gruba ait DMF türü faktörü düzeylerinde NDSO değerleri.....	112
<i>Şekil 36.</i> DINA ve DINO modellerine ilişkin referans gruba ait DMF türü faktörü düzeylerinde ÖDSO değerleri.....	113
<i>Şekil 37.</i> DINA ve DINO modellerine ilişkin odak gruba ait DMF türü faktörü düzeylerinde NDSO değerleri.....	114
<i>Şekil 38.</i> DINA ve DINO modellerine ilişkin odak gruba ait DMF türü faktörü düzeylerinde ÖDSO değerleri.....	115
<i>Şekil 39.</i> DINA ve DINO modellerine ilişkin referans gruba ait DMF’li madde yüzdesi faktörü düzeylerinde NDSO değerleri	116

<i>Şekil 40.</i> DINA ve DINO modellerine ilişkin referans gruba ait DMF’li madde yüzdesi faktörü düzeylerinde ÖDSO değerleri	117
<i>Şekil 41.</i> DINA ve DINO modellerine ilişkin odak gruba ait DMF’li madde yüzdesi faktörü düzeylerinde NDSO değerleri.....	118
<i>Şekil 42.</i> DINA ve DINO modellerine ilişkin odak gruba ait DMF’li madde yüzdesi faktörü düzeylerinde ÖDSO değerleri.....	119
<i>Şekil 43.</i> DINA ve DINO modellerine ilişkin referans gruba ait DMF’li madde nitelik sayısı faktörü düzeylerinde NDSO değerleri	120
<i>Şekil 44.</i> DINA ve DINO modellerine ilişkin referans gruba ait DMF’li madde nitelik sayısı faktörü düzeylerinde ÖDSO değerleri	121
<i>Şekil 45.</i> DINA ve DINO modellerine ilişkin odak gruba ait DMF’li madde nitelik sayısı faktörü düzeylerinde NDSO değerleri	122
<i>Şekil 46.</i> DINA ve DINO modellerine ilişkin odak gruba ait DMF’li madde nitelik sayısı faktörü düzeylerinde ÖDSO değerleri	123

KISALTMALAR LİSTESİ

ACDM	Additive Cognitive Diagnostic Model
AHM	Attribute Hierarchy Model
ANOVA	Analysis of Variance
BTM	Bilişsel Tanı Modeli
C-RUM	Compensatory Reparameterized Unified Model
DINA	Deterministic Inputs, Noisy-And-Gate
DINO	Deterministic Inputs, Noisy-Or-Gate
DSO	Doğru Sınıflandırma Oranı
FS	Forward Anchor Item Search
KTK	Klasik Test Kuramı
LR	Likelihood Ratio
MAP	Maximum a Posteriori
MH	Mantel-Haenszel
MTK	Madde Tepki Kuramı
MG-GDINA	Multiple-group Generalized Deterministic Inputs, Noisy-And-Gate
NC-RUM	Non-Compensatory Reparameterized Unified Model
NDSO	Nitelik-düzeyi Doğru Sınıflandırma Oranı
NIDA	Noisy-Input, Deterministic And Gate
NIDO	Noisy Input, Deterministic-Or-Gate
ÖDSO	Örüntü-düzeyi Doğru Sınıflandırma Oranı
RSM	Rule Space Model
SIBTEST	Simultaneous Item Bias Test

BÖLÜM I

GİRİŞ

Bu bölümde problem durumu tanımlanmaya çalışılmış, araştırmanın amacı ortaya koyulmuş, araştırmanın önemi ve ilgili çalışmalar belirtilmiştir.

1.1. Problem Durumu

Tanılayıcı ölçmeyi gerektirebilecek durumlar genel olarak; olası bir bozukluğun (disorder) teşhis edilmesi, bir hasta için en etkili tedavi planının belirlenmesi, bir öğrenci için belirli bir içerik alanında öğrencinin güçlü ve zayıf yönlerinin tanımlanması ve öğrenci için en iyi alıştırmaların belirlenmesi gibi çok çeşitlilik gösterebilmektedir (Rupp, Templin ve Henson, 2010). Bilişsel tanılayıcı değerlendirme, öğrencilerin yanıtları analiz edilerek öğrencilerin güçlü ve zayıf bilişsel yönleri hakkında zengin bilgi sağlamak amacıyla öğrencilerin belirli bir bilgi yapılarını ve işlem (processing) becerilerini ölçmek için tasarlanmıştır (Hou, 2013; Leighton ve Gierl, 2007). Amerika’da 2001 yılında “No Child Left Behind ” (Hiçbir Çocuk Geride Kalmasın) kanunu çıkarılarak her çocuğun eğitimdeki fırsatlardan daha çok yararlanabileceği ortam oluşturulmak istenmiştir. Bu kanunla birlikte öğrencilere, öğretmenlere ve velilere tanı raporlarının verilmesi zorunlu kılınmış, değerlendirmelerin gerçekten ölçütlere dayalı hale getirilmesi yönünde artan bir baskı oluşmuştur (Zhang, 2006). Öğrencilerin bilişsel tanılama değerlendirmesinin gerektirdiği becerilere hakim olup olmadıklarını tahmin etmek için bilişsel tanı modelleri (BTM) adı verilen yeni bir test paradigması ortaya çıkmıştır (Hou, 2013). BTM’ler ile öğrencilerin gerçekleştirmiş olduğu performansların gerçek nedenleri tanımlanarak öğrencilerin öğrenme fırsatları en üst düzeye çıkarılabilir (Leighton ve Gierl, 2007, s.5). Çünkü BTM’lere dayalı başarılı tanı

değerlendirmeleri, bireylere ilişkin öğrenme öğretme sürecini takiben rehberlik etmek için yeterli bilgi sağladığı iddia edilmektedir (Hou, 2013). Biçimlendirici ayrıntılı değerlendirmeye yönelik talep arttıkça, BTM'lerdeki araştırmalar son yıllarda artmıştır (Paulsen, Svetina, Feng ve Valdivia, 2020). Dolayısıyla öğrencinin bilişsel süreçlerine dönüt verme, biçimlendirme amaçlı değerlendirmeler ve BTM kullanımını kapsayan çalışmalar alan yazında daha sık görülmeye başlanmıştır.

Tanısal değerlendirme verilerine dayalı sınıflandırmalar içeren tanı koyma kararları yeni bir kavram değildir, ancak BTM'ler 1990'ların ortasından sonra gelişmeye başlamıştır (Rupp, vd., 2010). Daha öncesinde de tanılayıcı değerlendirmelerden elde edilen verilerin modellenmesi Klasik Test Kuramı (KTK), Madde tepki Kuramı (MTK) ve Faktör Analizine (FA) dayalı ölçüt dayanaklı değerlendirme ile gerçekleştirilmekteydi. Ancak, bahsedilen yöntemlerin kullanılması genel olarak; ilk aşama “gizil değişken puanı kestirimi”, ikinci aşama “sınava girenlerin sınıflandırılması için kesme puanlarının oluşturulması” olmak üzere iki aşamayı içermekte ve bu durum birden fazla hata kaynağına sebep olmaktadır (Rupp, vd., 2010, s. 46). Başka bir deyişle, bu yaklaşımlarla belirli bir süreklilik (continuum) üzerinde bir tanıya işaret eden kesme noktasının belirlenmesi tek bir analizle doğrudan gerçekleştirilememektedir (Templin ve Henson, 2006). Ancak analizin amacı bireylerin sınıflandırılması için tanılama bilgisi elde etmek ise grup üyeliğini belirlemek için; gizil özelliğin kategorik olduğu varsayılan bilişsel tanı modelleri, gruplar arası kesme puanı belirlemek adına ilave yönteme gerek duymadan kullanılan iyi bir tercih olacaktır (Rupp, vd., 2010, s. 46; Templin ve Henson, 2006). Bu durumda, sınıflandırma hatalarını bir dereceye kadar azaltan BTM'ler kullanıldığı takdirde, sınıflandırma için kesme puanları belirlemeye yönelik önceden bahsedilen iki aşamalı bir sürecin gerekliliği de ortadan kalkmaktadır (Rupp, vd. 2010, s. 46).

Ayrıca genellikle tek bir alan için hazırlanan genel yeterlilik testleri tek boyutlu ölçüm modelleri ile iyi uyum sağlamaktadır ancak, özellikle çok boyutlu ölçeklendirme ve raporlama amaçlarını kapsayan tanısal değerlendirmeler için bu durum geçerli olmamaktadır (Habenicht, Rupp ve Wilhelm, 2012). BTM'ler tek boyutlu MTK modellerine alternatif olarak, çok boyutlu, olasılıksal ve ayrık gizil değişken modelleridir (Hou, 2013). BTM'ler gizil niteliklerin kategorik olması ve sınırlamaların doğasından dolayı da faktör analitik yaklaşımlar, kümeleme yöntemleri ve geleneksel sınıflama yöntemlerinden de farklılık göstermektedir (Templin ve Henson, 2006). Dolayısıyla teorik olarak BTM'ler, diğer

modellerin yapamayacağı bir şekilde detaylı geri bildirimleri elde etmeye yarayan sınıflandırmalar sağlayabilmektedir (Paulsen, vd., 2020). Alan yazında yapılan çalışmalar incelendiğinde BTM’lerin yaygın olarak öğrencilere, öğretmenlere, program geliştirme uzmanları ve diğer eğitim paydaşlarına daha detaylı puan bildirimi sağlayarak kullanılan eğitim politikaların etkililiği hakkında bilgi beklendiği eğitimsel test durumlarında uygulandığı görülmektedir (Ackerman, Zhang, Henson ve Templin, 2006; Jang, 2005; Li, Hunter ve Lei, 2016; Ravand, 2016; Roberts ve Gierl, 2010; Toker, 2010; Toprak, 2015; Yakar, Doğan, Dost ve Yüksel, 2021; Yi, 2012). BTM’lerden elde edilen tanılayıcı bilgilerin her birey için kişisel “Tanılayıcı Puan Raporu” olarak hazırlanmasını sağlayan ve etkilerini araştıran çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (Ackerman, vd., 2006; Jang, 2005; Roberts ve Gierl, 2010). Bu çalışmalarda BTM’den elde edilen her bir nitelik için istatistiksel sınıflamalar yolu ile hangi öğrencilerin hangi niteliklere sahip olduğunu ve olmadığını ortaya koyan bir puan raporu oluşturulur. Bu şekilde bir dönüt bilgi sisteminin içinde öğretmen, gelecekteki öğretim stratejilerini planlamasını iyileştirme imkânı bulabilir ve öğrenme güçlüğü yaşayan öğrencilere de rehberlik için fırsat tanınabilir. Bunun yanı sıra BTM uygulamalarının psikolojik bozuklukları tanılamada da yararlı bilgiler sağladığı görülmektedir. Templin ve Henson (2006) çalışmalarında, DSM-IV’te belirtilen ölçütlerden faydalanarak nitelikler ve tanı kurallarını belirlemişlerdir. Bu çalışmada tanımlanan her bir nitelik için, danışanların niteliklere sahip olma durumunu yansıtan sınıflandırma olasılıkları ile bu tür psikolojik veya nörobilişsel bozuklukların tanılanmasında BTM kullanımını göstermiş ve önermişlerdir.

Buraya kadar bahsedilen çalışmalar doğrultusunda tanılayıcı değerlendirmede sınıflandırma performansı için bilişsel tanı modellerine alternatif olarak kullanılabilecek diğer olası yaklaşım veya istatistiksel modellere göre BTM’nin çeşitli kullanım alanları ve avantajları sunulmaya çalışılmıştır. Çalışmalar göstermektedir ki BTM’lerden elde edilen sınıflandırma performansları eğitim, psikoloji ve sağlık gibi çeşitli alanlarda öğretimin etkililiği, bireysel dönüt ve tanı koyma gibi hususlarda karar verme süreçlerinde önemli bilgi sağlamaktadır. Bu durumda gizil sınıf yaklaşımındaki tüm modellerin endişesi olan her beceri veya nitelik için doğru sınıflandırma oranı (DSO) ön plana çıkmaktadır. Bu oranların belirlenmesi ve nasıl yorumlanacağı konusunda araştırmalar operasyonel uygulamadan önce yapılmalıdır (Roussos, Templin ve Henson, 2007). BTM’lerden pratikte uygun kullanım ve yorumlamaları sağlamak için önemli bir adım da değişen madde fonksiyonu (DMF) etkisinin

önemini anlamaktır (Paulsen, vd., 2020). DMF, özellikle testin geçerliğinin sağlanması ve yansız olması için çok önem taşımaktadır (Li, 2008; Zhang, 2006). Ülkemizde yapılan geniş ölçekli sınavları ele alan bazı çalışmalar da göstermektedir ki farklı alt gruplar incelendiğinde DMF gösteren maddeler bulunmaktadır (bkz. Berberoğlu, 1996; Kalaycıoğlu ve Kelecioğlu, 2011; Öğretmen, 1995; Yenal, 1995).

Bilişsel tanı modellerinin popüler olması ve geniş ölçekli değerlendirmedeki uygulamaları, geleneksel DMF prosedürlerinin uygulanması ile DMF'nin bilişsel tanı perspektifinden araştırılması arasındaki boşluğu doldurmayı gerekli kılmaktadır (Zhang, 2006). BTM'ler, öğrenmeye ve öğretime yardımcı olacak tanılama bilgilerinin sağlanmasına büyük önem vermektedir ve bu konuda çok sayıda önerilen bilişsel tanı modeli bulunmaktadır (Li, Hunter ve Lei, 2016). Ancak bu modellerden elde edilen sonuçların geçerliğini sağlamak için, BTM'lerde değişen madde fonksiyonunun araştırılması gerekmektedir (Hou, 2013; Svetina, Feng, Paulsen, Valdivia, Valdivia ve Dai, 2018). Zhang (2006) çalışmasında BTM'ler açısından DMF'nin yeniden tanımlanması gerektiğini belirtmiştir. Zira BTM'de sınava girenlere gizil yetenek düzeyinde bir sıralama yerine bireyin hangi gizil niteliklere hakim olduğuna dair bir ustalık profili sağlanmaktadır. BTM bağlamında, bir maddenin başarıyla yanıtlanma olasılığı aynı nitelik profilinde bulunan ancak farklı gruplardan olan sınava giren kişiler arasında farklılaşma gösteriyorsa o madde DMF göstermektedir (Hou, vd., 2014; Zhang, 2006). Farklı bir deyişle aynı nitelik veya nitelik gruplarına sahip bireylerin maddeyi yanıtlama olasılıklarının benzer olması beklenir. Eğer bu yanıtlama olasılıkları farklı alt gruplar için ölçülmek istenen yapı dışı kaynaklı sistematik olarak farklılaşıyorsa testin adil olmasına gölge düşebilmektedir.

Hou, de la Torre ve Nandakumar (2014) bilişsel tanı değerlendirmenin öğrenme ve öğretme için potansiyeli büyük olduğunu ancak BTM'lerin gelişiminin, kaliteyi oluşturmak için gerekli olan BTM geliştirme süreçlerinden daha ileri düzeyde olduğunu belirtmiştir. BTM'lerin potansiyellerini açığa çıkarmak için DMF gösteren maddeleri belirleme gibi birçok önemli istatistiksel rutine ihtiyaç vardır (Ma, Terzi ve de la Torre, 2021). Son yıllarda, testteki maddelerin DMF değerlendirilmesi madde analizinin bir parçası haline gelmiştir (Li ve Wang, 2015). BTM'lerde DMF gösteren maddelerin varlığı, geçersiz madde parametresi tahminlerine neden olabilir ve nitelik profili tahminlerini kötüleştirebilir (Hou, 2013; Paulsen, vd., 2020). Bu durum da geçerliliği test etmek için potansiyel bir tehdit olarak görülmektedir (Paulsen, vd., 2020).

Genel olarak, parametre veya yapı değişmezliği oluşturmayı sağlamak için bir DMF analizi gereklidir (Zumbo, 2007). BTM çerçevesinde DMF değerlendirilmesine yönelik çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Alandaki çalışmalar incelendiğinde çalışmaların büyük kısmının BTM çerçevesinde DMF saptamak için yeni bir DMF belirleme yöntemi geliştirmeyi veya diğer DMF belirleme yöntemlerini karşılaştırmaya yönelik olduğu görülmektedir (Akbay, 2021; Hou, 2013; Hou, vd., 2014; Feng, 2021; Li, 2008; Li ve Wang, 2015; Liu, Yin, Xin, Shao, & Yuan, 2019; Ma, vd., 2021; Milewski ve Baron, 2002; Svetina, vd., 2018; Zhang, 2006). Ancak Paulsen ve arkadaşları (2020) çalışmalarında telafisel olmayan DINA modeli temelinde DMF varlığında sınıflandırma performansını etkileyen faktörleri inceleyerek bir başlangıç çalışması yapmışlardır. Zhang, (2006) çalışmasında testi alanlar arasında maddeyi doğru yanıtlamak için gerekli tüm niteliklerin sahip olunması gerektiği ve tüm niteliklere sahip olunması gerekmeyişi farkı tanıyan diğer bilişsel tanı modelleri arasındaki karşılaştırmaların yapılması gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca ölçülen örtük özelliğin doğası itibariyle bazı psikolojik araçların kullanımı DINA gibi telafisel olmayan modellerde uygun olmamaktadır (Templin ve Henson, 2006). Bu nedenle yapılan çalışmaların telafisel modellerde de ele alınması önem taşımaktadır. Alanyazında DMF yöntemleri tanımlanmış olsa da DMF'nin sınıflandırma doğruluğunu ne ölçüde etkilediğine dair sınırlı bir anlayış bulunmaktadır (Paulsen, vd., 2020). Dolayısıyla BTM bağlamında, DMF etkisinin telafisel olan DINO ve telafisel olmayan DINA modelleri açısından farklı nitelik düzeyleri ele alınarak DMF büyüklüğü, DMF türü, testteki DMF'li madde yüzdesi, DMF'li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörlerinin sınıflandırma performansları üzerine etkilerinin karşılaştırılarak incelendiği bir çalışmayı yapılandırmaya ihtiyaç duyulmuştur.

1.2. Problem İfadesi

DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF'li madde yüzdesi, DMF'li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı ve Q-matrisinde bulunan nitelik sayısı farklılaştığında telafisel olmayan DINA ve telafisel DINO modellerinden elde edilen nitelik ve örüntü düzeyinde doğru sınıflandırma oranları nasıl bir değişim göstermektedir?

1.3. Araştırma soruları

Bu araştırmada belirlenen problem çerçevesinde aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aranmıştır:

1. DINA modeline göre üretilen veride nitelik sayısı (4, 6), DMF büyüklüğü (0,075, 0,10, 0,15, 0,20), DMF türü (tek biçimli, tek biçimli olmayan), DMF’li madde yüzdesi (%20, %30), DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı (1, 2, 3) değişkenlerine göre DINA modeli sınıflandırma performansları nasıl bir değişim göstermektedir?

DINA modeline ilişkin referans ve odak grubun

1.1. nitelik düzeyi doğru sınıflandırma oranları,

1.2. örüntü düzeyi doğru sınıflandırma oranları değişen koşullarda farklılaşmakta mıdır?

2. DINO modeline göre üretilen veride nitelik sayısı (4, 6), DMF büyüklüğü (0,075, 0,10, 0,15, 0,20), DMF türü (tek biçimli, tek biçimli olmayan), DMF’li madde yüzdesi (%20, %30), DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı (1, 2, 3) değişkenlerine göre DINO modeli sınıflandırma performansları nasıl bir değişim göstermektedir?

DINO modeline ilişkin referans ve odak grubun

2.1. nitelik düzeyi doğru sınıflandırma oranları,

2.2. örüntü düzeyi doğru sınıflandırma oranları değişen koşullarda farklılaşmakta mıdır?

3. Araştırma verisinde referans ve odak gruplar için DINA ve DINO modelleri arasında

3.1. nitelik sayılarına (4, 6)

3.2. DMF büyüklüğüne (.075, .10, .15, .20)

3.3. DMF türüne (tek biçimli, tek biçimli olmayan)

3.4. DMF’li madde yüzdesine (%20, %30)

3.5. DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısına (1, 2, 3) göre nitelik ve örüntü düzeyi doğru sınıflandırma oranları farklılaşmakta mıdır?

1.4. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmada bilişsel tanı modellerinden DINA ve DINO modellerine dayalı oluşturulan veri setleri ile Q-matrisinde yer alan nitelik sayısı, DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF’li madde yüzdesi, DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı değişkenleri farklılaştığında modellere ilişkin nitelik ve örüntü düzeylerinde doğru sınıflandırma

oranlarının incelenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca çalışma kapsamında ele alınan her değişken ile modeller arasındaki olası etkileşimleri ortaya çıkarmak için referans ve odak grup için incelemeler yapılması sağlanmıştır.

1.5. Araştırmanın Önemi

Son yıllarda çeşitli BTM'lerin kapsamlı gelişimi gerçekleşmiş olsa da, bu modelleri geniş bir uygulama yelpazesi için daha genelleştirilebilir hale getirmek için, DMF konusu ile ilgili bazı önemli araştırma sorularının ele alınması gerekmektedir (Hou, 2013). BTM'lerden uygun yorumların alınmasını sağlamak için önemli bir adım, DMF etkisini araştırmaktır (Svetina, vd., 2018). Bu araştırma çalışması, uygulayıcılara, farklı DMF büyüklüklerinin, DMF türlerinin, DMF'li madde yüzdesinin, DMF gösteren maddelerin madde nitelik ilişkisinin nitelik ve örüntü düzeyinde sınıflandırma performansını etkilemek için nasıl etkileşime girdiğini anlamak ve ortaya çıkarmak açısından referans sağlamaktadır.

Ölçülmek istenen gizil değişkenlerin doğası varsayımsal olarak telafisel ya da telafisel olmayan olabilmektedir. Bazı psikolojik değerlendirmede kullanılan ölçme araçlarının yapısı telafisel olmayan modellerin varsayımına uygun değildir (Templin ve Henson, 2006). Dolayısıyla araştırma koşullarında belirlenen bu değişken etkileri telafisel bir model olan DINO ile telafisel olmayan bir model olan DINA modeli çerçevesinde farklı nitelik düzeylerinde ortaya konmaya çalışılmıştır. Ölçülmek istenen niteliklerin doğası telafisel olan veya telafisel olmayan modele uygunluk durumuna göre uygulayıcılara seçenek sağlaması ve araştırmada incelenen değişkenlerin etkileşimlerinin görülmesi için iki temel model seçilmiştir. BTM'de sınıflandırma performansının DMF ile ilgili değişkenlere karşı modeller ve nitelik sayısı düzeyi açısından ne derece dayanıklı olduğuna dair ön bilgi sağlamaktadır. Böylelikle bu çalışma ile uygulamada BTM'ye dayalı olası karar verme süreçlerinin ve yapılacak çıkarımların daha sağlıklı olmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.6. Sınırlılıklar

1. Bu çalışmada veri üretimi için bilişsel tanı modelleri kapsamında DINA ile DINO modelleri kullanılmış olup devamında modellerin analizi için de sırasıyla aynı modeller kullanılmıştır.
2. Araştırmaya dayalı bulgu ve sonuçlar oluşturulan simülasyon deseninde ele alınan nitelik sayısı (4, 6), DMF büyüklüğü (0,075, 0,10, 0,15, 0,20), DMF türü (tek biçimli, tek biçimli olmayan), DMF'li madde yüzdesi (%20, %30), DMF'li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı (1, 2, 3) değişkenleri ve bu değişkenlerin düzeyleri ile sınırlandırılmıştır.



BÖLÜM II

KURAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde bilişsel tanı modellemeye ilişkin temel bilgilere, BTM bağlamında değişen madde fonksiyonuna ve alanyazında konu ile ilgili olarak yapılmış çalışmalara yer verilmiştir.

2.1. Bilişsel Tanı Modelleme

Eğitimde ölçme ve değerlendirme alan yazınında bilişsel tanılayıcı değerlendirmeler; değerlendirme tepkilerinin altında yatan bilişsel süreçleri incelemek, anlamak ve değerlendirmek için geliştirilmiştir. Bu yönü ile bilişsel tanılayıcı değerlendirmeler öğretim ve öğrenmeyi desteklemek adına özetleyici bilgilerden ziyade öğrenciye ve yetkililere daha ayrıntılı bilgiler sağlayabilmektedir (Rupp, vd. 2010, s. 43). Bilişsel tanı modellemesinde, yeteneğin genel test puanları veya tek bir sürekli yetenek kestirimi ile temsil edilmesi yerine, sınava giren her kişi, test için gerekli olan beceri setinde, yani nitelik ustalık modelinde usta olup olmadığını gösteren bir tanılayıcı nitelik profili almaktadır (Zhang, 2006).

BTM'ler, gözlemlenebilir yanıt verilerinin belirlenmiş bir dizi kategorik gizil değişkenle ilişkisini karakterize eden gizil sınıf modellerinin özel durumları olarak ifade edilmektedir (Templin ve Henson, 2006). BTM'ler doğası gereği ayrık gizil yordayıcı değişkenler içerir ve çeşitli ölçek türleri ve dağılımlarıyla gözlemlenebilir yanıt verilerini modellemek için uygunluk taşımaktadır (Rupp, vd. 2010, s. 83). Ayrıca BTM alanyazını ayrık gizil yordayıcı değişkenin ve gözlenen yanıt verisinin iki kategorili ya da çok kategorili puanlamaya uygun olduğu BTM türlerine imkân sağlamaktadır (Rupp ve Templin, 2007).

Bu kategorik gizil (ayrık gizil yordayıcı) değişkenler alanyazında bileşen (component), bilgi (knowledge), yetenek (ability), karakter (disposition), gizil özellik (latent traits), gizil karakteristik (latent characteristic), işlem elemanları (elements of processes), beceri (skill) ve nitelik (attribute) gibi farklı adlandırmalar ile yer almaktadır (Rupp ve Templin, 2007; Rupp, vd. 2010, s. 49). Kategorik gizil değişken tanımlanan ölçme deseni bağlamında bir konu alanına ilişkin bir beceri veya kazanım, psikolojik bir yapıya ilişkin bir bileşen ya da özellik olabilir. Bu çalışmada kategorik gizil değişkenden bahsedilirken daha çok nitelik ifadesi kullanılmıştır.

Bilişsel tanı modellemede, tanısal değerlendirme bağlamına ve ilgilenilen yapıya uygun olan bir özgüllük (specificity) veya tanımsal tane boyutunda (grain-size) nitelikler tanımlanmaktadır (Rupp, vd. 2010, s. 82). Niteliklerin puanlanması ikili yani bireyin o niteliğe sahip olması veya olmaması (0, 1) ya da niteliklerin kısmi yeterli olma düzeylerini dikkate alan çok kategorili (Ör; 0, 1, 2) olarak yapılabilmektedir. Burada her bir nitelik istatistiksel olarak kategorik bir gizil değişkeni temsil etmektedir. Çünkü bir gizil değişken, değerleri madde parametreleriyle birlikte yanıt verilerinden tahmin edilen istatistiksel olarak yapılandırılan yani, tamamen gözlenmeyen bir değişkendir (Rupp, vd. 2010, s. 83).

BTM'nin temel aşaması olan nitelik belirleme sürecini üç farklı açıdan yaklaşılarak detaylandırmak yararlı olacaktır: (1) nitelik etiketi/adı (label), (2) nitelik tanımı (definition) ve (3) niteliğe ilişkin kodlama yönergeleri (Rupp, vd. 2010, s. 82). “Nitelik etiketi”, niteliğin esas anlamını taşıyan bir kelime, kelime öbeği veya tümce olarak ifade edilebilir. “Nitelik tanımı”, niteliği farklı yönleri ile daha ayrıntılı olarak açıklayan bir paragraf ya da kısa metindir. “Niteliğe ilişkin kodlama yönergeleri”, bir niteliğin belirli bir madde tarafından ölçülüp ölçülmediğini belirlemesi için uzmanlara yardım eden, belirli bir tanı değerlendirmesine bağlı ayrıntılı tanımlamalardır. Bu konuyla ilgili olarak nitelik belirleme sürecinin örnekleri detaylı olarak kaynaklarda yer almaktadır (Gierl, Leighton ve Hunka 2007; Rupp, vd. 2010, s. 82).

Tatsuoka (1983) tarafından geliştirilen Q-matrisi, bilişsel tanılayıcı değerlendirmenin altta yatan bilişsel yapısını tanımlamaktadır. BTM'ler doğrulayıcı modellerdir çünkü yük yapılarının (loading structures), her madde tarafından hangi nitelik veya niteliklerin ölçüldüğünü gösteren Q-matrisi formu önceden belirli olması gerekmektedir (Feng, 2021). Pozitif tepki veya doğru cevap olasılığı için gerekli olan madde ile nitelikler arası ilişkiyi belirlemek için bir Q-matrisi yapılandırılır (Templin ve Henson, 2006). Q-matrisinde genel

olarak her bir madde tepkisinin altında yatan nitelik ya da nitelikler arasındaki ilişki alan uzmanları tarafından belirtilir. Genellikle Q-matrisinde satırlarda maddeler, sütunlarda nitelikler bulunmaktadır. Bir BTM’de ilgilenilen yapı ile ilgili oluşturulan maddelerin ölçtüğü nitelik sayısı ve madde sayısı sırasıyla $k, j \in Z^+$ olsun. Q-matrisi $J \times K$ tipinde iki girişli $Q = (q_{j,k})$ şeklinde tanımlansın. Q-matrisinin girişi için j ’inci maddenin cevaplanması k ’inci niteliği gerektiriyorsa diğer bir deyişle ölçüyorsa 1, j ’inci maddenin cevaplanması k ’inci niteliği gerektirmiyorsa 0 olarak kodlanır. Tablo 1’de 8 madde ve 5 nitelikten oluşan iki girişli (0, 1) örnek bir Q-matrisi yer almaktadır.

Tablo 1

BTM’ler için Q-matris örneği

Maddeler	Nitelikler				
	Nitelik 1	Nitelik 2	Nitelik 3	Nitelik 4	Nitelik 5
1	1	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0
3	0	0	1	0	0
4	0	0	0	1	0
5	0	0	0	0	1
6	1	1	0	0	0
7	0	0	1	1	0
8	1	1	0	0	1

Tablo 1’e bakıldığında Nitelik 1’i ölçen maddeler 1, 6 ve 8; Nitelik 2’yi ölçen maddeler 2, 6 ve 8; Nitelik 3’ü ölçen maddeler 3 ve 7; Nitelik 4’ü ölçen maddeler 4 ve 7; Nitelik 5’i ölçen maddeler 5 ve 8 numaralıdır. Bunun yanı sıra 1 ile 5 arası maddelerin yalnız bir niteliği ölçtüğü, 6, 7 ve 8 numaralı maddelerin ise birden fazla niteliği ölçtüğü görülmektedir. Genel olarak maddenin tek bir niteliği ölçmesi basit yük yapısında (simple loading structure) olduğunu, maddenin birden fazla niteliği ölçmesi karmaşık yük yapısında (complex loading structure) olduğunu göstermektedir (Feng, 2021).

Her bir nitelik için bireyin yeterli olduğu veya yeterli olmadığı olmak üzere iki ihtimal olduğu göz önünde bulundurulursa birey için oluşturulacak olası gizil sınıf (nitelik profili) sayısı 2^k kadar olur. Ancak nitelikler üzerinde bir hiyerarşi söz konusu ise oluşacak gizil sınıf sayısı hiyerarşiye bağlı olarak daha sınırlı olacaktır. Nitelikler arasında hiyerarşi türleri hakkında detaylı bilgi için çalışmalar bulunmaktadır (Gierl, Leighton ve Hunka 2007; Rupp, vd. 2010, s. 57).

Q-matrisi, her bir madde için bilişsel yapılar hakkındaki teorik hipotezleri yansıtmaktadır ve çoğu BTM uygulamasının kritik bir bileşenidir (Feng, 2021). Çünkü Q-matrisinin yetersiz tanımlanması az tanılayıcı veya sınıflandırma değeri düşük olan model parametrelerinin elde edilmesiyle sonuçlanabilir (Templin ve Henson, 2006). Ancak Q-matrisinin belirlenmesi için uzlaşılmalı standart bir yol bulunmamaktadır ve alan yazında Q-matrisinin geçerliği üzerine teoride ve uygulamada çalışmalar yapılmaya devam edilmektedir (de la Torre, 2008; Chiu, 2013; Koyuncu, 2020; Rupp ve Templin, 2008). Bunun yanı sıra Q-matrisi yeterince iyi tanımlanmasına rağmen Q-matrisinde çok fazla nitelik olması (ör; 30 nitelik), nitelik ve nitelik sınıflarına ilişkin kestirilen sınıflama doğruluklarına olumsuz yansıyacaktır. Bu sebeple araştırmacılar teori ve pratik arasında bir uzlaşma ile ölçülmek istenen yapıyı sade olarak daha az nitelik ile tanımlamaktadır (Rupp vd., 2010, s.64).

Araştırmacıların çalışmalarında verdikleri önemli bir karar da, nitelikler arasında telafi edici ilişkilere ya da nitelikler arasında telafi edici olmayan ilişkilere izin veren bir BTM'yi belirlemektir (Roussos, Templin ve Henson, 2007). Telafisel başka bir deyişle bağlayıcı olmayan (disjunctive) bir modelde, sınava girenin maddeyi doğru cevaplama için gereken niteliklerin en az biri üzerinde yüksek düzeyde bir yeterlilik sahibi olması, maddeyi doğru cevaplama için gereken diğer niteliklerde düşük düzeyde bir yeterliliğe sahip olmasını telafi edebilir. Başka bir deyişle, telafisel modeller genel olarak maddenin doğru yanıtlanması için maddenin ölçtüğü niteliklerin tümünde yeterli olmasına gerek olmadan, maddenin ölçtüğü niteliklerin en az birinde yeterli olması varsayımına dayanmaktadır. Bilinen telafisel modellerden DINO (Deterministic Inputs, Noisy “Or” Gate; Templin & Henson, 2006) model, NIDO (Noisy Input, Deterministic-Or-Gate; Templin, Henson, & Douglas, 2006’dan aktaran Roussos, Templin, & Henson, 2007), C-RUM (Compensatory Reparameterized Unified Model; Maris, 1999) ve ACDM (Additive Cognitive Diagnostic Model; de la Torre, 2011) belirtilebilir.

Telafisel olmayan modeller, bilişsel tanı analizleri için telafisel modellerden daha popüler olmuştur (Li, Hunter ve Lei, 2016). Telafisel olmayan diğer bir deyişle bağlayıcı (conjunctive) bir modelde bireyin maddeyi doğru yanıtlanması için gerekli olan herhangi bir nitelik üzerinde yüksek düzeyde bir yeterlilik sahibi olması maddeyi doğru yanıtlanması için yeterli olmamaktadır. Bireyin maddeye doğru yanıt vermesi için maddenin gerektirdiği tüm niteliklere sahip olması varsayımı bulunmaktadır. Telafisel olmayan modeller matematiksel olarak genellikle gizil değişkenlerin çarpımını içermektedirler (Rupp, vd. 2010, s. 115). En

eski BTM uygulamaları, çözümün genellikle bir dizi aşamaya ayrıldığı matematik ile yapılmıştır. Bir matematik problemini çözmek için tüm adımların başarılı bir şekilde yapılması gerektiğinden, genel olarak matematik testleri için uygun kabul edilen model telafisel olmayan modellerdir (Roussos, Templin, & Henson, 2007). Bazı iyi bilinen telafisel olmayan modeller DINA (Deterministic Inputs, Noisy-And-Gate; de la Torre, 2009; Haertel, 1989; Junker & Sijtsma, 2001) model, AHM (Attribute Hierarchy Model; Leighton, Gierl & Hunka, 2004), NIDA (Noisy-Input, Deterministic And Gate; Junker & Sijtsma, 2001) model, NC-RUM (Non- Compensatory Reparameterized Unified Model; Hartz, 2002) olarak da bilinen Fusion model belirtilebilir.

Genel BTM modelleri olarak da G-DINA (generalized DINA; de la Torre, 2011) model, LCDM (log-linear CDM; Henson, Templin, & Willse, 2009) ve GDM (general diagnostic model; von Davier, 2005) modelleri bulunmaktadır. Literatürdeki mevcut genel eğilim, daha basit öz (core) BTM'lerin çoğunu, özellikle GDM, G-DINA modeli ve LCDM olmak üzere daha esnek BTM çerçeveleri kapsamındaki özel durumlar olarak ifade etmektir. Bununla birlikte, bu esnekliğin bir sonucu olmaktadır çünkü aynı zamanda daha karmaşıktırlar; bu durum da, parametreler kısıtlanmadığında potansiyel olarak daha fazla parametrenin tahmin edilmesi anlamına gelmektedir (Rupp, vd., 2010, s.100).

Rupp ve Templin (2007) çalışmasında BTM'leri gözlenen değişken ile kategorik gizil değişkenin düzeylerine göre ve modelin telafisel olup olmamasına göre sınıflaması Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2

BTM'lerin bir taksonomisi

Gözlenen değişkeni	yanıt	Model türü	Gizil yordayıcı değişkenler	
			İki kategorili	Çok kategorili
İkili puanlanan	Telafisel olmayan	Telafisel olmayan	RSM	
			AHM	
			DINA	
			HO-DINA	
			MS-DINA	
			NIDA	
			BIN	BIN
			MCLCM	MCLCM
			NC-RUM	NC-RUM
			RERUM	
	Telafisel	Telafisel	DINO	
			NIDO	
			BIN	BIN
			MCLCM	MCLCM
Çoklu puanlanan	Telafisel olmayan	Telafisel olmayan	C-RUM	C-RUM
			GDM	GDM
			LCDM	LCDM
			RSM	
			AHM	
			BIN	BIN
			MCLCM	MCLCM
			NC-RUM	NC-RUM
	Telafisel	Telafisel	BIN	BIN
			MCLCM	MCLCM
			C-RUM	C-RUM
			GDM	GDM
			LCDM	LCDM

Not: RSM = Rule-space method. AHM = Skill hierarchy method. BIN = Bayesian inference network. DINA = Deterministic inputs, noisy 'and' gate. HO-DINA = Higherorder DINA. MS-DINA = Multi-strategy DINA. LCDM = Loglinear Cognitive Diagnosis Model. DINO = Deterministic inputs, noisy 'or' gate. NIDA=Noisy inputs, deterministic 'and' gate. NIDO = Noisy inputs, deterministic 'or' gate. RUM = Reparametrized unified model / Fusion model. C-RUM = Compensatory RUM. NC-RUM = Non-compensatory RUM. GDM = General diagnostic model. LCDM = Loglinear cognitive diagnosis model. MCLCM = Multiple classification latent class model.

Tablo 2'de BIN, RUM, GDM, G-DINA ve LCDM gibi birçok hücrede bulunan modeller, DINA, NIDA, DINO veya NIDO modelleri gibi sadece birkaç hücrede bulunan modellerden daha az kısıtlayıcıdır. Dolayısıyla yine bu esneklikle birlikte daha fazla parametre kestirilmesi gerektiğinden aynı zamanda daha karmaşık olmaktadır (Rupp, vd., 2010, s.100).

2.1.1. DINA Model

DINA model maddelerin bilişsel bilgisinin yanı sıra bireylerin bilişsel özelliklerine ilişkin çıkarımlar yapılmasını sağlayan, bilişsel tanı değerlendirmede çeşitli yaklaşımlara temel olan bir modeldir (de la Torre, 2008). DINA model olasılıksal (stochastic) bir bağlayıcı modeldir (de la Torre & Douglas, 2004). Bireyin bu modelde bir maddeyi doğru yanıtlayabilmesi için Q-matriste o madde için “1” olarak kodlanmış olan tüm niteliklere sahip olması gerekmektedir. Maddeyi doğru yanıtlamak için gerekli niteliklere kısmi olarak sahip olan veya niteliklerin hiçbirisine sahip olmayan bireylerin maddeyi yanıtlama olasılıkları eşit olmaktadır. Dolayısıyla DINA model BTM’ler arasında ikili puanlanan maddeler için en tutucu (parsimonious) model olarak nitelendirilir (Hou, vd.,2014). DINA modelde maddeyi doğru cevaplamak için gereken tüm niteliklerde yeterli olduğunda maddeyi yanıtlama olasılığı 1’e eşit olmaz ve gerekli niteliklerin hiçbirinde yeterli olmadığında da maddeyi yanıtlama olasılığı 0’a eşit olmaz. Bu da modelin olasılıksal yönünü oluşturur. Modelde ölçülen yapı ile cevap örüntüsü arasındaki formül Eşitlik 1’de verilmiştir. (Haertel, 1989; Junker & Sijstma, 2001; Macready & Dayton, 1977):

$$\xi_{ij} = \prod_{k=1}^K \alpha_{ik}^{q_{jk}}$$

(Eşitlik 1)

Eşitlik 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 için $I, J, K \in \mathbb{Z}^+$ olmak üzere $i \in I = (1, \dots, I)$ bireyi, $j \in J = (1, \dots, J)$ maddeyi, $k \in K = (1, \dots, K)$ niteliği temsil etmektedir.

ξ_{ij} = i . bireyinin j . maddeye örtük yanıt vektörü,

q_{jk} = j . madde ve k . nitelik için Q-matrisi girişini temsil etmektedir.

Eğer i sırasındaki birey k . nitelik için yeterliyse $\alpha_{ik} = 1$, yeterli değilse $\alpha_{ik} = 0$ olmaktadır.

DINA modeli, her bir maddenin koşullu dağılımı için yalnızca iki yorumlanabilir parametre gerektiren tutumlu (parsimonious) bir modeldir (de la Torre & Lee, 2010). Eşitlik 2’de DINA modelde maddeyi doğru yanıtlama için koşullu olasılık formülü verilmiştir:

$$P(X_{ij} = 1 | \xi_{ij}) = (1 - s_j)^{\xi_{ij}} g_j^{(1-\xi_{ij})}$$

(Eşitlik 2)

Eşitlik 2’deki bu koşullu olasılık maddenin doğru cevaplanması için gerekli olan niteliklerle ilişkinin nasıl kurulduğunu göstermektedir.

$$s_j = P(X_{ij} = 0 | \xi_{ij} = 1)$$

(Eşitlik 3)

ve

$$g_j = P(X_{ij} = 1 | \xi_{ij} = 0)$$

(Eşitlik 4)

Eşitlik 3’te s_j j . madde için kestirilen kaydırma parametresini (slipping) ve Eşitlik 4’te g_j tahmin (guessing) parametrelerini temsil etmektedir. Kaydırma parametresi, sınava girenin maddeyi doğru cevaplamak için gereken tüm niteliklerde yeterliyken maddeye yanlış cevap verme olasılığını, tahmin parametresi ise sınava girenin maddeyi doğru cevaplamak için gereken niteliklerden en az birinde yeterli değilken maddeyi doğru cevaplama olasılığını yansıtmaktadır.

2.1.2. DINO Model

DINO modelin telafisel özelliği dolayısıyla DINA modeldeki durumdan farklı olarak sınava girenin maddeyi doğru cevaplama olasılığının yüksek olması için, madde için Q-matriste tanımlanan niteliklerin tamamı veya en az birine sahip olması yeterlidir. Ancak sınava giren maddeye doğru cevaplamak için gerekli olan niteliklerin hiçbirine sahip değilse bireyin soruyu doğru cevaplama olasılığı düşük olacaktır. Dolayısıyla DINO modelde DINA model ile benzer olarak iki tane olasılık sınıfı bulunmaktadır. DINA modelde “ ξ_{ij} ” ile sembolize edilen örtük/gizil değişken DINO model için ω_{ij} notasyonu kullanılarak tekrar tanımlanmıştır (Templin & Henson, 2006):

$$\omega_{ij} = 1 - \prod_{k=1}^K (1 - \alpha_{ik})^{q_{jk}}$$

(Eşitlik 5)

ω_{ij} = i . bireyinin j . maddeye örtük yanıt vektörü,

q_{jk} = j . madde ve k . nitelik için Q-matrisi girişini temsil etmektedir.

Eşitlik 5'e bakıldığında, maddeyi doğru cevaplamak için gerekli olan niteliklerin en az bir tanesine sahip olanlar $\omega_{ij} = 1$ grubunda olurken maddeyi doğru cevaplamak için gerekli olan niteliklerin hiçbirine sahip olmayan bireyler $\omega_{ij} = 0$ grubunda yer alarak sınava girenler iki gruba ayrılmaktadır. DINO modele ilişkin doğru cevap olasılığı Eşitlik 6'da yer almaktadır (Templin & Henson, 2006):

$$P(X_{ij} = 1 | \omega_{ij}) = (1 - s_j)^{\omega_{ij}} g_j^{(1 - \omega_{ij})} \quad (\text{Eşitlik 6})$$

DINA modelle benzer olarak, DINO modelde de madde düzeyinde kaydırma (s_j) ve tahmin (g_j) parametreleri olmak üzere iki parametre elde edilmektedir. Kaydırma (s) ve tahmin (g) parametrelerinin küçük olması, maddenin ölçtüğü niteliklere sahip olanları ve sahip olmayanları daha iyi ayırt ettiğini göstermektedir (Templin ve Henson, 2006). s ve g parametreleri DINA model ile benzer olarak verideki gürültü (noise) miktarını ifade etmektedir (Rupp vd., 2010, s.132).

2.1.3. G-DINA Model

DINA modelde sınava girenlerin maddeyi doğru cevaplama için o maddenin ölçtüğü tüm niteliklere sahip olması gerekliliği ve niteliklerin hiçbirine sahip olmayanlar ile niteliklerin bir kısmına sahip olanların maddeyi doğru cevaplama olasılıklarının birbirine eşit olma durumu mevcuttur. Ancak söz konusu iki olasılık sınırlaması kullanılan bağlama göre gereksiz olarak kısıtlayıcı olabilir (Rupp, vd., 2010). Bu nedenle DINA modelin genişletilmesiyle bu durumla baş eden G-DINA model geliştirilmiştir. G-DINA modelde kullanılan madde tepki fonksiyonu doğası gereği, sınava girenin maddeyi doğru cevaplama olasılığını maddenin ölçtüğü her bir niteliğe sahip olup olmamasına göre ayrı olarak kestirmesine ve sahip olduğu niteliklerin etkileşim etkisini dikkate alarak doğru cevaplama olasılığının farklılaşmasına imkân sağlamaktadır (de la Torre, 2011). Eşitlik 7'de G-DINA model için kullanılan temel formül bulunmaktadır:

$$P(\alpha_{ij}^*) = \delta_{j0} + \sum_{k=1}^{K_j^*} \delta_{jk} \alpha_{lk} + \sum_{k'=k+1}^{K_j^*} \sum_{k=1}^{K_j^*-1} \delta_{jkk'} \alpha_{lk} \alpha_{lk'} \dots + \delta_{j12\dots K^*_j} \prod_{k=1}^{K_j^*} \alpha_{lk}, \quad (\text{Eşitlik 7})$$

δ_{j0} = j. madde için kesişimi,

$\delta_{jk} = \alpha_k$ 'dan kaynaklanan ana etkiyi,

$\delta_{jkk'} = \alpha_k$ ve α_k 'dan kaynaklanan etkileşim etkisini,

$\delta_{j12...K}^{*j} = \alpha_1, \dots, \alpha_{K*j}$ 'dan kaynaklanan etkileşim etkisini ifade etmektedir (de la Torre, 2011).

2.2. BTM Bağlamında Değişen Madde Fonksiyonu

DMF aynı yetenek düzeyindeki bireyler için bir gruptaki bir doğru yanıtlama olasılığının diğer bir grupla karşılaştırıldığında farklılaşması olarak tanımlanmaktadır (Pine, 1977). DMF, bir madde için bir testte ölçülen birincil yetenek kontrol edildikten sonra, bir grup (odak grup) başka bir grupla (referans grup) karşılaştırıldığında o maddeye doğru yanıt verme olasılığının az ya da çok olması durumunda oluşmaktadır (Zhang, 2006). Gruplar için genel olarak odak grup dezavantajlı grup olarak tanımlanırken referans grup da avantaj sağlayan grup olarak tanımlanmaktadır (Holland ve Wainer, 1993; Zhang, 2006).

MTK modelleri kapsamında geleneksel DMF belirleme süreçleri, aynı gizil yetenek düzeyine veya toplam test puanına sahip olan ancak farklı gruplardan gelen sınava girenlerin bir maddeyi yanıtlama olasılıklarının farklılaşıp farklılaşmadığını incelemektedir (Zhang, 2006). BTM'ler için DMF'nin yeniden tanımlanması gerekir, çünkü BTM'de sınava girenlere gizil yetenek düzeyi yerine gizil nitelik profili sağlanır (Hou, 2013). BTM bağlamında, bir maddenin başarıyla yanıtlanma olasılığı aynı nitelik profilinde bulunan ancak cinsiyet grupları veya ırk grupları gibi farklı gözlenen gruplardan olan sınava giren kişiler arasında farklılaşma gösteriyorsa o madde DMF göstermektedir (Hou, 2013; Hou, vd., 2014; Zhang, 2006). Diğer bir deyişle, bireyin madde yanıtları, yalnızca nitelik profillerine koşullandırıldığında bağımsız olmamaktadır (Hou, 2013). Dolayısıyla aynı nitelik profilinde bulunan ancak farklı gruplardan gelen sınava giren kişiler arasında maddenin başarıyla yanıtlanma olasılığı aynıysa o maddenin DMF göstermediği kabul edilir.

BTM bağlamında DMF gösterimi odak (O) ve referans (R) gruplar için şu şekilde temsil edilebilir (Hou, 2013):

$$\Delta j\alpha_l = P(X_j = 1 | \alpha_l)_O - P(X_j = 1 | \alpha_l)_R$$

(Eşitlik 8)

$\Delta j\alpha_l = \alpha_l$ nitelik profilindeki bireyler için j maddesindeki DMF'yi gösterir.

$P(X_j = 1|\alpha_l)_O$ = Odak gruptaki α_l nitelik profilindeki bireyler için j maddesini doğru yanıtlama olasılığını ifade eder.

$P(X_j = 1|\alpha_l)_R$ = Referans gruptaki α_l nitelik profilindeki bireyler için j maddesini doğru yanıtlama olasılığını ifade eder.

Eşitlik 8'den anlaşılabacağı üzere α_l nitelik profili için $\Delta j\alpha_l > 0$ olduğunda j maddesi için sınava girenler arasında odak grup lehine bir avantaj bulunmakta iken, $\Delta j\alpha_l < 0$ olduğunda j maddesi için sınava girenler arasında referans grup lehine bir avantaj bulunmaktadır. Eşitlik 8'de $\Delta j\alpha_l = 0$ iken j maddesi için α_l nitelik profilindeki bireyler için DMF göstermediğini ifade eder.

DMF genel olarak test geçerliğini tehdit eden bir durum olduğundan bilişsel tanı testlerinde de DMF gösteren maddelerinin saptanması ve ortadan kaldırılması, testin adilliği ve geçerliliği için büyük önem taşımaktadır (Liu ve arkadaşları, 2019). DMF analizi ile nitelik-problem etkileşimlerinin yani madde parametrelerinin gruplar arasında değişmez olup olmadığına ışık tutabilir (Hou, 2013).

2.3. İlgili Çalışmalar

Bu başlık altında bilişsel tanı değerlendirme ve bilişsel tanı değerlendirme kapsamında DMF ile ilgili araştırmalar tarih sırasına göre sunulmuştur.

2.3.1. Bilişsel Tanı Değerlendirmeye İlişkin Çalışmalar

Templin, ve Henson, (2006) çalışmalarında, psikolojik bir değerlendirme olan patolojik kumarbazları değerlendirmek ve tanılamak için uyguladıkları DINO modelini kullanarak yeni bir bilişsel tanı modelinin geliştirilmesini sunmuşlardır. Çalışmada ikili (dichotomous) gizil değişkenler olarak DSM-IV-TR'te yer alan tanı ölçütleri kullanılmış ve bireylerin patolojik kumarbaz olma ölçütlerinin her bir setini karşılama olasılıkları kestirilmiştir. DINO modeli ile patolojik kumarbazlığa katkı sağlayan hipotez altında yatan faktörlerin nasıl ölçüldüğü ortaya konmuştur. Gizil değişkenlerin tetrakorik korelasyon matrisi için bir kovaryans yapı modeli kullanılmıştır.

de la Torre ve Lee (2010) çalışmasında temel olarak DINA modeli madde yanıtlarıyla uyum sağladığında model ve parametre kestirimlerinin nitelik dağılımının doğasına bağlı olmadan değişmezliği incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada, nitelik dağılımı olarak HO-DINA modelinden gelen bir takım özelliklerle farklılaşan üç dağılım ve nitelik vektörlerinin eşit olasılıklara sahip olduğu varsayılan bir dağılım olmak üzere dört dağılım incelenmiştir. Oluşturulan simülasyon deseninde nitelik sayısı beş, test uzunluğu 20, örneklem büyüklüğü 1000 ve s ile g parametreleri 0.10 olarak ayarlanmıştır. Çalışmada hem farklı nitelik dağılımlarını içeren simüle edilmiş veri seti hem de gerçek veri kullanarak, model verilere mükemmel bir şekilde uyduğunda DINA model parametrelerinin kesinlikle değişmez olduğunu göstermektedir.

de la Torre ve Lee (2013) çalışmalarında doymuş model olan G-DINA model kapsamında indirgenmiş (reduced) modellerle (DINA, DINO, A-CDM) göreceli uyumunu madde düzeyinde Wald testi ile incelemiştir. Genel olarak DINA ve DINO modeli için Wald testinin güç değerlerinin karşılaştırıldığında iki model benzer sonuçlar vermiştir. Örneklemenin küçük olduğu ve nitelik sayısının çok olduğu koşullarda, DINA ile DINO modeli için Wald testi daha yüksek I.tip hata oranı ile sonuçlanmış, A-CDM model için Wald testi I.tip hata oranı daha makul olduğu bulunmuştur. Ayrıca çalışmada gerçek veri üzerinde de Wald testinin madde düzeyinde model uyumu için nasıl kullanılabilceği gösterilmiştir.

Roberts ve Gierl, (2010) araştırmalarında, bilişsel tanısal değerlendirmeler için puan raporları geliştirmek için yapılandırılmış bir yaklaşım sağlayan bir çerçeve sunmaktadır. Tanısal puanların raporlanması ve sunulması için prensipler, mevcut eğitim test puanı raporlama uygulamalarının ve bilgi tasarım alanından (area of information design) alan yazının gözden geçirilmesine dayanmaktadır. Nitelik Hiyerarşi Yöntemi (Attribute Hierarchy Method) olarak adlandırılan bir bilişsel tanısal değerlendirme prosedürü bağlamında raporlama çerçevesinin uygulamasını göstermek için örnek bir tanılama raporu sunulmuştur. Etkili puan raporlaması için bilgi tasarımı, teknoloji ve eğitimden disiplinler arası tekniklerin entegrasyonu ve uygulanması gerekmektedir. Bu çalışmada, Nitelik Hiyerarşi Yöntemi kullanılmış ve bu çerçevenin herhangi bir niteliğe dayalı tanılama test yöntemine uygulanması önerilmektedir.

Yi, (2012) iki projeye dayalı gerçekleştirdiği çalışmasında BTM karşılaştırmasını ve kurumsal bir testte bilişsel tanısal değerlendirme uygulamasını ele almıştır. BTM karşılaştırmada beş model TOEFL Okuma, TOEFL Dinleme ve ECPE Gramer olarak üç veri

setine uygulanmıştır. Karşılaştırılan modeller veriye uyum ve işleyiş açısından incelenmiştir. RMSE (item-association RMSE) değerleri ve çoklu bilgi kriterleri göstermektedir ki Log-linear BTM ve C-RUM kullanılan üç dil test verisinde de daha iyi uyum sağlayan modeller olmuştur. Araştırmada log-linear bilişsel tanı modelleme çerçevesinin daha esnek olmasına dikkat çekilmiştir. C- RUM ve telafisel olmayan NC-RUM ile Fusion karşılaştırıldığında C-RUM çalışmadaki veri için daha iyi uyum sağlamıştır. Araştırmanın ikinci aşamasında, LCDM ve görev türü bir BTM uygulaması ile baştan planlanır. Bir üniversitede Fransızca yerleştirme sınavında BTM uygulamasının yapılabilirliği incelenmek istenmiştir. Çalışmada küçük örneklem problemi yeniden örnekleme yöntemi ile aşılmıştır. Dil testinde ölçek olarak çok kategorili puanlanmış (0, 1, 2) yanıt verisinin BTM ile incelenmesi yönüyle de dikkat çekmektedir.

Sünbül (2013), araştırmasında bir simülasyon deseni oluşturarak DINA ile DINO modelleri çerçevesinde parametre tahminini ve sınıflama tutarlılığını etkileyen değişkenleri incelemiştir. Çalışmada DINA modeline dayalı olarak veri üretimi gerçekleştirilip analizler hem DINA hem de DINO modele göre yapılmıştır. Çalışmada ele alınan değişkenler örneklem büyüklüğü, nitelikler arası korelasyon, nitelik sayısı, madde sayısı, kaydırma ve tahmin parametre düzeyleridir. DINA modeli için sınıflama tutarlılığı kestirimleri için doğru sınıflandırma oranları incelendiğinde nitelik sayısının, madde sayısının ve s ile g parametrelerinin etkilerinin anlamlı olduğu belirtilmiştir. DINO modeli için sınıflama tutarlılığına ilişkin elde edilen sonuçlara göre nitelikler arası korelasyon düzeyinin, nitelik sayısının, madde sayısının ve s ile g parametre düzeylerinin etkilerinin anlamlı olduğu bulunmuştur. Çalışmanın sonuçlarına göre araştırma kapsamındaki tüm faktörlerin her koşulunda g ile s parametre kestirimlerinde ve madde uyumu için olan kestirimlerde, DINA modelinden kestirilen sonuçların, DINO modelinden kestirilen sonuçlara göre daha düşük olduğu bulunmuştur.

Toprak (2015) araştırmasında tanılayıcı sınıflandırma modelleme yaklaşımı çerçevesinde ikinci dilde okuduğunu anlama becerisine yönelik çok boyutlu bir bilişsel tanılayıcı test geliştirilmesi ve bu test sonuçlarını Log-linear Bilişsel Tanılayıcı Modelleme ile analiz etmeyi amaçlamıştır. Bu modele bağlı olarak oluşturulan bilişsel tanılama testi (the CDSLRC test) çalışma grubu olarak Türkiye’de dokuz devlet üniversitesinin İngiliz Dili Eğitimi anabilim dalında öğrenim gören 1058 katılımcıdan veriler toplanmıştır. Analizler, model ve veri arasındaki uyumun ve testteki maddelerin kalitesinin oldukça iyi olduğunu

ortaya koymuştur. Log-lineer bilişsel tanılayıcı modellemenin uygulaması sonucu elde edilen beceri profillerine olan sınıflandırma güvenilirliklerinin son derece yüksek olduğu saptanmıştır. Çalışmada ayrıca elde edilen çıkarımların geçerliğine kanıt elde etmek adına bilişsel süreçlerini anlayabilmek için sesli düşünme protokolleri yapılmıştır. Sağlam teoriye dayalı iyi bir test geliştirme deseni ile bilişsel tanı testi geliştirilmesinin ve Log-lineer Bilişsel Tanılayıcı Modelleme yaklaşımının sınavı alanlar için pedagojik açıdan faydalı olduğu bulunmuş ve güvenilir bilgi edinmek amacıyla kullanılmasının mümkün olduğunu göstermiştir.

Kalkan (2016) çalışmasında DINA, RDINA, HODINA ve HORDINA modellerini madde sayısı, Q-matrisi nitelik sayısı, s ve g madde parametreleri faktörlerinin koşullarına göre karşılaştırmayı amaçlamıştır. Çalışmada hem gerçek veri hem simülasyon veri seti kullanılmıştır. Simülasyon deseninde ele alınan değişkenler nitelik sayısı (3, 4, 5), testte bulunan madde sayısı (20, 30), g ve s parametreleri değer aralığı (0,1 ile 0,5) olarak belirlenmiştir. Analizler sonucu belirtilen modelleri karşılaştırmak için s ve g madde parametre tahminleri, örtük sınıf büyüklükleri, AIC ve BIC model uyum iyiliği değerleri kullanılmıştır. Simülasyon ve gerçek veri setine dayalı araştırma bulgularına göre RDINA modeli DINA modele göre daha iyi uyum değerleri üretirken, HODINA modeli de HORDINA modele göre daha iyi uyum değerleri üretmiştir. Ancak nitelik sayısının artmasıyla modellerden kestirilen g ve s parametre farkları artmış ve örtük sınıf büyüklükleri de farklılaşmıştır.

Köhn ve Chiu (2016) çalışmalarında bilişsel tanısal modellemede yeni teorik standart haline gelen esnek (general) BTM'lerin biçimine ve parametreleştirilmesine uygun hale getirilmiş DINA modeli ve DINO modelinin ikiliğinin (duality) bir kanıtı sunmak amaçlanmıştır. Bu makalede, iki modelin ikiliği, (constrained) LCDM'ler olarak parametreleştirmeler kullanılarak kanıtlanmıştır: Belirli doğrusal dönüşümler altında, DINA modeli ve DINO modeli teknik olarak aynıdır. Ancak DINA-DINO ikiliğinin önemi daha çok kuramsaldır. DINA ve DINO modellerinin belirli doğrusal dönüşümler altında özdeş olduğu gösterildiğinden modellerin aynı teorik özellikleri paylaşmaları gerektiği sonucu doğmaktadır.

Li, Hunter ve Lei (2016) çalışmalarında okuduğunu anlama testleri ile ilgili uygulamalarla farklı BTM'lerin varsayımları ve performanslarını ele almıştır. Bu çalışmada bir doymuş model olan G-DINA, telafisel modeller olan DINO ile ACDM ve telafisel olmayan modeller

olan DINA ile RRUM olmak üzere beş model “Michigan English Language Assessment Battery” (MELAB) okuma testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Doymuş G-DINA modeli ile karşılaştırıldığında ACDM model uyumları ve beceri sınıflandırma sonuçları açısından benzer sonuçlar göstermiştir. ACDM ve G-DINA'ya göre RRUM'den elde edilen model uyumu ve sınıflandırma sonuçları biraz daha kötü olduğu görülmüştür. Ancak daha kısıtlayıcı DINA ve DINO modelleri diğer kullanılan üç modelden daha kötü performans göstermiştir. Bu çalışmada okuma testlerinden elde edilen verilerde kullanılan CDM uygulamalarında model seçimine ilişkin süreç ve öneriler yer almaktadır.

Ravand (2016) çalışmasında kritik önem taşıyan okuduğunu anlama testinden elde edilen veriyi aynı test içindeki alt becerileri arasında hem telafi edici hem de telafi edici olmayan ilişkilere izin vermeleri bakımından esnek olan BTM modeli olan G-DINA'nın uygulanmasını göstermektedir. Bu amaçla, bir başlangıç Q-matrisi geliştirilmiş, doğrulanmış ve çapraz geçerliği sağlanmıştır. Testi alanların yetenek profilleri, R.'da “CDM” paketi kullanılarak kestirilmiştir. Bulgulara göre en yaygın beceri profilleri tüm niteliklerin sağlandığı [11111] ile hiçbir niteliğin sağlanmadığı beceri profili [00000] olmuştur ve bu bulgu diğer BTM çalışmalarıyla uyumludur. Çalışmada nitelikler arasında tetrakorik korelasyonun yüksek düzeyde olduğu gözlenmiştir. Bir Q-matrisinin oluşturulması ve onaylanması süreci üzerinde durulmuş, genel modellerin faydaları vurgulanmış ve beceriler arası ilişkileri araştıran araştırmaların sonuçları üzerinde durulmuştur.

Yakar, Doğan, Dost ve Sezen Yüksel (2021) çalışmalarında boylamsal veri kullanarak bilişsel tanı modelleri ile öğrenci başarısının izlenmesi uygulamasını göstermeyi amaçlamışlardır. Bu amaç çerçevesinde geniş ölçekli bir sınav olan liselere yerleştirme testi olarak kullanılan Seviye Belirleme Sınavı'na ilişkin 2009, 2010 ve 2011 yıllarına ait matematik alt testleri kullanılmıştır. Çalışma verisini 49933 sınava girenin yanıtları oluşturmaktadır. Araştırmada kullanılan matematik alt testlerine ilişkin madde sayıları 6., 7. ve 8. Sınıflar için sırasıyla 16, 18 ve 20'dir. Her bir alt testin uzmanlar tarafından incelenmesi sonucu beş nitelikten oluşan Q-matrisi oluşturulmuştur. Sınava girenlerin bilişsel sınıflarının belirlenmesinde modelin madde düzeyinde en iyi uyumu sağlıyor olması kriteri kullanılmıştır. Bu kapsamda yapılan sınıflamalarda her sınıfın alt testindeki maddeler için G-DINA modeli ve modelin kısıtlanmış farklı formlarına en iyi uyum sağlayan modeller kullanılmıştır. Çalışmanın bulgularına göre, üç yıl boyunca en çok bireyin atandığı gizil sınıf

herhangi bir niteliğe olmayanlardan [00000] oluştuğu görülmüştür. Genel olarak niteliklere sahip olma olasılığı 7. sınıfta artmış, 8. sınıfta azalmıştır.

2.3.2. Bilişsel Tanı Değerlendirmede DMF'ye İlişkin Yapılan Çalışmalar

Milewski ve Baron (2002) çalışmasında okul, eyalet gibi farklı alt grupları karşılaştırmak üzere dört DMF belirleme yönteminin sonuçlarını karşılaştırılmıştır. Veri seti olarak ulusal olarak uygulanan geniş ölçekli bir sınavın (Preliminary SAT/National Merit Scholarship Qualifying Test, PSAT/NMSQT) matematik değerlendirmesine ait ölçülen bilişsel beceriler hakkındaki genel raporları bilgilendirmek için kullanılabilecek dört DMF belirleme yönteminin faydasını karşılaştırmaya odaklanılmıştır. Mantel-Haenszel ve standardizasyon prosedürleri, ikili beceri sınıflandırma verileri kullanılarak, kategorili standardizasyon ve kovaryans analizi (ANCOVA) sürekli sonsal beceri ustalık olasılıkları kullanılarak hesaplanmıştır. Mantel-Haenszel, standardizasyon ve çok kategorili standardizasyon yaklaşımları daha az hassas sonuçlar üretirken, ANCOVA yaklaşımı ile çok daha duyarlı sonuçlar üretilmiştir.

Zhang (2006) çalışmasında öncelikle bilişsel tanı modelleme çerçevesinde DINA model kapsamında DMF'yi tanımlamayı, ikinci olarak simülasyon desenindeki veride bilişsel tanı bağlamında ortaya çıkan olası DMF türlerini belirlemeyi, üçüncü olarak da DMF prosedürleri için geleneksel eşleştirme kriterlerini DMF belirleme için yeni koşullandırma değişkeniyle yani DINA modelinden türetilen nitelikte ustalık örüntüleriyle karşılaştırmayı amaçlamıştır. Çalışmada DMF belirlemek için toplam test puanı gerçek puan ve nitelik profil puanı eşlemesine dayalı olarak Mantel-Haenszel (MH) ile SIBTEST (Simultaneous Item Bias Test) yöntemleri kullanılmıştır. Araştırmanın simülasyon çalışması kısmında örneklem büyüklüğü, DMF türü, DMF büyüklüğü ve nitelikler arası korelasyon olmak üzere dört tane değişken manipüle edilmiştir. Çalışmada test maddeleri 25, Q-matrisindeki nitelik sayısı beş olarak sınırlandırılmıştır. Bilişsel tanı modelinin doğru seçildiği ve Q-matrisinin doğru bir şekilde belirlendiği varsayımı altında simülasyon çalışması ve gerçek veri uygulaması sonuçları genel olarak şu şekildedir: Çalışma DINA modelinde madde parametrelerindeki farklılıklar yoluyla DMF'yi manipüle etmenin ve oluşturulan DMF'yi belirlemek için bir eşleştirme kriteri olarak sınava girenlerin nitelik profil puanlarını kullanılabileceğini göstermiştir. Ayrıca çalışma karşılaştırılabilir test koşullarında nitelik örüntüsü

eşleştirmenin daha düşük Tip I hata oranları oluşturduğu ve daha yüksek güç oranları verdiği dolayısıyla geleneksel toplam test puanı eşleştirmesinden daha etkili olduğunu göstermiştir. Eşleştirme kriteri nitelik profil puanları kullanıldığında DMF belirleme yöntemlerinden MH, SIBTEST ile karşılaştırıldığında daha iyi Tip I hata kontrolü sağlamıştır.

Li (2008) çalışmasında kaynağı yapı ile ilgili DMF'yi yapıyla ilgili olmayan DMF'den ayırmak için bir modified higher-order DINA modeli sunmuştur. Bu şekilde test geçerliğini potansiyel olarak geliştirmeyi amaçlamıştır. Model tabanlı yöntem, bir bilişsel tanısal modelleme çerçevesinde hem değişen nitelik fonksiyonunu (differential attribute functioning, DAF) hem de DMF'yi belirlemek için bir perspektif sağlamaktadır. DMF'nin saptaması, nitelik profillerinde şartlandırmanın ardından madde performansındaki grup farkı açısından testin adillliğini sağlar ve test geçerliliğini geliştirir. DAF tespiti, genel yetenek üzerinde şartlandırmanın ardından bir dizi bilişsel nitelik açısından grubun güçlü ve zayıf yönlerinin iyi bir şekilde anlaşılmasını sağlar. Çalışmada önerilen modeli kestirmek için Gibbs örneklemesini kullanan bir MCMC algoritması kullanılmıştır. Ayrıca farklı test koşulları altında model kurtarma, Tip I hata oranları ve gücü incelemek için bir simülasyon çalışması gerçekleştirilmiştir. Çalışmada DMF tespiti için, model tabanlı yöntem, eşleştirme kriteri olarak toplam puan ve nitelik profili olmak üzere iki tür eşleştirme kriteri kullanılarak MH yöntemiyle de karşılaştırılmıştır. Daha sonra bir matematik testi üzerinde yeni yöntemin uygulanması ve olası sınırlılıkları gösterilmiştir.

Hou (2013) çalışmasında temel olarak BTM çerçevesinde DMF incelemesi için Wald testini uyarlayarak yeni bir DMF belirleme yöntemi geliştirmeyi amaçlamış ve Wald-CDM olarak adlandırılan DMF belirleme yöntemini önermiştir. Çalışmada önerilen yöntemin G-DINA modeli kapsamında bir simülasyon deseni oluşturularak hem tek biçimli hem de tek biçimli olmayan DMF'yi tespit etmede etkililiği incelenmiştir. Ayrıca önerilen Wald-CDM yönteminin kullanımı TIMSS 2007 dördüncü sınıf matematik alt testinin verileri üzerinde gösterilmiştir. Hem pilot çalışmanın hem de tam ölçekli çalışmanın sonuçları, Wald-CDM prosedürünün, DMF etkisi büyük olduğunda ve madde nispeten ayırt edici olduğunda, hem tek biçimli DMF hem de tek biçimli olmayan DMF'yi belirlemek için etkili ve geçerli bir yöntem olduğunu göstermiştir. Ek olarak Wald-CDM yöntemi, BTM modellemesini geliştirmeyi sağlamakta ve özellikle BTM'ler bağlamında DMF değerlendirmesinin oluşturulmasına ve BTM'lerin daha geçerli bir şekilde kullanımına hizmet etmektedir. Çalışmada önerilen yöntemin G-DINA modeli ile kullanımında her grup için 500 gibi bir

örneklem büyüklüğü DMF saptaması için yeterli güce sahip olmadığı sınırlılıklarda belirtilmiştir. Bu yüzden çalışmada geliştirilen yöntemin uygulanabileceği olası test bağlamları, büyük ölçekli eğitimsel ve psikolojik değerlendirmeler olmalıdır.

Li ve Wang (2015) araştırmasında KTK ve MTK çatısı altında yapılan DMF çalışmalarının BTM’lerde gizil nitelikler çok boyutlu ve kategorik olduğundan BTM çerçevesinde geçerli olmadığını öne sürerek DMF değerlendirilmesini ele almışlardır. Çalışmalarında ikiden fazla grup olduğunda DMF değerlendirmesinin mümkün olabileceği çok genel bir BTM tabanlı yöntem önermişlerdir. Çalışmada yeni yöntemin parametre kestirimleri tanıtılmış ve parametre iyileştirmesini değerlendirmek için simülasyon çalışması yapılmıştır. Ayrıca geliştirdikleri yöntemi grup sayısı iki ve üç olduğunda DMF değerlendirmede Wald yöntemiyle karşılaştırmışlardır. Önerdikleri LCDM-DIF yöntemi tüm koşullar altında I. Tip hata oranlarının iyi bir şekilde kontrolünü sağlamıştır. Beklendiği gibi DMF büyüklüğü arttıkça LCDM-DIF yönteminin güç oranı daha fazla çıkmıştır.

Svetina ve arkadaşları (2018) çalışmalarında bir simülasyon deseni oluşturarak Q-matrisi yanlış belirlendiğinde DMF belirleme yöntemlerinin performanslarını karşılaştırmayı hedeflemişlerdir. Bu kapsamda DMF belirleme için ele aldığı yöntemler lojistik regresyon, Mantel-Haenszel ve Wald testidir. Çalışmanın bulgularına genel olarak, Mantel-Haenszel ve lojistik regresyon tipik olarak makul Tip I hata oranları verirken, Wald yöntemi çoğu koşulda şişirilmiş Tip I hata oranları verdiğini göstermiştir. Sadece bir grup için yanlış tanımlanmış Q-matrisi modellediğinde ise tüm yöntemlerin performansı kötüleşerek daha yüksek Tip I hata oranları ile sonuçlanmıştır. Üç yöntem arasında en düşük güç oranları Mantel-Haenszel yöntemine aitken, lojistik regresyon ve Wald yöntemleri kullanılarak yüksek güç oranları elde edilmiştir. Ayrıca çalışmadan yapılan çıkarım, farklı yöntemlerin farklı koşullar altında daha olumlu performans gösterdiği ve bir araştırmacının kabul edilebilir Tip I hata ve güç oranları arasındaki potansiyel değiş tokuşu hesaba katması gerektiğidir.

Liu, Yin, Xin, Shao ve Yuan (2019) araştırmalarında, DMF saptamak için MH, lojistik regresyon ve Wald testlerinin Tip I hata ve güç performanslarını sistematik olarak incelemeyi amaçlamışlardır. Kullanılan Wald testleri madde bazında (item-wise) bilgi, çapraz ürün (cross-product) bilgi, gözlenen (observed) bilgi ve sandviç-tipi (sandwich-type) kovaryans matrislerine dayalıdır ve sırasıyla W_d , W_{XPD} , W_{Obs} ve W_{Sw} ile gösterilmiştir. Simülasyon çalışmasında belirlenen değişkenler madde kalitesi, nitelikler arası korelasyon, DMF’li madde yüzdesi, DMF türü ile DMF etki büyüklüğüdür. Test uzunluğu 30 madde,

örnekleme büyüklüğü 1000 ve nitelik sayısı beş olarak sabitlenmiş ve DINA modeline dayalı ikili madde yanıt verisi üretilmiştir. Sonuçlara göre öncelikle W_{XPD} ve lojistik regresyon yöntemleri, bu çalışmada incelenen diğer yöntemler arasında Tip I hata oranlarını kontrol etmede en iyi performansı göstermiştir. Tek biçimli DMF koşulu altında, madde kalitesi yüksek veya orta olduğunda, W_{XPD} , W_{Obs} ve W_{Sw} 'nin gücü, MH ve lojistik regresyonun gücü ile benzer veya daha yüksek bulunmuştur. Tek biçimli DMF koşulu altında, madde kalitesi düşük olduğunda ise, W_{XPD} , W_{Obs} ve W_{Sw} 'nin MH ve lojistik regresyondan daha az güçlüydü. Tek biçimli olmayan DMF koşulu altında, W_{XPD} , W_{Obs} ve W_{Sw} 'nin gücü, lojistik regresyonun gücü ile benzer veya daha yüksek olarak bulunmuştur.

Paulsen ve arkadaşları (2020) bilişsel tanı değerlendirmeye dayalı olarak çeşitli koşullarda oluşturdukları Monte Carlo simülasyon çalışmasında DMF'nin sınıflandırma performansına olan etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmada ele alınan değişkenler DMF büyüklüğü (0.05, 0.10, 0.15, 0.20), DMF türü, DMF yüzdesi (%10, %30), DMF'li maddelerin Q-matrisindeki yapısı (sadece basit maddeler, sadece karmaşık maddeler, hem basit hem karmaşık maddeler), grup dağılımları (eşit ve eşit olmayan dağılımlar) ve her grup için örneklem büyüklüğü (gruplar arası örneklem büyüklüğü eşitse $n=1000$, gruplar arası örneklem büyüklüğü eşit değilse referans grup için $n=1300$, odak grup için $n=700$) değişkenleridir. Belirtilen koşullar tamamen çaprazlandığında 196 koşul olup 100 replikasyon yapılmıştır. Çalışmada kullanılan Q-matrisine ilişkin nitelik sayısı beş ve test uzunluğu 30 madde olarak belirlenmiştir. Çalışmanın bulguları nitelik ve örüntü düzeyinde sınıflama oranlarına göre oluşturulmuştur. Bulgulara göre nitelik düzeyinde tanısal sınıflandırmalar çoğu koşulda DMF etkisine karşı sağlamdır. Nitelik düzeyinde sınıflandırma doğruluğu, DMF'nin sadece basit yapıdaki maddelerde olduğu ve grup dağılımı eşit olmadığı koşullarında kabul edilebilir oranların altına düşmüştür. Örüntü düzeyinde sınıflama doğruluğu ise DMF olmadığı koşullarda bile en yüksek değeri 0,69 olmuştur. Bu değer eşit olmayan grup dağılımları koşulunda odak grup için çok daha aşağı çekilmektedir.

Feng (2021) araştırmasında temel olarak bilişsel tanı modelleri kapsamında belirlenen DMF ölçümlerine ilişkin etki büyüklüğüne odaklanarak DMF gösteren maddelerin pratikteki önemini incelemiştir. Bu çalışmada olasılığa dayalı etki büyüklüğü indeksleri (signed probability difference-SPD, unsigned probability difference-UPD) önerilmiştir. Önerilen SPD ve UPD etki büyüklüğü indekslerinin kestirim doğruluğu DMF gösteren maddelerin

sınıflandırılması bir simülasyon çalışması tasarlanarak incelenmiş ve tatmin edici sonuçlar alınmıştır. Çalışmada manipüle edilen faktörler, örneklem büyüklüğü (500/500, 4000/500, 4000/1000, 4000/4000), grup dağılımları (eşit, eşit olmayan), madde ayıricılığı ($U(.05, .15)$, $U(.15, .25)$, $U(.25, .35)$) DMF büyüklüğü (.05, .10, .15), DMF türü (TB, TBO) ve DMF’li madde yüzdesi (%10, %30) olarak belirlenmiş olup toplamda 424 koşul incelenmiştir. Önerilen indeksler BTM bağlamında DMF tespitinde Wald testi ile birlikte kullanılmıştır. Çalışmada Wald yöntemi, toplam puanda eşleşen Mantel-Haenszel yöntemi (MH-T) ve nitelik profillerinde eşleşen Mantel-Haenszel yöntemi (MH-P) olmak üzere üç DMF belirleme yöntemi karşılaştırılmıştır. Sonuçlarda, Wald yöntemi diğer iki MH prosedüründen çoğu koşulda daha iyi sonuç vermiştir. Bu çalışmada aynı zamanda DMF belirlenmesine ilişkin Tip I hatası ve güç oranları üzerindeki etki büyüklüğü ölçümlerini dahil etmenin etkisini de incelenmiştir. Etki büyüklüğü ölçümlerinin dahil edilmesi, her üç yöntem için de Tip I hata oranlarını önemli ölçüde azaltabileceği belirtilmiştir. Etki büyüklüğü ölçümlerinin dahil edilmesi, küçük DMF'nin belirlenmesinde güçte bir azalmaya yol açmış ancak büyük DMF'nin güç oranlarını etkilememiştir. Çalışmanın sonunda önerilen DMF belirlenmesinde etki büyüklüğü ölçümlerinin ve anlamlılık testinin nasıl birleştirildiği TIMSS (Trends of International Mathematics and Science Study) 2007 dördüncü sınıf matematik değerlendirmesi kullanılarak gösterilmiştir.

Akbay (2021) çalışmasında DMF belirleme yöntemlerinden KTK’ya dayalı Mantel-Haenszel, MTK’ya dayalı Raju’nun alan ölçümleri ve BTM’ye dayalı DINA modeli altında Wald testi tekniklerini kullanarak sonuçları karşılaştırmıştır. Bu çalışmada kullanılan veri, 2013 yılında Ankara ilinde sınava giren lise adaylarının Temel Eğitimden Ortaöğretime Geçiş sınavı kapsamında (TEOG) 19 soruluk matematik bölümüne verdikleri yanıtlardan oluşmaktadır. Ayrıca araştırmada farklı kitapçıklarda farklı sıra ile yer alan maddeler incelenerek DMF sonuçlarının test maddelerinin sıralamasından etkilenme durumu ortaya konulmuştur. Sonuç olarak veriler bir BTM’ye uyarlandığında en fazla sayıda DMF gözlemlenmekle birlikte uygulanan yöntemler arasında ciddi farklılık göstermiştir. Bunun yanı sıra bu çalışma, bir maddenin bir kitapçıkta DMF’li olarak işaretlenebileceğini, diğerinde ise işaretlenmeyebileceğini göstermiştir.

Ma, Terzi ve de la Torre (2021) çalışmalarında farklı gruplardan sınava girenlerin test sonuçlarının geçerlik çalışmasını desteklemek için esnek bir model olan G-DINA

çerçevesinde çok gruplu bir bilişsel tanı modeli önermişlerdir. Çalışmanın devamında simülasyon deseni üzerinde olabilirlik oran (loglikelihood, LR) testi ve Wald testinin MG-GDINA (Multiple-group Generalized Deterministic Inputs, Noisy-And-Gate) modeline dayalı olarak DMF saptamadaki performanslarını karşılaştırmıştır. Ayrıca DMF tespiti için LR ile Wald testlerini beraber kullanılacak bir FS (forward anchor item search) prosedürü önerilmiştir. Sonuçlara göre, FS algoritması ile LR ve Wald testlerinin, özellikle maddeler düşük kalitede olduğunda, normal kullanılan LR ve Wald testlerinden daha iyi kalibre edilmiş Tip I hata oranları ürettiğini göstermiştir. Çalışmanın sonunda önerilen yöntemin uygulanması gerçek veride gösterilerek örneklendirilmiştir.

Alan yazında yapılan çalışmalar incelendiğinde BTM'lerin daha detaylı puan bildiriminin beklendiği eğitimsel test durumlarında uygulandığı görülmektedir (Ackerman, Zhang, Henson ve Templin, 2006; Jang, 2005; Li, Hunter ve Lei, 2016; Ravand, 2016; Roberts ve Gierl, 2010; Toprak, 2015; Yakar, Doğan, Dost ve Yüksel, 2021; Yi, 2012). Bunların yanı sıra alanyazındaki ilgili araştırmalar genel olarak özetlenirse, BTM kapsamında ele alınan çalışmaların bir kısmı Q-matrisin geçerliğini sağlamaya yönelik yöntem önerisinde bulunan çalışmalar (Chiu, 2013; De Carlo, 2012; de la Torre, 2008; de la Torre ve Chiu, 2016; Koyuncu, 2020; Ma, 2017; Terzi, 2017; Wang, Song, Ding, Meng, Cao, & Jie, 2018) iken bir kısmı yanlış Q-matrisi tanımlama sınıflama doğruluğu ve parametre kestirimine etkilerinin incelendiği çalışmalar (Gao, Miller & Liu, 2017; Rupp & Templin, 2008; Uyumaz, 2016) olarak yer almaktadır. Bilişsel tanıya dayalı çok boyutlu test geliştirmenin yapıldığı çalışmaların (Demir, 2013; Toprak, 2015) yanısıra BTM kapsamında test veya madde düzeyinde model uyumlarını ele alan çalışmalar da bulunmaktadır (Başokçu, Öğretmen ve Kelecioğlu, 2013; de la Torre ve Lee, 2013; Hu, Miller, Huggins-Manley ve Chen 2016; Ma, Iaconangelo ve de la Torre, 2016; Pan-Lou, Qian-Meng, Zong-Jun, & Hao, 2019; Sarıtaş Akyol ve Çakan, 2022).

BTM kapsamında DMF değerlendirilmesine yönelik çalışmaların çoğunda BTM çerçevesinde DMF saptamak için yeni bir DMF belirleme yöntemi geliştirmek ve ek simülasyon çalışmasıyla diğer DMF belirleme yöntemlerini karşılaştırmak amaçlandığı görülmektedir (Akbay 2021; Hou, 2013; Hou, vd., 2014; Feng, 2021; Li, 2008; Li ve Wang, 2015; Liu, vd., 2019; Ma, vd., 2021; Milewski ve Baron, 2002; Svetina, vd., 2018; Zhang, 2006). DMF etkisinin farklı koşullar altında sınıflandırma performansına etkilerinin ele

alındığı yalnızca bir başlangıç çalışmasına rastlanmıştır (Paulsen vd., 2020). Dolayısıyla mevcut araştırmada belirtilen koşullar kapsamında nitelik ve örüntü düzeyinde doğru sınıflandırma oranlarının incelenmesine ihtiyaç duyulmuştur.



BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli, simülasyon deseni, verilerin üretimi ve verilerin analizi başlıkları altında bilgiler verilmiştir.

3.1. Araştırmanın Modeli

Araştırmada bilişsel tanı modellerinden DINA ve DINO modelleri kapsamında nitelik sayısı, DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF’li madde yüzdesi ve DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı farklılaştığında modellere ilişkin nitelik ve örüntü düzeyinde sınıflandırma oranlarına etkileri incelenerek ardından birbiriyle karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu çalışmada pratikte oluşturulamayan bu test koşullarını oluşturmak için hipotetik bilişsel tanı değerlendirmeye dayalı bir Monte Carlo simülasyon çalışması yürütülmüştür.

3.2. Simülasyon Deseni

Araştırma kapsamında ele alınan değişkenlerin (faktörlerin) farklı koşullarda sınıflandırma doğruluklarına etkisinin incelenmesi için DINA ve DINO modellerine dayalı ayrı ayrı simülatif veri üretilmiştir. DMF’li maddeleri değerlendirmek için bir işlem yapılmadığındaki durumun sınıflandırma performansına etkisini göstermek için değerlendirmede DMF’li maddeler ve DMF göstermeyen maddelerin birlikte kalibre edildiği varsayılmıştır (bkz. Cho, Suh, & Lee, 2016; Paulsen, vd., 2020). Verilerin gerçekçi değerlendirme durumlarına

benzemesi ve sonuçların genellenebilir olması için simülasyon çalışmasına hangi faktörlerin dahil edilmesi gerektiğini belirlerken yapılan değerlendirmeler önem taşımaktadır (Zhang, 2006). Simülasyon koşullarını belirlemek için, BTM'ler ve BTM kapsamındaki DMF kullanımına ilişkin yapılan gerçek veriye dayalı analizler ve simülasyon çalışmalarından yararlanılmıştır. (bkz. de la Torre ve Douglas, 2004; Hou ve diğerleri, 2014; Li ve Wang, 2015; Liu ve diğerleri 2019; Svetina ve diğerleri, 2018; Paulsen ve diğerleri, 2020). Verilerin üretilmesi için belirlenen simülasyon koşullarının gerekçelendirmeleri alan yazından faydalanılarak aşağıda açıklanmıştır.

3.2.1. Sabitlenen Faktörler

Bu başlık altında çalışmada sabitlenen örneklem büyüklüğü, nitelikler arası ilişki, madde sayısı, madde kalitesi faktörlerine ilişkin bilgi verilmiştir.

3.2.1.1. Örneklem Büyüklüğü

De la Torre ve Lee çalışmasında (2010), 500 ve 1000 örneklem büyüklükleri ile DINA modeli için madde parametrelerinin iyi bir şekilde geri kazanıldığını bildirmiştir. Sessoms ve Henson çalışmasında (2018), bilişsel tanı modellemede yapılan çalışmalarda yer alan örneklem büyüklüğünün %61'inin 1000'den büyük olduğunu, %31'inin de 1000 ile 2000 aralığında değiştiğini tespit etmiştir. Bu çalışmada aynı zamanda örneklemin pratikte yararlılığını gözeterek çok büyük olmamasına dikkat edilmiştir. Ayrıca parametre kestirimlerinin kesinliğine örneklem büyüklüğünden kaynaklı bir olumsuzluk yansımaması adına örneklem büyüklüğü her bir grup için 1000 olarak belirlenmiştir.

3.2.1.2. Nitelikler Arası İlişki

Bilişsel tanı modelleri kapsamında telafisel ve telafisel olmayan modellerin ele alındığı çalışmalarda nitelikler arası korelasyonun tipik olarak orta düzey ($p=0.5$) olarak ayarlandığı görülmektedir (bkz. Bradshaw ve Templin, 2014; Chiu, 2013; Chiu ve Douglas, 2013; Chiu, Sun, & Bian, 2017; Henson ve Douglas, 2005; Wang ve Douglas, 2015; Yavuz, 2021). Svetina, Feng, Paulsen, Valdivia, Valdivia ve Dai (2018) çalışmalarında bilişsel tanı modellemede DMF madde parametresi iyileştirme üzerinde nitelikler arası korelasyon seviyelerinin nispeten küçük bir etkiye sahip olduğunu belirtmiştir. Zhang (2006) araştırma sonuçlarına göre, nitelik korelasyonunun DMF belirleme istatistikleri üzerindeki etkisinin,

diğer test koşulları sabit tutulduğunda ihmal edilebilir görüldüğünü ifade etmiştir. Bu çalışmada nitelikler arası korelasyon $p=0.5$ olarak sabit belirlenmiştir.

3.2.1.3. Madde Sayısı

Çalışmada değişimlenen nitelik sayısı (4 ile 6), DMF gösteren madde yüzdeleri ve madde nitelik ilişkisi bağımsız değişkenlerinin düzeyleri göz önünde bulundurularak testteki madde sayısının 30 olmasına karar verilmiştir.

3.2.1.4. Madde Kalitesi

de la Torre ve Douglas (2004) simülasyon çalışmasında ve sundukları gerçek veri örneğinde kaydırma (s) ve tahmin (g) parametrelerinin çoğunun 0.1 ile 0.3 değerleri aralığında olduğunu göstermişlerdir. Bu araştırmada da uygulamada karşılaşma olasılığı yüksek, uygun bir modele yaklaşmak için s ve g parametrelerine ilişkin değer aralığı tek düze dağılım şeklinde [.1, .3] olarak belirlenmiştir (de la Torre ve Douglas, 2004; Hou, vd., 2014; Li, 2008; Paulsen, vd., 2020).

3.2.2. Manipüle Edilen Faktörler

Bu araştırmanın amacına uygun veri setini oluşturabilmek için kullanılan bilişsel tanı modeli, nitelik sayısı, DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF’li madde yüzdesi ve DMF’li maddeler ile nitelik ilişkisi olmak üzere altı değişken manipüle edilmiştir.

3.2.2.1. Kullanılan BTM Modeli

Gizil değişkenlerin doğasına ilişkin varsayımlar nedeniyle telafisel ve telafisel olmayan BTM modellerine ayrı ayrı ihtiyaç duyulmaktadır (Templin ve Henson, 2006). Bilişsel tanı modelleri arasında ampirik uygulamalarda en yaygın tercih edilen DINA modeli olmaktadır (Sessoms ve Henson, 2018). Bu çalışmanın amacı kapsamında uygulamada yapılan çalışmalara daha fazla katkısı olması açısından telafisel olmayan modellerden DINA modeli, telafisel modellerden de DINO modeli tercih edilmiştir.

3.2.2.2. Nitelik Sayısı

Sessoms ve Henson (2018)'in literatür incelemesi yaptığı çalışmasında bilişsel tanı modellemede yapılan uygulamaya dayalı çalışmalarda en sık rastlanan nitelik sayısının 4 olduğunu belirtmiştir. BTM'ye dayalı yapılan simülasyon çalışmalarında ise en çok kullanılan nitelik sayısı 5 olmuştur (Nájera, Abad, & Sorrel, 2021). Paulsen ve arkadaşları (2020) bilişsel tanı modellerinde değişen madde fonksiyonunun farklı koşullar altında sınıflandırma performansına olan etkilerini incelemiş ve farklı nitelik düzeyleri için çalışmanın ele alınmasını önermişlerdir. Bilişsel tanı modellerinde nitelik sayısının çok fazla olması tek bir testte çok fazla beceriyi yoklamak anlamına gelmektedir. Bu durum uygulamalarda pratik olmamakta ve bunun yanı sıra model hesaplamalarında güçlük çıkartabilmektedir. Dolayısıyla bu çalışmada ele alınan nitelik düzeyleri 4 ile 6 olarak belirlenmiştir.

3.2.2.3. DMF Büyüklüğü

Alan yazında BTM alanında DMF ile ilgili yapılan çalışmalarda DMF büyüklüğünün 0.05, 0.075, 0.10, 0.15, 0.20 farklı düzeylerinin ele alındığı görülmektedir (Ma, Terzi ve de la Torre, 2021; Paulsen, vd., 2020; Zhang, 2006). Zhang, (2006) çalışmasında DMF büyüklüğü için orta ve geniş etkiyi yeterince temsil ettiğini düşündüğü 0.075 ile 0.15 düzeylerini belirlemiştir. Ma ve arkadaşları (2021) çalışmalarında DMF büyüklüğünü küçük etki ve büyük etki olarak sırasıyla 0.05 ile 0.10 ayarlamışlardır. Paulsen ve arkadaşları (2020) çalışmalarına DMF büyüklüğü için önce 0.05 ve 0.10 ile başlamış ancak daha aşırı DMF örneklerini dikkate almak için daha sonra çalışmalarına 0.15 ile 0.20 düzeylerini de dâhil etmişlerdir. Alan yazındaki çalışmalar dikkate alındığında bu çalışma için de DMF büyüklüğü düzeyleri 0.075, 0.10, 0.15, 0.20 olarak belirlenmiştir.

3.2.2.4. DMF Türü

Araştırma kapsamında hem tek biçimli hem de tek biçimli olmayan DMF türü dikkate alınmıştır. BTM kapsamında düşünüldüğünde bir maddeyi doğru yanıtlama olasılığı tüm nitelik profilleri için belirli bir grup diğer grup ile karşılaştırıldığında avantajlı veya dezavantajlı durumda oluyorsa o maddenin tek biçimli DMF gösterdiğinden bahsedilebilir. Tek biçimli olmayan DMF örneği olarak ise bir maddeyi yanıtlama olasılığı belirli nitelik profili için bir gruba avantaj sağlarken diğer nitelik profillerinde de diğer gruba avantaj

sağlaması ile gerçekleşebilir. BTM kapsamında tek biçimli ve tek biçimli olmayan DMF etkilerini taşıyan veriyi üretmek için yürütülen süreç verilerin üretimi başlığı altında ifade edilmiştir.

3.2.2.5. DMF’li Madde Yüzdesi

DMF’li madde yüzdesi gerçek test durumlarında çok çeşitlilik gösterebilmektedir (Li, 2008). DMF kapsamında yapılan çalışmalar incelendiğinde Hambleton ve Rogers (1989) çalışmalarında bir lise yeterlilik testi için maddelerin %19 ve %25’inin DMF gösterdiğini belirlemiştir. Raju, Bode ve Larsen (1989) araştırmasında pratik uygulamalarda, tek bir testte maddelerin yaklaşık %20’sinin DMF gösterebildiğini bulmuştur. Elkonca, (2020) çalışmasında 2016 yılında yapılan ABİDE sınavında Özyeterlilik ölçeklerinde bulunan maddelerin yaklaşık %33’ünün DMF gösterdiğini bulmuştur.

Alan yazında BTM kapsamında simülasyon koşulları için testte yer alan DMF’li madde yüzdesini %10 ve %30 olarak belirleyen (Paulsen, vd., 2020), testte yer alan DMF’li madde yüzdesini %20 ve %40 olarak belirleyen (Li ve Wang, 2015; Ma, vd., 2021), testte yer alan DMF’li madde yüzdesini %20 (Zhang, 2006; Li, 2008) olarak belirleyen çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmada da alan yazındaki çalışmalar ve kullanılacak madde sayısı göz önünde bulundurularak testte DMF gösteren madde yüzdesi %20 ve %30 olarak belirlenmiştir.

3.2.2.6. DMF’li Maddeler ile Nitelik İlişkisi

Paulsen ve arkadaşları (2020) çalışmalarında Q-matrisinin yapısına göre DMF gösteren maddeleri koşullarına ekleyerek sınıflandırma performansına etkisi olduğunu göstermişlerdir. Buna göre DMF gösteren maddelerin nitelik ilişkisi 3 durumda ele alınmıştır: (1) sadece basit maddeler (DMF’li maddelerin sadece bir niteliği ölçmesi), (2) sadece karmaşık maddeler (DMF’li maddelerin birden fazla niteliği ölçmesi), (3) hem basit hem karmaşık maddelerden bir karışım. Bu çalışmada maddenin ölçtüğü nitelik sayısının sınıflandırma performansına etkisini sistematik olarak inceleyebilmek için maddenin ölçtüğü nitelik sayısı sıralı olarak ele alınmıştır. DMF gösteren maddelerin Q-matrisinde sadece 1 niteliği, 2 niteliği ve 3 niteliği ölçüyor olması ile çalışmaya üç düzey olarak dâhil

edilmiştir. Tablo 3’te araştırma kapsamında manipüle edilen faktörler ve faktörlere ilişkin düzeylere yer verilmiştir.

Tablo 3

Çalışma kapsamında kullanılan simülasyon verisinde dikkate alınan faktörler ve faktörlere ilişkin düzeyler

Faktörler	Faktörlere ilişkin düzeyler		
Modeller	DINA	DINO	
Nitelik sayısı	4	6	
DMF büyüklüğü	.075	.10	.15 .20
DMF türü	Tek biçimli	Tek biçimli olmayan	
DMF’li madde yüzdesi	%20	%30	
DMF’li maddeler ile nitelik ilişkisi	1 niteliği ölçmesi	2 niteliği ölçmesi	3 niteliği ölçmesi

Not: DMF olmayan durum için de modeller ve nitelik sayısı değişkenleri çaprazlanarak ek koşullar oluşturulmuştur (Modeller X Nitelik sayısı).

Araştırmada ele alınan faktör ve koşulları çaprazlandığında $2 \times 2 \times 4 \times 2 \times 2 \times 3 = 192$ farklı veri seti durumu oluşmaktadır. Çalışmada koşulları daha bilgilendirici şekilde kıyaslayabilmek adına bu koşullara ek olarak ele alınan her model için DMF’li madde yüzdesinin 0 olduğu durum için de veri seti oluşturulmuştur. Yani kullanılan model ve nitelik sayısı çaprazlandığında 4 farklı veri seti daha çalışmaya dâhil olmuştur. Dolayısıyla araştırmada toplam da 196 farklı koşul incelenmiş olup her koşul için 100 replikasyon gerçekleştirilmiştir.

3.3. Verilerin Üretimi

Veri üretimi için öncelikle belirlenen 30 madde için 4 ve 6 nitelik sayılarına göre iki Q-matrisi araştırmacı tarafından oluşturulmuştur. Q-matrisi oluşturulurken maddelerin ölçtüğü nitelik sayısı dağılımı ve her niteliğin kaç kez ölçüldüğü dengeli dağıtılmasına dikkat edilmiştir (de la Torre, 2008; de la Torre, Hong, & Deng, 2010; de la Torre & Douglas, 2004; Hou, vd., 2014; Rupp & Templin, 2008). Madison ve Bradshaw (2015) çalışmalarında önermiş olduğu Q-matris tasarımı akış şemasına göre, bilişsel tanı modellerinde kabul edilebilir düzeyde sınıflama doğruluğu elde edebilmek için her niteliğin en az beş kez ölçülmesi gerekmektedir. Bu çalışmada kullanılan 4 nitelikten oluşan Q-matriste her bir

nitelik ölçümü 15'er kez, 6 nitelikten oluşan Q-matriste ise her nitelik 10'ar kez ölçülmüştür. Bunun yanı sıra madde nitelik ilişkisi açısından 4 ve 6 nitelik içeren her iki Q-matriste de 1.ile 10. madde arası maddeler 1 niteliği, 11. ile 20. madde arası maddeler 2 niteliği, 21. ile 30. madde arası maddeler 3 niteliği ölçmektedir. Çalışmada kullanılan Q-matrisleri arasında karmaşıklık düzeyi bu şekilde aynı tutulmaya çalışılarak bulgulara Q-matrisindeki nitelik sayısındaki artışa dayalı sistematik bir değişiklik olup olmadığı gözlemlenmek istenmiştir. Burada sözü edilen Q-matrisindeki karmaşıklık, maddenin birden fazla temsil ettiği nitelik sayısı açısından el alınmıştır.

Çalışmada ele alınan 4 ve 6 nitelikten oluşan Q-matrisleri Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4

Çalışmada kullanılan 4 ve 6 niteliği ölçen Q-matrisleri

Maddeler	Nitelikler				Nitelikler					
	N1	N2	N3	N4	N1	N2	N3	N4	N5	N6
1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
3	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
4	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
5	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
7	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
8	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
9	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
10	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
11	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0
12	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0
13	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0
14	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0
15	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0
16	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0
17	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0
18	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
19	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1
20	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1
21	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0
22	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0
23	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0
24	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1
25	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0
26	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0
27	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1
28	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1

29	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1
30	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1

Çalışma kapsamında incelenmek istenen tek biçimli ve tek biçimli olmayan DMF etkilerini yansıtan veriyi elde etmek için ise şu şekilde yol izlenmiştir (Hou, vd., 2014; Paulsen, vd. 2020; Zhang, 2006). Tek biçimli DMF oluşturmak için odak grupta maddeyi doğru yanıtlamak için gerekli niteliklere sahip olan bireylerin maddeyi doğru yanıtlama olasılıklarının daha düşük olması için kaydırma parametreleri artırılmıştır. Benzer bir mantıkla da referans grupta maddeyi doğru yanıtlamak için gerekli niteliklere sahip olmayan bireylerin maddeyi doğru yanıtlama olasılıklarının daha yüksek olması için tahmin parametreleri artırılmıştır. Tek biçimli olmayan DMF de ise bir grubun belirli nitelik profillerinde doğru yanıt verme olasılığı desteklenirken aynı grubun diğer nitelik profillerinde doğru yanıt verme olasılığı düşmektedir. Tek biçimli olmayan DMF gösteren veriyi oluşturmak için de odak grup için kaydırma ve tahmin parametreleri artırılmış referans gruba ek olarak bir işlem yapılmamıştır. Böylece odak grupta maddeyi doğru yanıtlamak için gerekli niteliklere sahip olanların doğru yanıtlama olasılığı düşürülürken, yine aynı grupta maddeyi doğru yanıtlamak için gerekli niteliklere sahip olmayanların yanıtlama olasılığı artırılmış olmaktadır.

Araştırmanın veri seti için kaydırma ve tahmin parametreleri üretilirken öncelikle referans grubu için yukarıda sabitlenen faktörlerde belirtilen [.1, .3] aralıkta tekdüze dağılım şeklinde rastgele olarak parametreler elde edilmiştir. Elde edilen bu madde parametreleri, farklı koşullar arasında referans grubu için aynı dağılım kullanılarak veri üretimi yapılmıştır. Odak grubun madde parametrelerini elde etmek için ise referans grubu için üretilen madde parametrelerinden manipüle edilecek maddeler için R programında kod yazılarak tanımlanmıştır. Maddeler arasından DMF gösterecek maddeler madde nitelik ilişkisine göre gruplanarak aralarından seçkisiz olarak belirlenmiştir. Buna göre DMF’li madde yüzdesi koşulu %20 iken bir niteliği ölçen DMF gösteren maddeler 1, 2, 3, 4, 8, 10; iki niteliği ölçen DMF gösteren maddeler 11, 12, 14, 17, 18, 20; üç niteliği ölçen DMF gösteren maddeler 21, 22, 23, 25, 27, 28 numaralı maddelerdir. DMF’li madde yüzdesi koşulu %30 iken bir niteliği ölçen DMF gösteren maddeler 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10; iki niteliği ölçen DMF gösteren maddeler 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20; üç niteliği ölçen DMF gösteren maddeler 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30 numaralı maddelerdir. DMF büyüklüğü ve DMF türü faktörlerinin

koşullarında s ve g parametreleri için tanımlanan değişim miktarları aşağıdaki Tablo 5’te yer almaktadır.

Tablo 5

Koşullara göre DMF türü ve büyüklüğünün kombinasyonu

DMF türü	DMF büyüklüğü	Δ_{Sodak}	Δ_{godak}	$\Delta_{\text{Sreferans}}$	$\Delta_{\text{greferans}}$
Tek biçimli	.075	+.075	0	0	+.075
	.10	+.10	0	0	+.10
	.15	+.15	0	0	+.15
	.20	+.20	0	0	+.20
Tek biçimli olmayan	.075	+.075	+.075	0	0
	.10	+.10	+.10	0	0
	.15	+.15	+.15	0	0
	.20	+.20	+.20	0	0

Δ : odak ve referans grup için s ve g parametrelerindeki değişim miktarını gösterir.

3.4. Verilerin Analizi

Araştırma verilerinin üretimi, Q-matrisinin tanımlanabilirliğinin değerlendirilmesi, bilişsel tanı model analizleri ve veri görselleştirme için R Studio arayüzü kullanılarak R (version 4.2.0) programından faydalanılmıştır. Verilerin üretilmesi, Q-matrisinin tanımlanabilirliği ve DINA ile DINO modellerinin analizleri için CDM (Robitzsch, Kiefer, George, & Uenlue, 2020) paketinden; veri görselleştirme de ggplot2 (Wickham, vd., 2020) paketinden yararlanılarak gerçekleştirilmiştir. DINA ve DINO modellerine ilişkin sınıflandırma parametreleri MAP kestiricisi kullanılarak elde edilmiştir. Bunun yanı sıra araştırma verilerinin düzenlenmesi için Microsoft Excel 2016, faktöriyel ANOVA’nın varsayımlarının test edilmesi ve uygulanması için de IBM SPSS (ver. 22) programı kullanılmıştır.

Birinci araştırma sorusunun yanıtlanması için odak ve referans grup için oluşturulan simülatif veride DINA modeli analizleri yapılmıştır. Belirlenen koşullara göre elde edilen doğru sınıflandırma oran ortalamaları hem betimsel olarak tabloda sunulmuş hem de grafik üzerinde görselleştirilmiştir. Daha sonra her bir grup için nitelik ve örüntü düzeyinde doğru sınıflandırma oranı katsayısı ortalamalarının koşullara göre nasıl bir değişim gösterdiğini istatistiksel olarak belirlemek için dört kez 2x4x2x2x3 faktöriyel ANOVA uygulanmıştır. Faktöriyel desen en az iki bağımsız değişkeni (faktör) kapsayan istatistiksel olarak güçlü bir araştırma desendir (Büyüköztürk, 1997). Faktöriyel desenler (1) iki veya daha fazla bağımsız değişkeni, (2) her bir bağımsız değişken en az iki veya daha fazla düzeye sahip

olmak üzere (3) farklı bağımsız değişkenlerin düzeyleri bağımsız değişken kombinasyonları oluşturmak üzere aynı anda değerlendirilmesini sağlamaktadır (Kirk, 2013, s.83). Genel olarak faktöriyel ANOVA, bağımsız ölçümler faktöriyel desen, tekrarlı ölçümler deseni ve faktöriyel karma ölçümler deseni olarak üç şekilde adlandırılmaktadır (Rutherford, 2011). Bu araştırmada nitelik ve örüntü düzeyi doğru sınıflandırma oranları ayrı ayrı bağımlı değişken olarak ele alınıp simülasyon koşullarında belirlenen bağımsız değişkenler ve bu değişkenlerin düzeyleri arasında karşılaştırıldığı için bağımsız ölçümler faktöriyel desen kullanılmıştır. İkinci araştırma sorusu için de benzer yol izlenerek aynı adımlar DINO model için gerçekleştirilmiştir. Üçüncü araştırma sorusu için veriler tekrar düzenlenerek çalışma kapsamındaki her bir faktör bazında modeller arasında nasıl bir değişim olduğunu belirlemek için faktöriyel ANOVA yapılmıştır. Kullanılan modeller ile nitelik sayısı faktörü için 2x2, DMF büyüklüğü faktörü için 2x4, DMF türü faktörü için 2x2, DMF’li madde yüzdesi faktörü için 2x2, DMF’li madde nitelik ilişkisi faktörü için 2x3 faktöriyel ANOVA yapılmıştır.

Faktöriyel ANOVA yapılmadan önce gerekli varsayımlar test edilmiştir. Veride bağımsız değişkenlerin düzeyleri çaprazlandığında oluşan her bir grup için normal dağılım, varyansların homojenliğinin sağlanması ve gözlemlerin bağımsızlığı gerekmektedir. Araştırma verisinde normallik ve varyansların homojenliği varsayımlarının sağlanmadığı görülmüştür. Ancak F istatistiği, her bir gruptaki birey sayısı eşit olduğunda bazı varsayımların ihlaline karşı daha sağlamdır (Kirk, 2013, s.34). F istatistiği normallik varsayımının ihlaline karşı oldukça güçlü bir istatistiktir. Varyans homojenliği varsayımının ihlal etmenin etkisinin ciddiyeti, grup büyüklüklerinin eşit olup olmamasına bağlıdır (Lix, Keselman, ve Keselman, 1996). Bu hususta ilk yazarlar arasındaki genel fikir birliği, grup büyüklükleri eşit olduğunda F testinin varyans heterojenliğine karşı büyük ölçüde sağlam olduğu yönündedir (Boneau, 1960; Norton, 1952). Bu araştırmada ele alınan faktörlerin her bir koşulu için replikasyon sayısı eşit olup 100 olarak belirlendiği için faktöriyel ANOVA uygulanmıştır.

Faktöriyel ANOVA yorumlanırken manidar ve pratik anlamlılığı olan en çok faktörün olduğu etkileşim etkisi dikkate alınarak başlanmıştır. Çalışmada beş faktörlü etkileşim etkisi anlamlı olduğunda bir faktörün düzeylerinde diğer dört değişken için basit dört yönlü etkileşimlerin anlamlılığı incelenmiştir. Dörtlü etkileşim anlamlıysa bir faktör daha düzeylere eklenmiş her bir düzey için basit üç yönlü etkileşim etkilerinin anlamlılığı incelenmiştir. İncelenen düzeylerde üç yönlü etkileşimler anlamlı ise bir faktör daha

düzeyle düzeyle eklenerek kalan iki faktör için basit iki yönlü etkileşimlerin incelenmesi yolu izlenmiştir. Anlamlı olan ikili etkileşimler için her bir faktör için basit etki (simple effect) analizleri yapılarak bir faktörün ortalamaları diğer faktörün düzeylerinde karşılaştırılmıştır. İkili etkileşimler manidar değilse de ana faktör etkileri yorumlanmıştır. Araştırmada istatistiksel olarak manidar farklılaşma görüldüğünde bu farkın hangi faktörün düzeyleri arasında, hangisine avantaj sağladığını görmek için yapılan post-hoc testleri arasından varyans homojenliği sağlanmadığı için Tamhane's T2 ile Games-Howell testleri kullanılmıştır. Çalışmada 1.tip hata oranını sınırlı tutmak için yapılan testlerde anlamlılık düzeyi $p < 0.001$ olarak ele alınmıştır. ANOVA sonuçlarının pratik anlamlılığını değerlendirmek için hesaplanan etki büyüklüğü değerleri η_p^2 (partial eta squared) 0,01 küçük etki 0,06 orta etki 0,14 geniş etki olarak yorumlanmıştır (Kirk, 2013, s. 419; Tan, 2016, s. 347). A ve B faktörlerine ait temsili faktöriyel ANOVA analizine ilişkin temel formül Eşitlik 9'da sunulmuştur.

$$Y_{ijk} = \mu + \mu_{j-} - \mu + \mu_{k-} - \mu + \mu_{jk} - \mu_{j-} - \mu_{k-} + \mu + \varepsilon_{i(jk)} \quad (i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, p; k = 1, \dots, q)$$

(Eşitlik 9)

Y_{ijk} : k. modelin j. nitelik koşulunda gözlenen bağımlı değişkenin değeridir.

μ : Bağımlı değişkene ait genel ortalamayı temsil eder.

$\mu_{j-} - \mu$: Bağımlı değişkenin j. nitelik koşulundaki ortalaması ile genel ortalama arasındaki fark faktör A'yı temsil etsin.

$\mu_{k-} - \mu$: Bağımlı değişkenin k. nitelik koşulundaki ortalaması ile genel ortalama arasındaki fark faktör B'yi temsil etsin.

$\varepsilon_{i(jk)}$: Rastgele hataya ilişkin etkiyi temsil eder.

3.4.1. Simülasyon Verisinin Güvenirlik ve Geçerliği

Bulut ve Sünbül (2017) çalışmalarında bir Monte Carlo simülasyon çalışmasının tasarlanması ve veri üretimi aşamasında dikkat edilecek bazı hususlara değinmiştir. Bu çalışmada veri üretimi için 196 koşul için hem referans hem de odak grup oluşturulmuştur. Veri üretimi yapılırken her bir koşulda 100 replikasyon belirlendiği için her bir koşuldaki her bir grup için rastgele olarak 100 tam sayı atanarak çalışmada rastgele başlangıç noktaları (random seeds) olarak kullanılmıştır. Kullanılan bu başlangıç noktaları çalışmanın tekrarlanabilirliği için her bir koşuldaki gruplar için ayrı ayrı isimlendirilerek toplam 384

dosya kayıt altına alınmıştır. Replikasyon sayısı 100 olduğu için çalışmada 38400 başlangıç değeri kullanılmıştır.

Oluşturulan simülasyon veride manipüle edilen s ve g parametreleri üretilmiş verinin analizi sonrası kestirilen s ve g parametreleri ile yakınlığı incelenmiştir. Veri üretimi için kullanılan s ve g vektörleri ile kestirilen s ve g değerlerinin yakın değerler olduğu görülmüştür. Ayrıca DMF madde geçerliğini etkileyebilmektedir. BTM'lerde DMF gösteren maddelerin varlığı, geçersiz madde parametresi tahminlerine neden olabilir ve gizil nitelik profili tahminlerini bozabilir (Hou, 2013). Verilerin DMF manipülasyonu sonrası Q-matrisinde bulunan maddelerin niteliklerle olan ilişkisinde bir bozulma olup olmadığı test edilmiştir. Bunun kontrolü her bir koşuldaki örneklerle R programında CDM (2020) paketi içerisinde `din.validate.qmatrix` fonksiyonu ile incelenmiştir (Robitzsch, vd., 2020).

Bir bilişsel tanı modelinde Q-matrisinin yetersiz tanımlanması, analizde tanılayıcı ve sınıflandırıcı değeri düşük olan model parametrelerinin elde edilmesiyle sonuçlanabilir (Templin & Henson, 2006). Dolayısıyla, Q-matrisinin geçerliğine yönelik kanıtlar elde etmek bilişsel tanı uygulamalarında yapılacak olan çıkarımların geçerliği için bir ön koşul niteliğindedir. Gu ve Xu (2019) çalışmasında DINA modelde Q-matrisinin tanımlanması için gerekli ve yeterli koşulların oluşması için durum belirtmişlerdir. Durumlardan ilki, Q-matrisinde tanımlanan her nitelik için tek bir şekilde ölçen en azından 1 maddenin bulunması, ikinci olarak her niteliğin en az üç madde tarafından ölçülüyor olması, son olarak da alt matrisin farklı sütunlarının olması. Bu çalışmada araştırmacı tarafından oluşturulan Q-matrislerinin tanımlanabilirlik durumlarını ortaya koymak için gerekli değerlendirme yapılmıştır. Çalışmada kullanılan iki Q-matris için de tanımlanabilirlik durumu için belirtilen gerek ve yeterli koşulların sağlanmıştır ve buna ilişkin çıktılar Ek.'de sunulmuştur. R programında CDM (2020) paketi kapsamında `din_identifiability` fonksiyonu kullanılmıştır (Robitzsch, vd., 2020).

3.4.2. Simülasyon Koşullarının Karşılaştırılmasına Yönelik Değerlendirme Kriteri

Sınıflandırma doğruluğu, her bir nitelik düzeyinde ve nitelik profili düzeyinde, bireylerin niteliklere sahip olma durumu kestiriminin gerçek profille ne derece uyduğunu değerlendiren 0 ile 1 arasında değer alabilen bir oran katsayısıdır (Paulsen, vd. 2020).

Bilişsel tanılama ile gerçekleştirilen sınıflamaların geçerlik ve güvenilirliği, araştırma koşullarına göre farklı indeksler kullanılarak temsil edilmektedir. Cui, Leighton, Gierl ve Hunka (2006) araştırmasında, Q-matrisinde nitelikler arası ardışıklık veya önkoşul ilişkisi bulunuyorsa sınıflama doğruluğu için hiyerarşi tutarlılık indeksini (hierarchy consistency index) önermişlerdir. Cui, Gierl ve Chang (2012) ise Q-matrisinde nitelikler arası bir hiyerarşi söz konusu olmadığı durumlardaki bilişsel tanı değerlendirme için sınıflama tutarlılığı ve doğruluğuna ilişkin sınıflama tutarlılık indeksi (Classification consistency, Pc) ile sınıflama doğruluk indeksini (Classification accuracy, Pa) önermişlerdir. Aynı çalışmada DINA modele göre gerçekleştirilen değişen koşullardaki simülasyon çalışmasının bulgularında Pc ile Pa indekslerine ilişkin gerçek veriden elde edilen sonuçlarla yüksek uyum gösterdiğinden iyi performansa sahip olduğu görülmüştür. Ek olarak çalışmada söz konusu indekslere ilişkin örnekleme dağılımlarının asimptotik normal dağıldığı belirtilmiş ve örneklem büyüklüğü olarak 100 ile 1000 arasındaki değerlerde kullanımının güvenli olduğu belirtilmiştir. Johnson ve Sinharay (2018, 2019) çalışmalarında Pc ile Pa indekslerini doğru pozitif ve doğru negatif olarak ağırlıklandırma ile revize etmişlerdir. Bu çalışmada simülasyon koşulları arasında sınıflandırma performanslarını karşılaştırmak için bilişsel tanı analizi çıktılarından nitelik düzeyi doğru sınıflandırma oranı ile örüntü düzeyi doğru sınıflandırma oranı için MAP kestiricisine dayalı Pa indeksleri kullanılmıştır. Bu çalışmada simülatif veride gerçek sınıflandırmalar bilindiği için her koşul için 100 replikasyonun ortalaması alınarak nitelik ve örüntü düzeyinde kestirilen ve gerçek sınıflandırmalar ortaya konulmuştur.

Bu çalışmada bilişsel tanı değerlendirme sonucu elde edilen nitelik ve örüntü düzeyinde kestirilen sınıflandırma doğruluklarının yorumlanması için değerlendirme kriteri olarak Johnson ve Sinharay (2018)'in çalışmalarında önermiş oldukları Goodman ve Kruskal'ın (1954) güvenilirlik katsayısı yorumlama kriterleri kullanılmıştır. Buna göre 0,25'ten küçük olması güvenilir değil, 0,25 ile 0,50 arası zayıf, 0,51 ile 0,65 arası kabul edilebilir, 0,66 ile 0,80 arası iyi, 0,81 ile 0,90 arası çok iyi ve son olarak 0,90'dan büyük olması mükemmel güvenilirlik olarak değerlendirilmektedir.

BÖLÜM IV

BULGULAR VE YORUMLAR

Bu bölümde, her bir araştırma sorusuna ilişkin elde edilen bulgular ve yorumlar ayrı ayrı sunulmuştur.

4.1. Birinci Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Araştırma Sorusu 1: DINA modeline göre üretilen veride nitelik sayısı (4, 6), DMF büyüklüğü (0,075, 0,10, 0,15, 0,20), DMF türü (tek biçimli, tek biçimli olmayan), DMF’li madde yüzdesi (%20, %30), DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı (1, 2, 3) değişkenlerine göre DINA modeli sınıflandırma performansları nasıl bir değişim göstermektedir?

Araştırma sorusunun yanıtlanması için DINA modeline ilişkin referans ve odak gruplara ait NDSO ile ÖDSO değerleri araştırma koşullarında ayrı ayrı incelenmiştir. Bunun için öncelikle her bir grup için DINA modeline ilişkin NDSO ile ÖDSO değerleri betimsel olarak özetlenmiştir. Tablo 6 ile Tablo 7’de DINA modeli kapsamında referans grup ile odak gruba ilişkin araştırmanın değişen koşullarında sınıflama oranları (sırasıyla NDSO, ÖDSO) sunulmuştur. Tablo 6 ile Tablo 7’de yer alan değerler her bir koşul için gerçekleştirilen 100 replikasyon verisinin analizi sonucu elde edilmiş 100 adet NDSO ile ÖDSO değerlerinin ortalaması olarak yer almaktadır. DINA modeline ilişkin referans ve odak gruba ait NDSO ve ÖDSO değerleri yorumlandıktan sonra takibinde bu ortalamaların daha net görülmesi için veri görselleştirme yapılarak şekillerle grafikler halinde sunulmuştur. Devamında da

araştırma sorusundaki koşulların ana ve etkileşim etkilerini ortaya koymak için referans ve odak gruplar için 2x4x2x2x3 faktöriyel ANOVA bulguları yer almaktadır.

Tablo 6

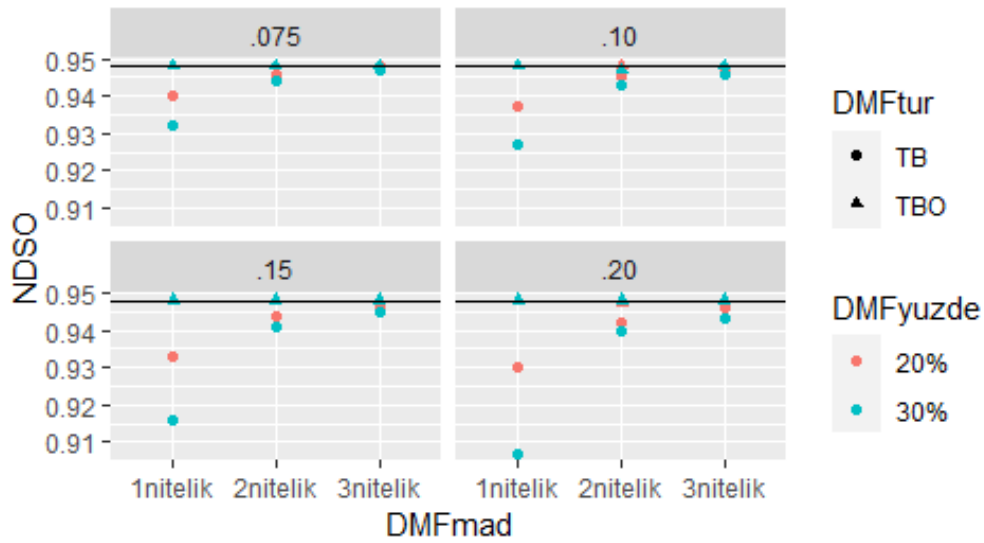
DINA model'e ilişkin referans ve odak grubun değişen koşullarda NDSO ortalamaları

			4 Nitelik				6 Nitelik			
			DMF Türü				DMF Türü			
			TB		TBO		TB		TBO	
DMF Büy.	DMF %	DMF Mad.	Ref. NDSO	Odak NDSO	Ref. NDSO	Odak NDSO	Ref. NDSO	Odak NDSO	Ref. NDSO	Odak NDSO
0	%0		0,948	0,948	0,948	0,948	0,92	0,92	0,92	0,92
.075	%20	1	0,94	0,942	0,948	0,934	0,91	0,911	0,921	0,903
		2	0,946	0,945	0,948	0,944	0,916	0,917	0,921	0,914
		3	0,948	0,947	0,948	0,947	0,919	0,919	0,92	0,916
	%30	1	0,932	0,934	0,948	0,917	0,905	0,906	0,92	0,888
		2	0,944	0,944	0,948	0,941	0,915	0,915	0,92	0,911
		3	0,947	0,947	0,948	0,945	0,918	0,917	0,92	0,914
	%20	1	0,937	0,939	0,948	0,93	0,909	0,91	0,92	0,897
		2	0,945	0,945	0,948	0,942	0,917	0,917	0,92	0,912
		3	0,947	0,946	0,948	0,946	0,918	0,918	0,921	0,916
.10	%30	1	0,927	0,931	0,948	0,906	0,899	0,902	0,92	0,878
		2	0,943	0,944	0,947	0,94	0,914	0,914	0,921	0,909
		3	0,946	0,946	0,948	0,944	0,916	0,916	0,92	0,913
	%20	1	0,933	0,935	0,948	0,921	0,902	0,905	0,92	0,884
		2	0,944	0,943	0,948	0,94	0,915	0,915	0,92	0,911
		3	0,946	0,947	0,948	0,945	0,917	0,917	0,92	0,913
	%30	1	0,916	0,921	0,948	0,886	0,889	0,89	0,92	0,854
		2	0,941	0,941	0,948	0,937	0,911	0,912	0,92	0,904
		3	0,945	0,946	0,948	0,941	0,915	0,915	0,92	0,91
.15	%20	1	0,93	0,931	0,948	0,912	0,897	0,899	0,921	0,872
		2	0,942	0,943	0,947	0,939	0,913	0,913	0,921	0,909
		3	0,946	0,946	0,948	0,944	0,916	0,916	0,921	0,913
	%30	1	0,907	0,912	0,948	0,864	0,877	0,882	0,92	0,832
		2	0,94	0,94	0,948	0,934	0,908	0,909	0,92	0,901
		3	0,943	0,944	0,948	0,94	0,913	0,913	0,92	0,907

Not: TB: Tek biçimli, TBO: Tek biçimli olmayan, DMF Mad.: DMF'li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı

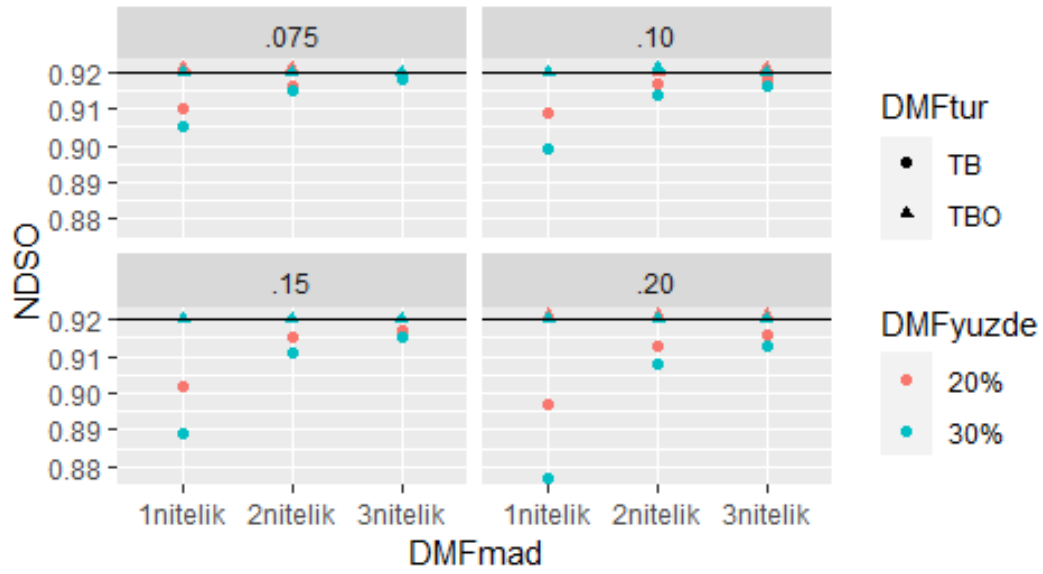
Tablo 6 incelendiğinde Q-matrisi 4 nitelik düzeyinden oluşan DINA modeline ilişkin NDSO değerleri referans grupta 0,907 ile 0,948 aralığında olup mükemmel güvenilirlik düzeyinde, odak grupta ise 0,864 ile 0,947 aralığında olup çok iyi ile mükemmel güvenilirlik düzeylerinde oldukları görülmektedir. Tablo 6'nın devamında Q-matrisi 6 nitelik düzeyinden oluşan DINA modeline ilişkin NDSO değerleri referans grupta 0,877 ile 0,921 aralığında olup çok iyi ile mükemmel güvenilirlik düzeyleri arasında, odak grupta da 0,832 ile 0,919 aralığında olup çok iyi ile mükemmel güvenilirlik düzeylerinde yer almaktadır.

Şekil 1 ve Şekil 2’de DINA modeline ait referans grubun Q-matrisinde nitelik düzeyi sırasıyla 4 ve 6 iken NDSO ortalama değerleri grafik halinde sunulmuştur. Her bir şekilde ordinat ekseninde (y) bağımlı değişken olan NDSO değeri, apsis ekseninde (x) DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı, noktasal gösterimin şeklini temsil eden DMF türü, gösterimin rengini temsil eden DMF’li madde yüzdesini yansıtmaktadır. Şekillerdeki y eksenini kesen düz çizgi de her bir koşulda DMF’li maddenin olmadığı koşulun doğru sınıflama oranını temsil eden NDSO ortalama değerleridir. Şekil 3 ve Şekil 4’te de DINA modeline ait odak grubun Q-matrisinde nitelik düzeyi sırasıyla 4 ve 6 iken NDSO ortalama değerleri grafikler bulunmaktadır.



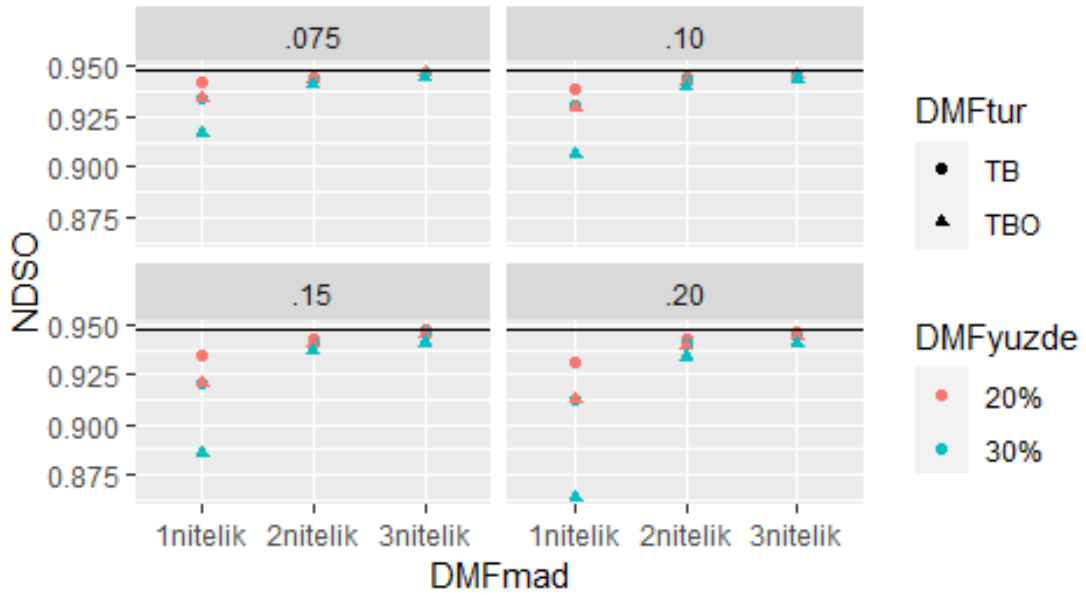
Şekil 1. Değişen koşullarda DINA modeline ait referans grubun NDSO ortalamaları: Q-matrisinde nitelik sayısı 4

Not: Grafikteki düz çizgi her bir koşuldaki DMF olmayan durumdaki sınıflama doğruluğu kestirimini temsil etmektedir. (0,948) DMF Mad.: DMF’li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı



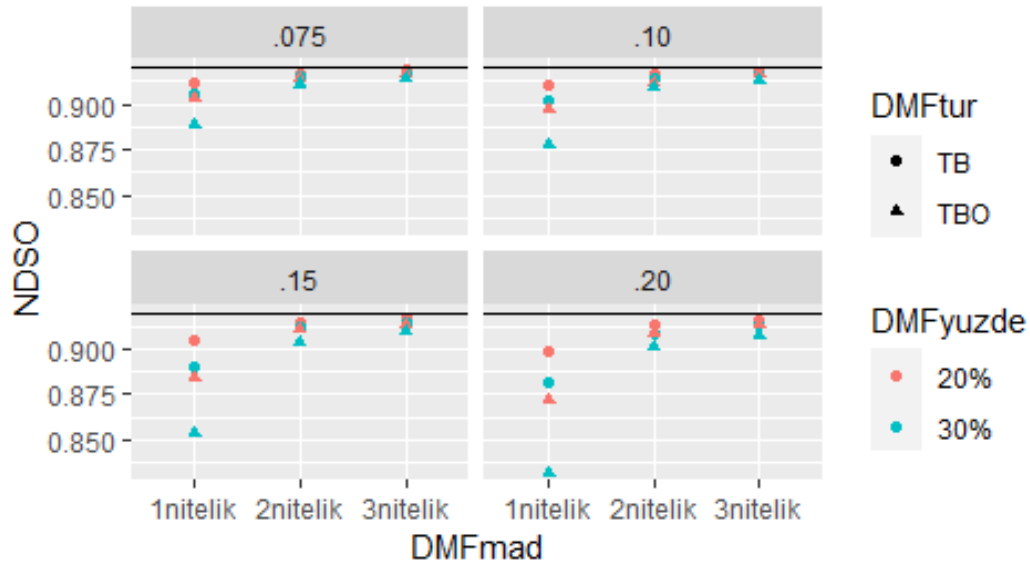
Şekil 2. Değişen koşullarda DINA modeline ait referans grubun NDSO ortalamaları: Q-matrisinde nitelik sayısı 6

Not: Grafikteki düz çizgi her bir koşuldaki DMF olmayan durumdaki sınıflama doğruluğu kestirimini temsil etmektedir. (0,92) DMF Mad.: DMF'li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı



Şekil 3. Değişen koşullarda DINA modeline ait odak grubun NDSO ortalamaları: Q-matrisinde nitelik sayısı 4

Not: Grafikteki düz çizgi her bir koşuldaki DMF olmayan durumdaki sınıflama doğruluğu kestirimini temsil etmektedir. (0,948) DMF Mad.: DMF'li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı



Şekil 4. Değişen koşullarda DINA modeline ait odak grubun NDSO ortalamaları: Q-matrisinde nitelik sayısı 6

Not: Grafikteki düz çizgi her bir koşuldaki DMF olmayan durumdaki sınıflama doğruluğu kestirimini temsil etmektedir. (0.92) DMF Mad.: DMF’li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı

Genel olarak NDSO değerlerine ilişkin Şekil 1 ve Şekil 2’de yer alan referans grup ile Şekil 3 ve Şekil 4’te yer alan odak gruplar arasında görelî etki farkı beklendiği gibi referans grup lehine olmuştur. Şekil 1 ile Şekil 3’te yer alan Q-matrisinde nitelik sayısı 4 olan NDSO değerleri de beklentiyle uyumlu olarak Şekil 2 ile Şekil 4’te yer alan Q-matrisinde nitelik sayısı 6 olan NDSO değerlerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. DMF türü değişkeni açısından ele alındığında Şekil 1 ve Şekil 2’de yer alan referans gruba ilişkin TBO DMF türündeki NDSO değerleri TB DMF değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Şekil 3 ve Şekil 4’te yer alan odak gruplara ilişkin TB DMF türündeki NDSO değerleri TBO DMF değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. DMF türündeki durum da beklenenle uyumludur. Şekil 1, 2, 3, ve 4 için NDSO değerlerinin genel olarak nitelik sayısı ve DMF türü faktörlerinin düzeylerinde DMF büyüklüğü arttıkça, DMF’li madde yüzdesi arttıkça, DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı azaldıkça sistematik olarak azaldığı görülmektedir. Ancak şöyle bir durum da dikkat çekmektedir. DMF’li madde basit yapıda olduğunda, DMF büyüklüğü ve DMF yüzdesi koşullarının artmasıyla NDSO değerleri arasındaki azalma miktarları fazla iken DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı 2 ve 3 olduğu durumlardaki değişim miktarı daha azdır. Yani DMF’li madde basit yapıdaysa NDSO değerleri DMF büyüklüğü ile DMF yüzdesi faktörlerinin etkisini daha fazla taşıdığı söylenebilir. Tablo 6’daki değerlere göre örneğin odak grupta; Q-matrisin 4 nitelik taşıdığı DMF olmayan koşulun NDSO değeri 0.948’dir. Q-matrisi 4 nitelik, DMF türü TBO, DMF büyüklüğü

0.075, DMF yüzdesi %20, DMF'li maddenin 1, 2 ve 3 niteliği ölçüyor olduğundaki NDSO değerleri sırasıyla 0.934, 0.944, 0.947 iken DMF büyüklüğü 0.20, DMF yüzdesi %30 olduğunda DMF'li maddenin 1, 2 ve 3 niteliği ölçüyor olduğundaki NDSO değerleri sırasıyla 0.864, 0.934, 0.94'tür. Dolayısıyla DMF büyüklüğü ve DMF yüzdesi koşullarına göre DMF'li maddenin 1, 2 ve 3 niteliği ölçmesi durumlarındaki değişim miktarlarındaki farklar sırasıyla 0.07, 0.01, 0.004 olarak belirlenmiştir. Bu durum benzer şekilde Q-matrisi 6 nitelik taşıdığı duruma uyarlanırsa DMF olmayan koşula ilişkin odak grupta NDSO değeri 0.92'dir. Q-matrisi 6 nitelik, DMF türü TBO, DMF büyüklüğü 0.075, DMF yüzdesi %20, DMF'li maddenin 1, 2 ve 3 niteliği ölçüyor olduğundaki NDSO değerleri sırasıyla 0.903, 0.914, 0.916 iken DMF büyüklüğü 0.20, DMF yüzdesi %30 olduğunda DMF'li maddenin 1, 2 ve 3 niteliği ölçtüğündeki NDSO değerleri sırasıyla 0.832, 0.901, 0.907'dir. DMF büyüklüğü ve DMF yüzdesi koşullarına göre DMF'li maddenin 1, 2 ve 3 niteliği ölçmesi durumlarındaki değişim miktarlarındaki farklar sırasıyla 0.071, 0.013, 0.009 olarak bulunmuştur. Yukarıda örneklendirilen durum için Tablo 6'dan DMF türü değişkeni TB olarak alınıp diğer koşullar aynı tutulduğunda benzer ilişkide sonuçlar elde edilmektedir.

Tablo 7'de DINA modele ilişkin referans ve odak grubun her bir koşul için gerçekleştirilen 100 replikasyon verisinin analizi sonucu elde edilmiş 100 adet ÖDSO değerlerinin ortalamaları sunulmuştur.

Tablo 7

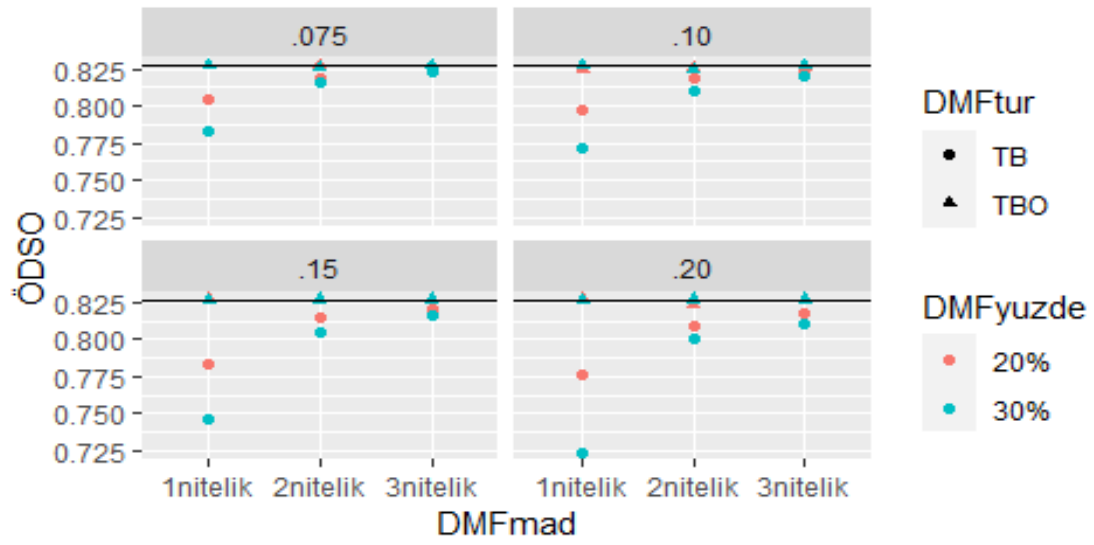
DINA model'e ilişkin referans ve odak grubun değişen koşullarda ÖDSO ortalamaları

			4 Nitelik				6 Nitelik			
			DMF Türü				DMF Türü			
			TB		TBO		TB		TBO	
DMF Büy.	DMF %	DMF Mad.	Ref. ÖDSO	Odak ÖDSO	Ref. ÖDSO	Odak ÖDSO	Ref. ÖDSO	Odak ÖDSO	Ref. ÖDSO	Odak ÖDSO
0	%0		0,827	0,827	0,827	0,827	0,672	0,67	0,672	0,67
.075	%20	1	0,805	0,808	0,827	0,788	0,645	0,648	0,674	0,625
		2	0,819	0,818	0,827	0,813	0,659	0,662	0,671	0,652
		3	0,825	0,824	0,827	0,821	0,663	0,663	0,672	0,656
	%30	1	0,783	0,788	0,827	0,749	0,633	0,637	0,669	0,595
		2	0,816	0,815	0,826	0,805	0,656	0,653	0,672	0,641
		3	0,823	0,821	0,827	0,816	0,661	0,658	0,671	0,647
	%20	1	0,797	0,801	0,825	0,777	0,641	0,643	0,669	0,614
		2	0,818	0,817	0,826	0,810	0,66	0,66	0,672	0,646
		3	0,822	0,821	0,826	0,819	0,663	0,662	0,672	0,65
.10	%30	1	0,771	0,781	0,827	0,723	0,62	0,626	0,672	0,575
		2	0,81	0,813	0,824	0,80	0,651	0,653	0,673	0,637
		3	0,82	0,82	0,827	0,812	0,655	0,652	0,67	0,638
	%20	1	0,784	0,79	0,827	0,755	0,624	0,631	0,671	0,586
		2	0,815	0,813	0,826	0,802	0,655	0,653	0,672	0,639
		3	0,82	0,821	0,826	0,816	0,658	0,657	0,671	0,641
	%30	1	0,746	0,756	0,826	0,682	0,597	0,604	0,675	0,534
		2	0,805	0,804	0,827	0,791	0,642	0,645	0,67	0,621
		3	0,816	0,817	0,827	0,801	0,647	0,645	0,676	0,626
.15	%20	1	0,776	0,781	0,827	0,735	0,613	0,617	0,673	0,56
		2	0,809	0,811	0,824	0,799	0,649	0,65	0,672	0,636
		3	0,818	0,82	0,826	0,812	0,653	0,651	0,674	0,641
	%30	1	0,724	0,735	0,826	0,649	0,573	0,585	0,671	0,506
		2	0,801	0,801	0,827	0,782	0,634	0,637	0,672	0,614
		3	0,811	0,812	0,827	0,797	0,641	0,641	0,675	0,615

Not: TB: Tek biçimli, TBO: Tek biçimli olmayan DMF Mad.: DMF'li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı

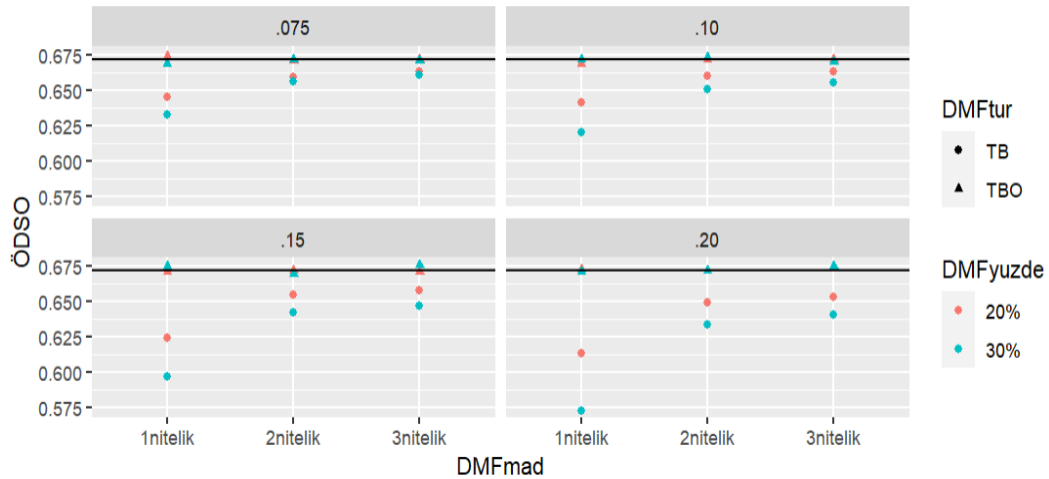
Tablo 7 incelendiğinde Q-matrisi 4 nitelik düzeyinden oluşan DINA modeline ilişkin ÖDSO değerleri referans grupta 0,724 ile 0,827 aralığında olup güvenilirlik ölçütü olarak iyi ile çok iyi güvenilirlik düzeyinde, odak grupta ise 0,649 ile 0,824 aralığında olup kabul edilebilir ile çok iyi güvenilirlik düzeyleri arasında değiştiği görülmektedir. Tablo 4'ün sağ bölümünde Q-matrisi 6 nitelik düzeyinden oluşan DINA modeline ilişkin ÖDSO değerleri referans grupta 0,573 ile 0,676 aralığında yer alıp kabul edilebilir ile iyi güvenilirlik düzeyinin alt sınırına yakın oldukları, odak grubun ÖDSO değerleri ise 0,506 ile 0,663 aralığında olup kabul edilebilir ile iyi güvenilirlik düzeyinin alt sınırları arasında değiştiği görülmektedir.

Şekil 5 ve Şekil 6’da DINA modele ait referans grubun Q-matrisinde nitelik düzeyi sırasıyla 4 ve 6 için ÖDSO ortalama değerleri grafikler halinde sunulmuştur. Her bir şekilde ordinat eksenini (y) bağımlı değişken olan ÖDSO değeri, apsis eksenini (x) DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı, noktasal gösterimin şeklini temsil eden DMF türü, gösterimin rengini temsil eden DMF’li madde yüzdesini ifade etmektedir. Grafiksel gösterimde y eksenini kesen düz çizgi de her bir koşul için DMF’li maddenin olmadığı sınıflama doğruluğunu temsil eden ÖDSO ortalama değerini göstermektedir. Şekil 7 ve Şekil 8’de de DINA modeline ait odak grubun Q-matrisinde nitelik düzeyi sırasıyla 4 ve 6 için ÖDSO ortalama değerleri grafikleri yer almaktadır.



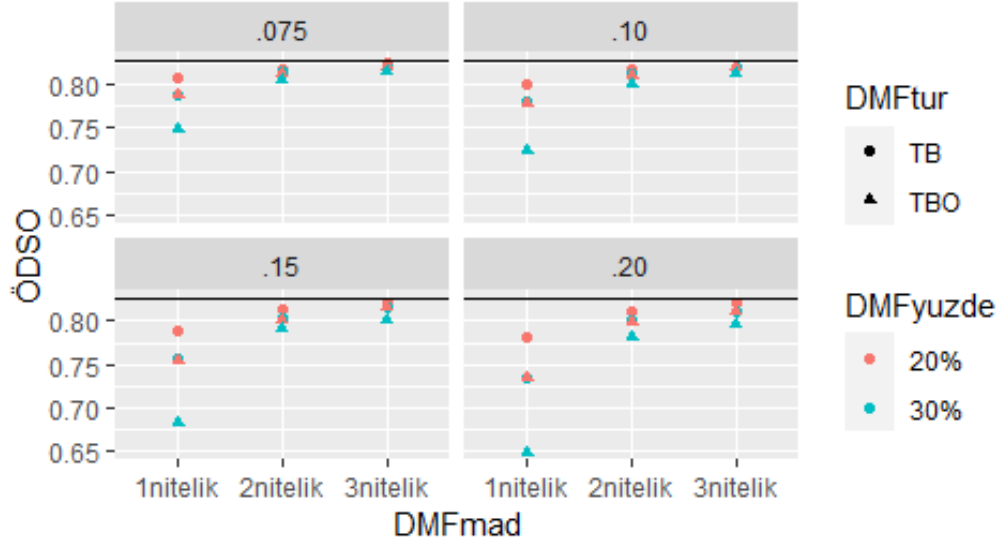
Şekil 5. Değişen koşullarda DINA modeline ait referans grubun ÖDSO ortalamaları: Q-matrisinde nitelik sayısı 4

Not: Grafikteki düz çizgi her bir koşuldaki DMF olmayan durumdaki sınıflama doğruluğu kestirimini temsil etmektedir. (0,827) DMF Mad.: DMF’li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı



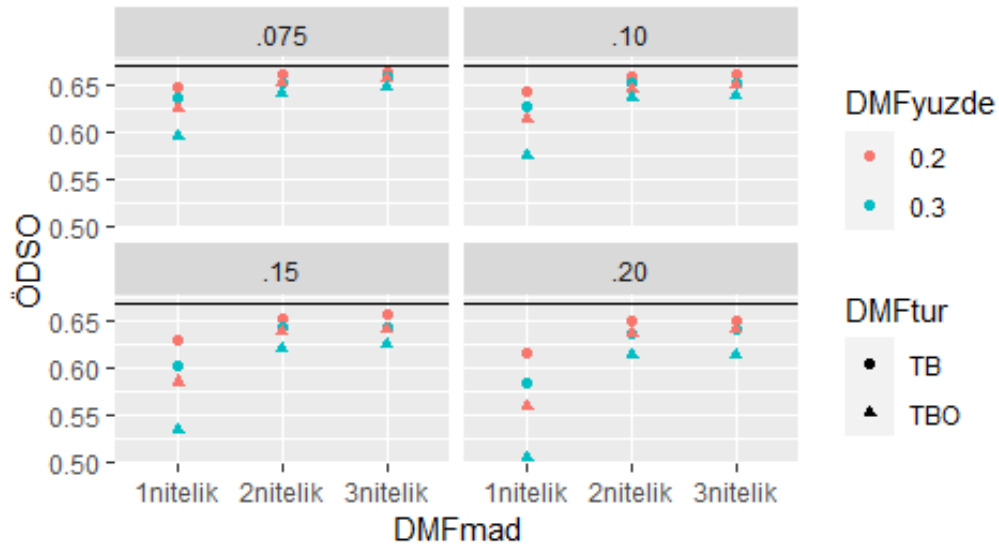
Şekil 6. Değişen koşullarda DINA modeline ait referans grubun ÖDSO ortalamaları: Q-matrisinde nitelik sayısı 6

Not: Grafikteki düz çizgi her bir koşuldaki DMF olmayan durumdaki sınıflama doğruluğu kestirimini temsil etmektedir. (0,672) DMF Mad.: DMF'li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı



Şekil 7. Değişen koşullarda DINA modeline ait odak grubun ÖDSO ortalamaları: Q-matrisinde nitelik sayısı 4

Not: Grafikteki düz çizgi her bir koşuldaki DMF olmayan durumdaki sınıflama doğruluğu kestirimini temsil etmektedir. (0,827) DMF Mad.: DMF'li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı



Şekil 8. Değişen koşullarda DINA modeline ait odak grubun ÖDSO ortalamaları: Q-matrisinde nitelik sayısı 6

Not: Grafikteki düz çizgi her bir koşuldaki DMF olmayan durumdaki sınıflama doğruluğu kestirimini temsil etmektedir. (0,67) DMF Mad.: DMF'li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı

ÖDSO değerlerine ilişkin genel olarak Şekil 5 ve Şekil 6'daki referans gruplar ile Şekil 7 ve Şekil 8'de bulunan odak gruplar arasındaki göreceli fark beklentiye uygun şekilde referans grup avantajına olmuştur. Şekil 5 ile Şekil 7'de yer alan Q-matrisinde nitelik sayısı 4 olan tüm ÖDSO değerleri de beklentiye uyumlu olarak Şekil 6 ile Şekil 8'deki Q-matrisinde nitelik sayısı 6 olan ÖDSO değerlerinden daha yüksek elde edilmiştir. DMF türü değişkeni incelendiğinde Şekil 5 ve Şekil 6'da bulunan referans gruba ilişkin TBO DMF türündeki ÖDSO değerleri TB DMF değerlerinden daha yüksek olması beklenmektedir. Nitekim bu bulgu Şekil 5 ve 6'da net olarak görülmektedir. Şekil 7 ve Şekil 8'de yer alan odak gruplara ilişkin TB DMF türündeki ÖDSO değerleri beklentiye uyumlu olarak TBO DMF değerlerinden daha yüksektir. Şekil 5, 6, 7, ve 8 için ÖDSO değerleri genel olarak DMF büyüklüğünün artması, DMF'li madde yüzdesinin artması ve DMF'li maddenin ölçtüğü nitelik sayısının azalmasıyla azaldığı söylenebilir. NDSO ortalamaları ile benzer olarak, DMF'li maddenin basit yapıdayken DMF büyüklüğü ile DMF'li madde yüzdesinin arttığı koşullardaki ÖDSO değerleri arasındaki değişim miktarı DMF'li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı 2 ve 3 olduğu durumlara göre fazladır. DMF'li madde 1 niteliği ölçtüğünde DMF'li karmaşık yapıdaki maddelere kıyasla ÖDSO değerlerinin DMF büyüklüğü ile DMF yüzdesi faktörlerinden daha fazla etkilendiği söylenebilir. Tablo 7'deki değerlerden yararlanarak örneklendirildiğinde Q-matrisinin 4 nitelik taşıdığı DMF olmayan koşulun odak grup ÖDSO değeri 0.827'dir. Q-matrisi 4 nitelik, DMF türü TBO, DMF büyüklüğü 0.075, DMF yüzdesi %20, DMF'li maddenin 1, 2 ve 3 niteliği ölçüyor olduğundaki ÖDSO değerleri sırasıyla 0.788, 0.813, 0.821 iken DMF büyüklüğü 0.20, DMF yüzdesi %30 olduğunda DMF'li maddenin 1, 2 ve 3 niteliği ölçtüğündeki ÖDSO değerleri sırasıyla 0.649, 0.782, 0.797'dir. Bu durumda DMF büyüklüğü ve DMF yüzdesi koşullarına göre DMF'li maddenin 1, 2 ve 3 niteliği ölçüyorken değişim miktarları sırasıyla 0.139, 0.031, 0.024 olarak bulunmuştur. Benzer şekilde 6 niteliğe sahip Q-matrisi için DMF olmayan koşula ilişkin odak grubun ÖDSO değeri 0.67'dir. Q-matrisi 6 nitelik, DMF türü TBO, DMF büyüklüğü 0.075, DMF yüzdesi %20, DMF'li maddenin 1, 2 ve 3 niteliği ölçüyor olduğundaki ÖDSO değerleri sırasıyla 0.625, 0.652, 0.656 iken DMF büyüklüğü 0.20, DMF yüzdesi %30 olduğunda DMF'li maddenin 1, 2 ve 3 niteliği ölçtüğündeki ÖDSO değerleri sırasıyla 0.506, 0.614, 0.615'tir. DMF büyüklüğü ve DMF yüzdesi koşullarına göre DMF'li maddenin 1, 2 ve 3 niteliği ölçtüğündeki ÖDSO değerleri değişim miktarları sırasıyla 0.119, 0.038, 0.041 olarak bulunmuştur. Bu durumda NDSO değerleriyle benzer olarak, ÖDSO değerleri Q-matrisi

nitelik sayısı ve DMF türü düzeylerinde DMF büyüklüğü ve DMF yüzdesi faktörleri arttıkça DMF’li madde basit yapıda ise DMF’li maddenin 2 ve 3 nitelik ölçtüğü koşullara kıyasla oldukça fazla düşmektedir. Buna ek olarak DMF’li maddenin 2 ve 3 niteliği ölçtüğü yani maddenin karmaşık yapıda olduğu koşullardaki kestirilen ÖDSO değerlerinin birbirine çok yakın olması dikkate değerdir. Başka bir ifadeyle DMF’li madde 2 veya 3 iki niteliği ölçtüğünde basit yapıdaki DMF’li maddelere göre, nitelik sayısı ve DMF türü faktörlerinden bağımsız olarak, ÖDSO değerleri DMF büyüklüğü ve DMF yüzdesi koşullarının artmasına karşı daha sağlam olduğu yorumlanabilir.

Araştırma Sorusu 1.1. DINA modeline ilişkin referans ve odak grubun nitelik düzeyi doğru sınıflandırma oranları değişen koşullarda farklılaşmakta mıdır?

DINA modele ilişkin referans ve odak grubun araştırma kapsamında incelenen değişken (nitelik sayısı, DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF’li madde yüzdesi, DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı) ve bu değişkenlerin (faktörlerin) düzeylerine göre, nitelik düzeyi doğru sınıflandırma oranlarının nasıl değiştiğini incelemek üzere referans ve odak gruplar için ayrı ayrı 2x4x2x2x3 faktöriyel ANOVA uygulanmıştır. Tablo 8’de DINA modeline ilişkin referans grubun NDSO değerlerine ilişkin ana ve etkileşim etkilerinin sunulduğu faktöriyel ANOVA bulguları yer almaktadır.

Tablo 8

DINA modeline ilişkin referans grubun değişen koşullarda NDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları

Kaynak	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	η_p^2
Ni	1,949	1	1,949	140270,255*	0,937
B	0,029	3	0,010	698,847*	0,181
Tür	0,241	1	0,241	17316,849*	0,646
%	0,020	1	0,020	1432,295*	0,131
K	0,152	2	0,076	5483,09*	0,536
Ni * B	0,000	3	0,000	4,068*	0,001
Ni * Tür	0,002	1	0,002	148,545*	0,015
Ni * %	0,000	1	0,000	1,348	0,000
Ni * K	0,000	2	0,000	0,410	0,000
B * Tür	0,031	3	0,010	736,799*	0,189
B * %	0,003	3	0,001	70,838*	0,022
B * K	0,020	6	0,003	238,485*	0,131
Tür * %	0,021	1	0,021	1535,684*	0,139
Tür * K	0,150	2	0,075	5406,356*	0,532
% * K	0,017	2	0,008	611,767*	0,114
Ni * B* Tür	0,001	3	0,000	12,138*	0,004
Ni * B* %	0,000	3	0,000	0,659	0,000

Ni * B* K	0,000	6	0,000	2,389	0,002
Ni * Tür * %	0,000	1	0,000	2,827	0,000
Ni * Tür * K	0,000	2	0,000	1,195	0,000
Ni * % * K	0,001	2	0,000	18,204*	0,004
B * Tür * %	0,004	3	0,001	90,201*	0,028
B * Tür * K	0,019	6	0,003	226,603*	0,125
B * % * K	0,004	6	0,001	42,329*	0,026
Tür * % * K	0,016	2	0,008	588,422*	0,110
Ni * B* Tür * %	0,000	3	0,000	1,468	0,000
Ni * B* Tür * K	0,000	6	0,000	0,841	0,001
Ni * B * % * K	0,000	6	0,000	1,996	0,001
Ni * Tür * % * K	0,000	2	0,000	14,779*	0,003
B * Tür * % * K	0,003	6	0,000	32,756*	0,020
Ni * B* Tür * % * K	0,000	6	0,000	0,675	0,000
Hata	0,132	9504	0,000		

Not: Ni: Nitelik sayısı, B: DMF büyüklüğü, Tür: DMF türü, %: DMF’li maddelerin yüzdesi K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı * $p<.001$

Tablo 8 incelendiğinde referans grubun NDSO değerleri için faktörler arası beşli etkileşim etkilerin istatistiksel olarak manidar olmadığı görülmüştür. Tablo 8’de dörtlü etkileşim etkileri incelendiğinde DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF’li madde yüzdesi ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörleri arasındaki etkileşim etkisi istatistiksel olarak manidar ve etki büyüklüğü değeri $\eta_p^2=0,020$ olup küçük etki düzeyindedir. Bu anlamlı dörtlü etkileşimin yorumlanması için DMF türü değişkeninin her bir düzeyinde DMF büyüklüğü, DMF’li madde yüzdesi ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörlerinin üç yönlü etkileşimleri Tablo 9’da incelenmiştir. Takiben manidar olan DMF türü düzeylerine DMF’li madde yüzdesinin düzeyleri eklenerek DMF büyüklüğü ile DMF’li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı değişkenlerinin iki yönlü etkileşimleri Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 9

Referans grup NDSO değerleri DMF türü düzeylerinde DMF büyüklüğü, DMF yüzdesi ve DMF’li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı değişkenleri ile faktöriyel ANOVA bulguları

DMF türü						
Tek biçimli				Tek biçimli olmayan		
Kaynak	F	p	η_p^2	F	p	η_p^2
B	85,306	0,000*	0,051	0,085	0,968	0,000
%	176,456	0,000*	0,036	0,062	0,804	0,000
K	647,556	0,000*	0,213	0,062	0,940	0,000
B * %	9,464	0,000*	0,006	0,130	0,942	0,000
B * K	27,639	0,000*	0,034	0,024	1,000	0,000
% * K	71,348	0,000*	0,029	0,033	0,968	0,000

B * % * K	4,387	0,000*	0,005	0,091	0,997	0,000
-----------	-------	--------	-------	-------	-------	-------

Not: *p<.001, B: DMF büyüklüğü, Tür: DMF türü, %: DMF’li maddelerin yüzdesi K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı

Tablo 9 incelendiğinde referans grup NDSO değerlerinin tek biçimli DMF türünde DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısının DMF büyüklüğü ve DMF’li madde yüzdesi ile ikili etkileşimleri küçük etki düzeyinde ayrı ayrı anlamlıdır, tek biçimli olmayan DMF türünde ise anlamlı bir etki görülmemektedir.

Tablo 10

Referans grup NDSO değerlerinin DMF türü tek biçimli düzeyi ve DMF yüzdesi düzeylerinde DMF büyüklüğü ile DMF’li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı değişkenleri ile faktöriyel ANOVA bulguları

DMF türü	DMF yüzdesi	Kaynak	F	p	η_p^2
Tek biçimli	%20	B	18,810	0,000*	0,023
		K	143,184	0,000*	0,107
		B * K	5,061	0,000*	0,013
	%30	B	76,635	0,000*	0,088
		K	580,831	0,000*	0,327
		B * K	27,223	0,000*	0,064

Not: *p<.001, B: DMF büyüklüğü, K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı

Tablo 10’da referans grup NDSO değerleri tek biçimli DMF türünde DMF büyüklüğü ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı ikili etkileşimleri DMF yüzdesi %20 iken küçük etki, DMF yüzdesi %30 iken orta etki düzeyinde anlamlıdır. Dolayısıyla DMF büyüklüğü ve DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörleri arasındaki farklılıkların hangi düzeyler arasında anlamlı olduğunu ortaya çıkarmak için yapılan ikili karşılaştırma sonuçları Tablo 11 ve Tablo 12’de yer almaktadır.

Tablo 11

Referans grup NDSO değerlerinin DMF türü tek biçimli düzeyi ve DMF yüzdesi düzeylerinde DMF büyüklüğüne göre DMF’li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısının ikili karşılaştırmaları

			DMF türü: Tek biçimli	
			DMF yüzdesi	
			%20	%30
DMF büyüklüğü	(I) K	(J) K	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)
0,075	1 Nitelik	2 Nitelik	-,006*	-,011*
		3 Nitelik	-,008*	-,014*
	2 Nitelik	3 Nitelik	-,002	-,003
0,10	1 Nitelik	2 Nitelik	-,008*	-,015*
		3 Nitelik	-,010*	-,018*

0,15	2 Nitelik	3 Nitelik	-,002	-,003
	1 Nitelik	2 Nitelik	-,012*	-,023*
		3 Nitelik	-,014*	-,027*
0,20	2 Nitelik	3 Nitelik	-,002	-,004
	1 Nitelik	2 Nitelik	-,014*	-,032*
		3 Nitelik	-,018*	-,036*
	2 Nitelik	3 Nitelik	-,003	-,004

Not: *p<.001 K: DMF’li madde nitelik sayısı

Tablo 11 incelendiğinde DMF büyüklüğünün her bir düzeyinde DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı faktörünün 1 ile 2 nitelik ölçüyor olması ve 1 ile 3 nitelik ölçüyor olması düzeyleri arasında anlamlı farklılık görülmekte olup, bu farklılıklarda nitelik sayısı fazla iken NDSO değerleri daha yüksek çıkmıştır. DMF büyüklüğünün her bir düzeyinde DMF’li maddenin 2 ile 3 nitelik ölçüyor olması arasında anlamlı bir fark çıkmamıştır. Bu bulgular DMF yüzdesinin her iki düzeyi için de aynıdır. DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısına göre DMF büyüklüğünün ikili karşılaştırılması da Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12

Referans grup NDSO değerlerinin DMF türü tek biçimli düzeyi ve DMF yüzdesi düzeylerinde DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısına göre DMF büyüklüğünün ikili karşılaştırmaları

K	(I)DMF büyüklüğü	(J)DMF büyüklüğü	DMF türü: Tek biçimli	
			DMF yüzdesi	
			%20	%30
1 Nitelik	0,075	0,10	,002	,005
		0,15	,008*	,016*
		0,20	,012*	,027*
	0,10	0,15	,005	,011*
		0,20	,010*	,021*
	0,15	0,20	,004	,011*
2 Nitelik	0,075	0,10	,000	,001
		0,15	,002	,004
		0,20	,004	,006*
	0,10	0,15	,002	,002
		0,20	,003	,004
	0,15	0,20	,002	,002
3 Nitelik	0,075	0,10	,000	,001
		0,15	,001	,002
		0,20	,002	,004
	0,10	0,15	,001	,002
		0,20	,002	,003
	0,15	0,20	,001	,002

Not: *p<.001, K: DMF’li madde nitelik sayısı

Tablo 12’de anlamlı farklar incelendiğinde, DMF yüzdesi %20 için DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı 1 düzeyinde DMF büyüklüğü arttıkça belirtilen düzeyler arasında (0.075 ile 0.15, 0.075 ile 0.20, 0.10 ile 0.20) NDSO değerleri anlamlı farklılıkla düşmüştür. Aynı tabloda DMF yüzdesi %30 için DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı 1 düzeyinde DMF büyüklüğü 0.075 ile 0.10 düzeyleri dışında diğer tüm düzeyler arasında anlamlı fark bulunmaktadır. Bu farklılıklarda DMF büyüklüğü arttıkça NDSO değerleri düşmektedir.

Tablo 12’de DMF yüzdesi %30 iken DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı 2 düzeyinde sadece DMF büyüklüğü 0.075 ile 0.20 düzeyleri arasında anlamlı fark çıkmıştır. Farkın yönü aynı olup DMF büyüklüğü arttıkça NDSO değerleri düşmektedir.

Anlamlı olan diğer ikili etkileşimi incelemek için (bkz. Tablo 9) Tablo 13’te DMF türü tek biçimli düzeyine DMF büyüklüğü düzeyleri eklenerek DMF’li madde yüzdesi ile DMF’li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı değişkenlerinin iki yönlü etkileşimleri incelenmiştir.

Tablo 13

Referans grup NDSO değerlerinin DMF türü tek biçimli düzeyi ve DMF büyüklüğü düzeylerinde DMF yüzdesi ile DMF’li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı değişkenleri ile faktöriyel ANOVA bulguları

DMF türü	DMF büyüklüğü	Kaynak	F	p	η_p^2
Tek biçimli	0,075	%	11,638	0,001	0,010
		K	57,671	0,000*	0,088
		% * K	5,228	0,005	0,009
	0,10	%	27,997	0,000*	0,023
		K	99,574	0,000*	0,143
		% * K	9,568,	0,000*	0,016
	0,15	%	58,353	0,000*	0,047
		K	210,408	0,000*	0,261
		% * K	22,161	0,000*	0,036
	0,20	%	99,441	0,000*	0,077
		K	388,518	0,000*	0,362
		% * K	44,166	0,000*	0,069

Not: *p<.001, %: DMF yüzdesi, K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı

Tablo 13’te referans grup NDSO değerleri tek biçimli DMF türünde DMF yüzdesi ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı ikili etkileşimleri DMF büyüklüğü 0.075 iken küçük etki altında, 0.10 ile 0.15 iken küçük etki düzeyinde ve 0.20 iken orta etki düzeyinde anlamlıdır. Bu nedenle DMF yüzdesi ve DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörleri arasındaki farklılıkların hangi düzeyler arasında anlamlı

olduğunu ortaya çıkarmak için yapılan ikili karşılaştırma sonuçları Tablo 14 ve Tablo 15’te yer almaktadır.

Tablo 14

Referans grup NDSO değerlerinin DMF türü tek biçimli ve DMF büyüklüğü düzeylerinde DMF yüzdesine göre DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayılarının ikili karşılaştırmaları

			DMF türü: Tek biçimli			
			DMF büyüklüğü			
			0,075	0,10	0,15	0,20
DMF yüzdesi	(I) K	(J) K	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)
%20	1 Nitelik	2 Nitelik	-,006*	-,008*	-,012*	-,014*
		3 Nitelik	-,008*	-,010*	-,014*	-,018*
	2 Nitelik	3 Nitelik	-,002	-,002	-,002	-,003
%30	1 Nitelik	2 Nitelik	-,011*	-,015*	-,023*	-,032*
		3 Nitelik	-,014*	-,018*	-,027*	-,036*
	2 Nitelik	3 Nitelik	-,003	-,003	-,004	-,004*

*p<.001, %: DMF yüzdesi, K: DMF’li madde nitelik sayısı

Tablo 14 incelendiğinde DMF büyüklüğünün her bir düzeyinde DMF yüzdesi %20 iken DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı faktörünün 1 ile 2 nitelik ölçüyor olması ve 1 ile 3 nitelik ölçüyor olması düzeyleri arasında anlamlı farklılık görülmekte olup, bu farklılıklarda nitelik sayısı fazla iken NDSO değerleri daha yüksek çıkmıştır. DMF büyüklüğünün her bir düzeyinde DMF’li maddenin 2 ile 3 nitelik ölçüyor olması arasında anlamlı bir fark çıkmamıştır. DMF yüzdesi %30 olduğunda %20 iken anlamlı farklara ek olarak DMF büyüklüğü 0.20 düzeyinde DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı faktörünün 2 ile 3 nitelik ölçüyor olması arasında anlamlı fark olmuştur. Farkın yönü aynı olup DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı fazla iken NDSO değerleri daha yüksek çıkmıştır.

Tablo 15

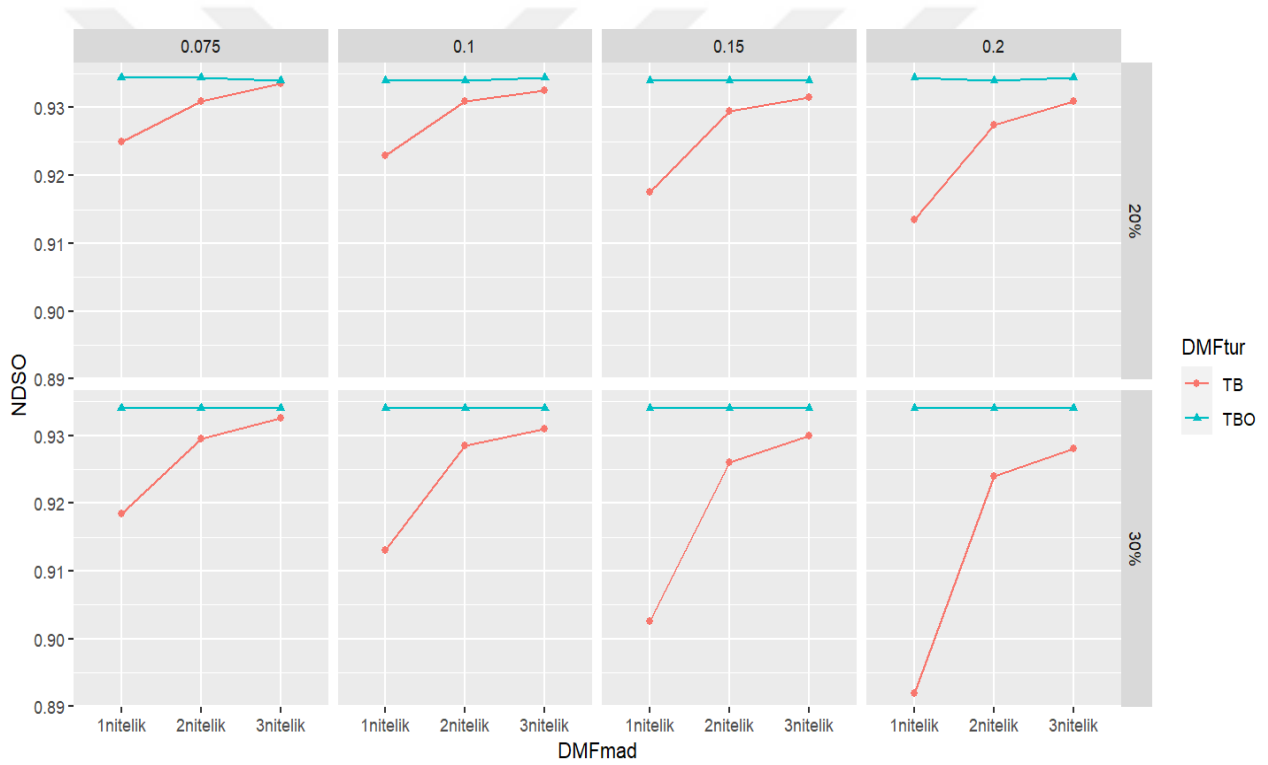
Referans grup NDSO değerlerinin DMF türü tek biçimli düzeyi ve DMF büyüklüğü düzeylerinde DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısına göre DMF yüzdesinin ikili karşılaştırmaları

				DMF türü: Tek biçimli			
				DMF büyüklüğü			
				0,075	0,10	0,15	0,20
K	(I) DMF yüzdesi	(J) DMF yüzdesi		Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)
1 Nitelik	%20	%30		,007*	,010*	,015*	,021*
2 Nitelik	%20	%30		,001	,003	,003	-,003
3 Nitelik	%20	%30		,001	,001	,002	-,003

*p<.001 K: DMF’li madde nitelik sayısı.

Tablo 15’te anlamlı farklar incelendiğinde, tüm DMF büyüklüğü düzeylerinde DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı 1 iken DMF yüzdesi arttıkça NDSO değerleri anlamlı farklılıkla düşmüştür. Aynı tabloda DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı 2 ve 3 düzeylerinde DMF yüzdesi arttıkça NDSO değerlerinde anlamlı farklılık bulunmaktadır.

DINA modelin referans gruba ait NDSO değerlerinde manidar olan dörtlü etkileşimin (bkz. Tablo 8) her bir değişken düzeyinde ele alınarak manidarlık testleri yapıldıktan sonra grafik incelemesi yapılmıştır. Şekil 9’da DINA modelin referans gruba ait NDSO değerlerinin DMF büyüklüğü (0.075, 0.10, 0.15, 0.20), DMF türü (TB, TBO), DMF’li madde yüzdesi (%20, %30) ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı (1, 2, 3) faktörleri arasındaki etkileşime ilişkin grafik sunulmuştur.



Şekil 9. DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF’li madde yüzdesi ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörlerinde DINA ilişkin referans gruba ait NDSO değerleri

Not: DMFmad: DMF’li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı, DMFtur: DMF türü, TB: Tek biçimli, TBO: Tek biçimli olmayan.

Şekil 9 incelendiğinde DMF türleri için TBO’nun tüm koşullarda sistematik bir değişim göstermediği (bkz. Tablo 9’da anlamlı olmayan manidarlık testi) ve tek biçimli DMF’den daha yüksek NDSO değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Bu durum DMF manipülasyon

durumu ile bağlantılıdır. TBO DMF manipülasyonu için odak grup üzerinden işlem yapıp referans grup üzerinde bir değişiklik yapılmadığı için bu durum ($NDSO_{TB} < NDSO_{TBO}$) beklenenle örtüşmektedir. Şekil 9’da DMF türünün tek biçimli koşulunda DMF yüzdesi düzeylerinde DMF büyüklüğü arttıkça NDSO değerlerinin sistematik olarak azaldığı görülmektedir ancak anlamlı farklılık genel olarak DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı 1 iken görülmüştür (bkz. Tablo 12). Benzer olarak DMF türünün tek biçimli koşulunda DMF büyüklüğü düzeylerinde genel olarak DMF yüzdesi arttıkça NDSO değerlerinin sistematik şekilde azaldığı görülmektedir ancak anlamlı farklılık DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı 1 iken görülmüştür (bkz. Tablo 15). Şekil 9 incelendiğinde DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı arttıkça NDSO değerlerinin arttığı gözlenmektedir. Bu noktada genel olarak NDSO değerleri, DMF yüzdesi düzeylerinde (bkz. Tablo 11) ve DMF büyüklüğü düzeylerinde (bkz. Tablo 14) DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı 1’den ile 2’ye ve 1’den ile 3’e geçişte anlamlı farklılıkla artış göstermiştir.

Tablo 16’da DINA modeline ilişkin odak grubun NDSO değerlerine ilişkin ana ve etkileşim etkilerinin sunulduğu bulgular yer almaktadır.

Tablo 16

DINA modeline ilişkin odak grubun değişen koşullarda NDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları

Kaynak	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	η_p^2
Ni	2,240	1	2,240	108159,593*	0,919
B	0,227	3	0,076	3657,282*	0,536
Tür	0,249	1	0,249	12020,557*	0,558
%	0,178	1	0,178	8607,954*	0,475
K	1,252	2	0,626	30233,429*	0,864
Ni * B	0,002	3	0,001	34,349*	0,011
Ni * Tür	0,002	1	0,002	114,265*	0,012
Ni * %	0,000	1	0,000	3,902	0,000
Ni * K	0,001	2	0,000	17,242*	0,004
B * Tür	0,031	3	0,010	503,957*	0,137
B * %	0,025	3	0,008	406,910*	0,114
B * K	0,188	6	0,031	1512,182*	0,488
Tür * %	0,028	1	0,028	1360,388*	0,125
Tür * K	0,205	2	0,102	4937,925*	0,510
% * K	0,152	2	0,076	3674,473*	0,436
Ni * B* Tür	0,000	3	0,000	4,955*	0,002
Ni * B* %	0,000	3	0,000	1,908	0,001
Ni * B* K	0,001	6	0,000	5,469*	0,003
Ni * Tür * %	0,000	1	0,000	8,065*	0,001

Ni * Tür * K	0,000	2	0,000	11,481*	0,002
Ni * % * K	0,003	2	0,002	72,766*	0,015
B * Tür * %	0,004	3	0,001	62,597*	0,019
B * Tür * K	0,034	6	0,006	271,984*	0,147
B * % * K	0,024	6	0,004	193,949*	0,109
Tür * % * K	0,030	2	0,015	731,771*	0,133
Ni * B* Tür * %	0,000	3	0,000	1,231	0,000
Ni * B* Tür * K	0,000	6	0,000	3,954*	0,002
Ni * B * % * K	0,000	6	0,000	3,040*	0,002
Ni * Tür * % * K	0,000	2	0,000	11,979*	0,003
B * Tür * % * K	0,004	6	0,001	33,059*	0,020
Ni * B* Tür * % *K	0,000	6	0,000	3,920*	0,002
Hata	0,197	9504	0,000		

Not: Ni: Nitelik sayısı, B: DMF büyüklüğü, Tür: DMF türü, %: DMF’li maddelerin yüzdesi K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı *p<.001

İlk olarak Tablo 16’da faktörler arası beşli etkileşim etkisine bakıldığında nitelik sayısı, DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF’li madde yüzdesi ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörleri arasındaki etkileşim istatistiksel olarak manidar çıkmıştır. Beşli etkileşim etkisinin pratikteki önemini yansıtan etki büyüklüğü değeri $\eta_p^2=0,002$ olup bu etkinin pratikte öneme sahip olmadığı söylenebilir. Tablo 16’da faktörler arası dördüli etkileşim etkileri incelendiğinde DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF’li madde yüzdesi ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörleri arasındaki dördüli etkileşim manidar olup pratikte küçük etki düzeyinde ($\eta_p^2=0,020$) etkisi bulunmaktadır. Anlamlı olan bu dördüli etkileşimin yorumlanması için DMF türü değişkeninin her bir düzeyinde DMF büyüklüğü, DMF’li madde yüzdesi ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörlerinin üç yönlü etkileşimleri Tablo 17’de incelenmiştir.

Tablo 17

Odak grup NDSO değerleri DMF türü düzeylerinde DMF büyüklüğü, DMF yüzdesi ve DMF’li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı değişkenleri ile faktöriyel ANOVA bulguları

Kaynak	DMF türü					
	Tek biçimli			Tek biçimli olmayan		
	F	p	η_p^2	F	p	η_p^2
B	63,487	0,000*	0,038	257,281	0,000*	0,139
%	137,082	0,000*	0,028	629,118	0,000*	0,116
K	472,178	0,000*	0,165	2229,521	0,000*	0,483
B * %	6,606	0,000*	0,004	29,504	0,000*	0,018
B * K	22,209	0,000*	0,027	114,586	0,000*	0,126
% * K	49,509	0,000*	0,020	287,539	0,000*	0,107
B * % * K	2,987	0,007	0,005	14,442	0,000*	0,018

Not: *p<.001, B: DMF büyüklüğü, %: DMF'li maddelerin yüzdesi, K: DMF'li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı

Tablo 17 incelendiğinde odak grup NDSO değerleri tek biçimli DMF türünde DMF'li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısının DMF büyüklüğü ve DMF'li madde yüzdesi ile ikili etkileşimleri küçük etki düzeyinde ayrı ayrı anlamlıdır. Tek biçimli olmayan DMF türünde ise aynı ikili etkileşimler orta etki düzeyinde anlamlı olup buna ek olarak küçük etki düzeyinde DMF büyüklüğü ile DMF'li madde yüzdesi ikili etkileşimi anlamlıdır. Anlamlı olan ikili etkileşimleri incelemek için DMF türü değişkenine etkileşimde olmayan değişkenin düzeyleri eklenerek iki yönlü etkileşimler tek tek incelenmiştir. Tablo 18'de DMF türü değişkenine DMF'li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı değişkeninin düzeyleri eklenerek DMF büyüklüğü ile DMF yüzdesi ikili etkileşimi için faktöriyel ANOVA bulguları verilmiştir.

Tablo 18

Odak grup NDSO değerlerinin DMF türü tek biçimli olmayan düzeyi ve DMF'li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı düzeylerinde DMF büyüklüğü ile DMF yüzdesi değişkenleri ile faktöriyel ANOVA bulguları

DMF türü	K	Kaynak	F	p	η_p^2
Tek biçimli olmayan	1 Nitelik	B	397,964	0,000*	0,429
		%	988,631	0,000*	0,383
		B * %	48,230	0,000*	0,083
	2 Nitelik	B	14,690	0,000*	0,027
		%	32,248	0,000*	0,020
		B * %	0,980	0,401	0,002
	3 Nitelik	B	7,157	0,000*	0,000
		%	17,319	0,000*	0,011
		B * %	1,037	0,375	0,002

Not: *p<.001, B: DMF büyüklüğü, %: DMF'li maddelerin yüzdesi, K: DMF'li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı

Tablo 18 incelendiğinde DMF'li madde 1 niteliği ölçtüğünde DMF büyüklüğü ile DMF yüzdesi arasındaki ikili etkileşim anlamlı olup orta düzeyde etki büyüklüğüne sahiptir. DMF'li madde 2 niteliği ölçtüğünde ikili etkileşim anlamlı değildir ana etkilerin ikisi de anlamlı olup küçük etki düzeyindedir. DMF'li madde 3 niteliği ölçtüğünde de ikili etkileşim anlamlı değildir ana etkilerden DMF'li madde yüzdesi anlamlı olup küçük etki düzeyindedir. DMF büyüklüğüne göre DMF yüzdesinin ikili karşılaştırmaları Tablo 19'da, DMF yüzdesine göre DMF büyüklüğünün ikili karşılaştırmaları Tablo 20'de verilmiştir.

Tablo 19

Odak grup NDSO değerlerinin DMF türü tek biçimli olmayan düzeyi ve DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı düzeylerinde DMF büyüklüğüne göre DMF yüzdesinin ikili karşılaştırmaları

DMF türü	DMF büyüklüğü	(I) DMF yüzdesi	(J) DMF yüzdesi	DMF’li maddelerin ölçtüğü nitelik sayısı		
				1 Nitelik	2 Nitelik	3 Nitelik
				Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)
TBO	0,075	%20	%30	,015*	,003	,002
	0,10	%20	%30	,021*	,003	,002
	0,15	%20	%30	,033*	,005	,004
	0,20	%20	%30	,044*	,006*	,005*

Not: *p<.001 TBO: Tek biçimli olmayan

Tablo 19’a bakıldığında DMF büyüklüğü 0.20 iken DMF’li maddelerin ölçtüğü nitelik sayısı düzeylerinin hepsinde DMF yüzdesi arttıkça NDSO değerlerinde anlamlı olarak düşüş gerçekleşmiştir. Diğer DMF büyüklüğü düzeylerinde ise sadece DMF’li madde 1 niteliği ölçüyorken DMF yüzdesi arttıkça NDSO değerleri anlamlı fark ile azalmıştır.

Tablo 20

Odak grup NDSO değerlerinin DMF türü tek biçimli olmayan düzeyi ve DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı düzeylerinde DMF yüzdesine göre DMF büyüklüğünün ikili karşılaştırmaları

DMF yüzdesi	(I) DMF büyüklüğü	(J) DMF büyüklüğü	DMF türü: Tek biçimli olmayan		
			DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı		
			1 Nitelik	2 Nitelik	3 Nitelik
			Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)
%20	0,075	0,10	,005	,002	,001
		0,15	,016*	,004	,002
		0,20	,026*	,005	,003
	0,10	0,15	,011*	,002	,002
		0,20	,021*	,003	,002
		0,20	,011*	,001	,001
	0,15	0,20	,011*	,001	,001
		0,20	,011*	,001	,001
		0,20	,011*	,001	,001
%30	0,075	0,10	,011*	,001	,001
		0,15	,033*	,006	,005
		0,20	,055*	,008*	,006*
	0,10	0,15	,022*	,004	,003
		0,20	,044*	,007*	,005
		0,20	,022*	,003	,002
	0,15	0,20	,022*	,003	,002
		0,20	,022*	,003	,002
		0,20	,022*	,003	,002

Not: *p<.001

Tablo 20 incelendiğinde DMF yüzdesi %20 düzeyinde, DMF’li maddelerin Q-matriste ölçtüğü nitelik sayısı 1 iken DMF büyüklüğünün 0.075 ile 0.10 düzeyleri dışında tamamı

arasında anlamlı farklılık çıkmıştır. Bu farklar DMF büyüklüğü arttıkça NDSO değerlerinin düşmesi ile oluşmuştur. DMF yüzdesi %30 düzeyinde, DMF’li maddelerin Q-matriste ölçtüğü nitelik sayısı 1 iken DMF büyüklüğü düzeylerinin tamamı arasında anlamlı farklılık çıkmıştır. DMF yüzdesi %30 düzeyinde, DMF’li maddelerin Q-matriste ölçtüğü nitelik sayısı 2 iken 0.075 ile 0.20 ve 0.10 ile 0.20 düzeyleri arasında, 3 iken 0.075 ile 0.20 düzeyleri arasında DMF büyüklüğü arttıkça NDSO değerleri anlamlı olarak düşmüştür.

Tablo 17’de anlamlı olan DMF büyüklüğü ile DMF’li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı ve DMF yüzdesi DMF’li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı ikili etkileşimleri için faktöriyel ANOVA bulguları sırasıyla Tablo 21 ile Tablo 24’te verilmiştir.

Tablo 21

Odak grup NDSO değerlerinin DMF türü ve DMF yüzdesi düzeylerinde DMF büyüklüğü ile DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı değişkenleri ile faktöriyel ANOVA bulguları

DMF yüzdesi	Kaynak	DMF türü					
		Tek biçimli			Tek biçimli olmayan		
		F	p	η_p^2	F	p	η_p^2
%20	B	14,667	0,000*	0,018	55,073	0,000*	0,065
	K	109,024	0,000*	0,084	449,668	0,000*	0,274
	B * K	4,495	0,000*	0,011	23,446	0,000*	0,056
%30	B	55,195	0,000*	0,065	235,731	0,000*	0,238
	K	410,942	0,000*	0,256	2104,197	0,000*	0,638
	B * K	20,608	0,000*	0,049	107,451	0,000*	0,213

Not: *p<.001, B: DMF büyüklüğü, K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı

Tablo 21 incelendiğinde tek biçimli DMF türünde her iki DMF yüzdesi düzeyinde ikili etkileşim anlamlı ve küçük etki düzeyindedir. Tek biçimli olmayan DMF türünde DMF yüzdesi %20 iken ikili etkileşim anlamlı olup küçük etki düzeyinde, %30 iken ikili etkileşim anlamlı olup geniş etki düzeyindedir. DMF büyüklüğü ve DMF’li madde nitelik sayısının ikili karşılaştırmaları Tablo 22 ve 23’te verilmiştir.

Tablo 22

Odak grup NDSO değerlerinin DMF türü ve DMF yüzdesi düzeylerinde DMF büyüklüğüne göre DMF’li madde nitelik sayısının ikili karşılaştırmaları

		DMF türü		Tek biçimli		Tek biçimli olmayan	
		DMF yüzdesi		%20	%30	%20	%30
DMF büyüklüğü	(I) K	(J) K	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)
0,075	1 Nitelik	2 Nitelik	-,005	-,009*	-,011*	-,023*	
		3 Nitelik	-,006*	-,012*	-,013*	-,027*	
	2 Nitelik	3 Nitelik	-,002	-,002	-,002	-,004	
0,10	1 Nitelik	2 Nitelik	-,007*	-,013*	-,014*	-,032*	

		3 Nitelik	-,008*	-,015*	-,017*	-,037*
	2 Nitelik	3 Nitelik	-,001	-,002	-,003	-,004
0,15	1 Nitelik	2 Nitelik	-,010*	-,020*	-,023*	-,050*
		3 Nitelik	-,012*	-,024*	-,026*	-,055*
	2 Nitelik	3 Nitelik	-,003	-,004	-,004	-,005
0,20	1 Nitelik	2 Nitelik	-,013*	-,028*	-,032*	-,069*
		3 Nitelik	-,016*	-,032*	-,037*	-,075*
	2 Nitelik	3 Nitelik	-,003	-,004	-,005	-,006*

Not: *p<.001 K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı

Tablo 22 incelendiğinde DMF türü ve yüzdesi düzeylerinde DMF büyüklüğüne göre DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı faktörünün 1 ile 2 nitelik ölçüyor olması ve 1 ile 3 nitelik ölçüyor olması düzeyleri arasında anlamlı fark bulunmaktadır. Bu farklar da DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı fazla iken NDSO değerleri daha yüksek çıkması ile oluşmaktadır. Tek biçimli DMF türünde her iki DMF yüzdesinde DMF büyüklüğünün tüm düzeylerinde DMF’li maddenin 2 ile 3 nitelik ölçüyor olması arasında anlamlı bir fark çıkmamıştır. Tek biçimli olmayan DMF türünde de DMF’li maddenin 2 ile 3 nitelik ölçüyor olması arasında anlamlı fark sadece DMF yüzdesi %30 iken DMF büyüklüğü 0.20 düzeyinde bulunmaktadır. Farkın yönü nitelik sayısı fazla iken NDSO değerleri daha yüksek çıkması şeklindedir.

Tablo 23

Odak grup NDSO değerlerinin DMF türü ve DMF yüzdesi düzeylerinde DMF’li madde nitelik sayısına göre DMF büyüklüğünün ikili karşılaştırmaları

K	(I) DMF büyüklüğü	DMF türü		Tek biçimli		Tek biçimli olmayan	
		(J) DMF büyüklüğü	DMF yüzdesi	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)
1 Nitelik	0,075	0,10		,002	,004	,005	,011*
		0,15		,007*	,014*	,016*	,033*
		0,20		,011*	,023*	,026*	,055*
	0,10	0,15		,005	,010*	,011*	,022*
		0,20		,009*	,019*	,021*	,044*
		0,20		,004	,009*	,011*	,022*
	0,15	0,20		,004	,009*	,011*	,022*
		0,20		,004	,009*	,011*	,022*
		0,20		,004	,009*	,011*	,022*
2 Nitelik	0,075	0,10		,000	,001	,002	,001
		0,15		,002	,003	,004	,006
		0,20		,003	,005	,005	,008*
	0,10	0,15		,002	,003	,002	,004
		0,20		,003	,005	,003	,007*
		0,20		,001	,002	,001	,003
	0,15	0,20		,001	,002	,001	,003
		0,20		,001	,002	,001	,003
		0,20		,001	,002	,001	,003
3 Nitelik	0,075	0,10		,001	,001	,001	,001
		0,15		,001	,002	,002	,005
		0,20		,002	,003	,003	,006*
	0,10	0,15		,000	,001	,002	,003
		0,15		,000	,001	,002	,003
		0,15		,000	,001	,002	,003

	0,20	,001	,002	,002	,005
0,15	0,20	,001	,001	,001	,002

Not: *p<.001 K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı

Tablo 23 incelendiğinde, DMF büyüklüğü düzeyleri arasındaki anlamlı farkların genel olarak DMF’li maddenin 1 nitelik ölçtüğü düzeylerde yer aldığı görülmektedir. Buna ek olarak tek biçimli olmayan DMF türünde DMF yüzdesi %30 olduğunda DMF’li maddenin 2 nitelik ölçtüğü düzeyde 0.075 ile 0.20 ve 0.10 ile 0.20, DMF’li maddenin 3 nitelik ölçtüğü düzeyde de 0.075 ile 0.20 DMF büyüklüğü düzeyleri arasında anlamlı fark vardır. Tablo 23’teki anlamlı farkların yönünün tamamı aynı olup DMF büyüklüğü arttıkça NDSO değerleri azalmıştır.

Tablo 24

Odak grup NDSO değerlerinin DMF türü ve DMF büyüklüğü düzeylerinde DMF yüzdesi ile DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı değişkenleri ile faktöriyel ANOVA bulguları

DMF büyüklüğü	Kaynak	DMF türü					
		Tek biçimli			Tek biçimli olmayan		
		F	p	η_p^2	F	p	η_p^2
0,075	%	12,223	0,000*	0,010	57,657	0,000*	0,046
	K	40,622	0,000*	0,064	189,592	0,000*	0,241
	% * K	3,649	0,026	0,006	23,198	0,000*	0,037
0,10	%	18,312	0,000*	0,015	93,772	0,000*	0,073
	K	67,313	0,000*	0,101	333,887	0,000*	0,359
	% * K	6,049	0,002	0,010	45,628	0,000*	0,071
0,15	%	45,473	0,000*	0,037	196,677	0,000*	0,141
	K	156,260	0,000*	0,207	679,744	0,000*	0,532
	% * K	17,055	0,000*	0,028	89,357	0,000*	0,130
0,20	%	75,695	0,000*	0,060	328,362	0,000*	0,216
	K	257,078	0,000*	0,301	1216,763	0,000*	0,671
	% * K	29,587	0,000*	0,047	153,324	0,000*	0,204

Not: *p<.001, %: DMF yüzdesi, K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı

Tablo 24’te anlamlı etkiler incelendiğinde tek biçimli DMF türünde DMF büyüklüğü 0.075 ile 0.10 düzeylerinde DMF yüzdesi küçük etki düzeyinde, DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı orta etki düzeyinde anlamlıdır. Tek biçimli DMF türünde DMF büyüklüğü 0.15 ile 0.20 düzeylerinde ikili etkileşimler anlamlı olup küçük etki düzeyindedir. Aynı tabloda tek biçimli olmayan DMF türünde ikili etkileşimler anlamlı olup DMF büyüklüğü 0.075 iken küçük, 0.10 ve 0.15 iken orta, 0.20 iken geniş etki düzeyindedir. DMF yüzdesi ve DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı arasında yapılan ikili karşılaştırmalar Tablo 25 ve 26’da verilmiştir.

Tablo 25

Odak grup NDSO değerlerinin DMF türü ve DMF büyüklüğü düzeylerinde DMF yüzdesine göre DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı arasında yapılan ikili karşılaştırmalar

DMF türü	DMF yüzdesi	(I) K	(J) K	DMF büyüklüğü			
				0,075	0,10	0,15	0,20
				Ortalama fark (I-J)	Ortalama fark (I-J)	Ortalama fark (I-J)	Ortalama fark (I-J)
TB	%20	1 Nitelik	2 Nitelik	-,005	-,007*	-,010*	-,013*
			3 Nitelik	-,006*	-,008*	-,012*	-,016*
		2 Nitelik	3 Nitelik	-,002	-,001	-,003	-,003
	%30	1 Nitelik	2 Nitelik	-,009*	-,013*	-,020*	-,028*
			3 Nitelik	-,012*	-,015*	-,024*	-,032*
		2 Nitelik	3 Nitelik	-,002	-,002	-,004	-,004*
TBO	%20	1 Nitelik	2 Nitelik	-,011*	-,014*	-,023*	-,032*
			3 Nitelik	-,013*	-,017*	-,026*	-,037*
		2 Nitelik	3 Nitelik	-,002	-,003	-,004	-,005
	%30	1 Nitelik	2 Nitelik	-,023*	-,032*	-,050*	-,069*
			3 Nitelik	-,027*	-,037*	-,055*	-,075*
		2 Nitelik	3 Nitelik	-,004	-,004	-,005	-,006

Not: *p<.001 K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı TB: Tek biçimli TBO: Tek biçimli olmayan

Tablo 25’e göre DMF türü ve DMF büyüklüğü düzeylerinde her DMF yüzdesi düzeyi için DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı faktörünün 1 ile 2 nitelik ölçmesi ve 1 ile 3 nitelik ölçmesi düzeyleri arasında anlamlı fark bulunmaktadır. Ek olarak tek biçimli DMF türünde, DMF yüzdesi %30, DMF büyüklüğü 0.20 düzeyindeyken DMF’li maddenin 2 ile 3 nitelik ölçüyor olması arasında anlamlı bir fark çıkmıştır. Anlamlı farklar DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı fazla iken NDSO değerleri daha yüksek çıkması ile oluşmaktadır.

Tablo 26

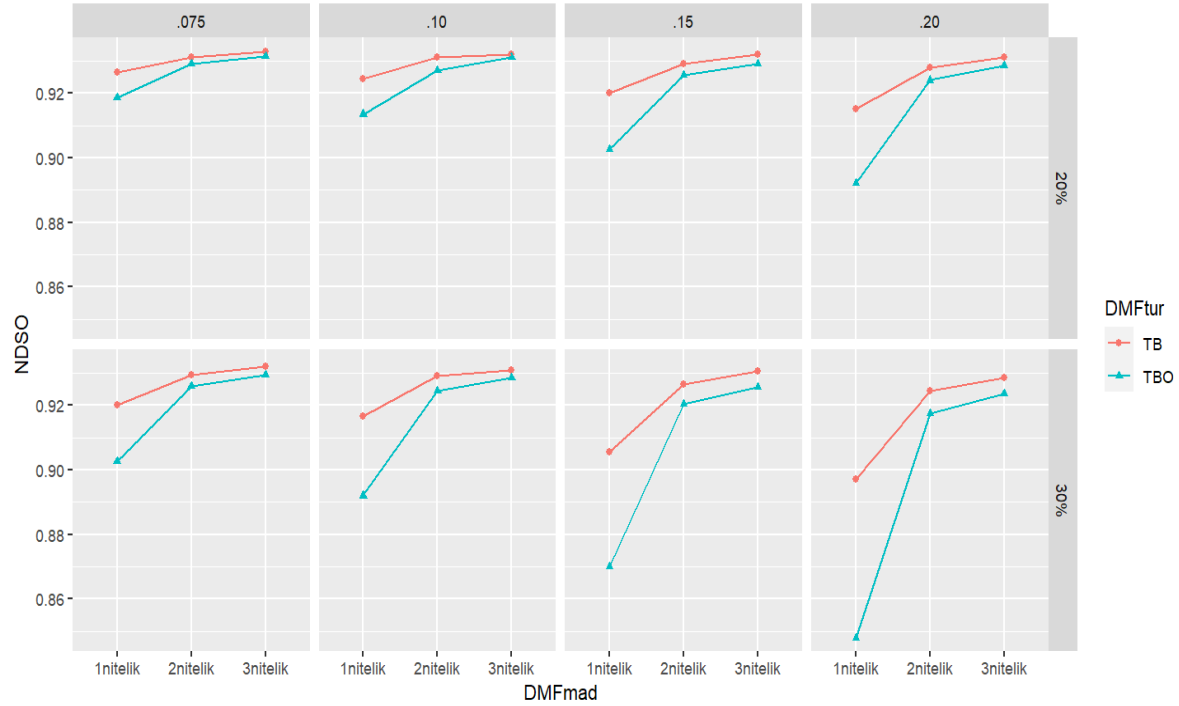
Odak grup NDSO değerlerinin DMF türü ve DMF büyüklüğü düzeylerinde DMF’li madde nitelik sayısına göre DMF yüzdesinin ikili karşılaştırmaları

DMF türü	K	(I) DMF yüzdesi	(J) DMF yüzdesi	DMF büyüklüğü			
				0,075	0,10	0,15	0,20
				Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)
TB	1 Nitelik	%20	%30	,006*	,008*	,013*	,018*
	2 Nitelik	%20	%30	,002	,002	,003	,004
	3 Nitelik	%20	%30	,001	,001	,002	,002
TBO	1 Nitelik	%20	%30	,015*	,021*	,033*	,044*
	2 Nitelik	%20	%30	,003	,003	,005	,006*
	3 Nitelik	%20	%30	,002	,002	,004	,005

Not: * $p < .001$ K: DMF'li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı, TB: Tek biçimli, TBO: Tek biçimli olmayan

Tablo 26 incelendiğinde DMF türü ve DMF büyüklüğü düzeylerinde, DMF'li madde 1 niteliği ölçüyorken DMF'li madde yüzdesi arttıkça NDSO değerleri azalarak anlamlı fark oluşturmuştur. Ek olarak tek biçimli olmayan DMF türünde DMF büyüklüğü 0.20 iken DMF'li madde 2 niteliği ölçüyorken DMF'li madde yüzdesi arttığında NDSO değerleri azalarak anlamlı fark oluşturmuştur.

Şekil 10'da DINA modelin odak gruba ait NDSO değerlerinin DMF büyüklüğü(0.075, 0.10, 0.15, 0.20), DMF türü (TB, TBO), DMF'li madde yüzdesi (%20, %30) ile DMF'li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı (1, 2, 3) faktörleri arasındaki dörtlü etkileşim (bkz. Tablo 16) grafiği yer almaktadır.



Şekil 10. DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF'li madde yüzdesi ile DMF'li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörlerinde DINA modele ilişkin odak gruba ait NDSO değerleri

Not: DMFmad: DMF'li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı, DMFtur: DMF türü, TB: Tek biçimli, TBO: Tek biçimli olmayan.

Şekil 10 incelendiğinde tüm koşullarda TB DMF türünün TBO'dan daha yüksek NDSO değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Bu durum ($NDSO_{TBO} < NDSO_{TB}$) beklenenle

uyumludur çünkü TBO'yu sağlamak için odak grubun madde parametreleriyle daha fazla işlem yapılmıştır. Şekil 10 incelendiğinde DMF türü düzeylerinde DMF büyüklüğü ve DMF yüzdesi arttıkça DINA modele ilişkin odak grubun NDSO değerlerinin genel olarak azaldığı söylenebilir. Ancak bu azalmalarda anlamlı farklılık genel olarak DMF'li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı 1 iken görülmüştür (bkz. Tablo 23 ile 26). Şekil 10'da DMF'li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı arttıkça NDSO değerlerinin sistematik olarak arttığı gözlenmektedir. Bu noktada genel olarak referans grupla benzer olarak NDSO değerleri, DMF büyüklüğü düzeylerinde (bkz. Tablo 22) ve DMF yüzdesi düzeylerinde (bkz. Tablo 25) DMF'li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı 1'den ile 2'ye ve 1'den ile 3'e geçişte anlamlı farklılıkla artış göstermiştir. Son olarak tek biçimli DMF türünde anlamlı olan DMF büyüklüğü ile DMF yüzdesi ikili etkileşimi için DMF'li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı 1 iken DMF büyüklüğüne göre DMF yüzdesi arttıkça NDSO'lar anlamlı farkla düşmüştür (bkz. Tablo 19). Benzer olarak DMF yüzdesine göre incelendiğinde genel olarak yine DMF'li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı 1 düzeyinde DMF büyüklüğü arttıkça NDSO değerleri anlamlı farkla düşmüştür (bkz. Tablo 20).

Araştırma Sorusu 1.2. DINA modeline ilişkin referans ve odak grubun örüntü düzeyi doğru sınıflandırma oranları değişen koşullarda farklılaşmakta mıdır?

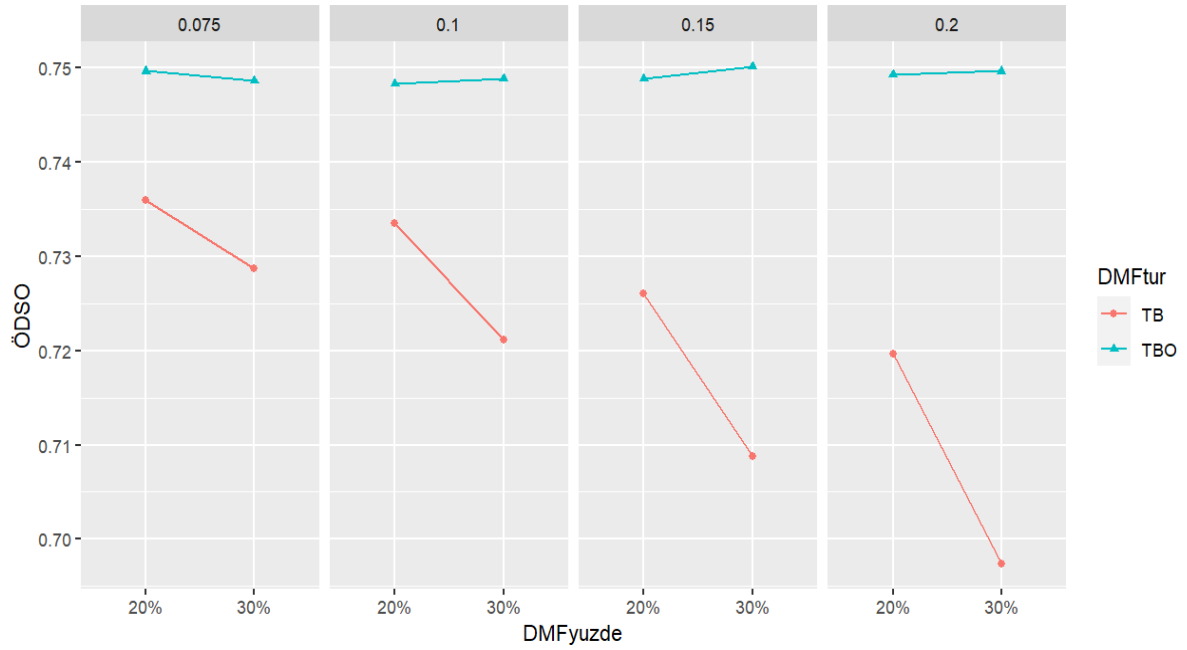
DINA modele ilişkin referans ve odak grubun araştırma kapsamında incelenen faktörler (nitelik sayısı, DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF'li madde yüzdesi, DMF'li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı) ve bu faktörlerin düzeylerine göre, örüntü düzeyi doğru sınıflandırma oranlarının nasıl değiştiğini incelemek için referans ve odak gruba ayrı ayrı 2x4x2x2x3 faktöriyel ANOVA uygulanmıştır. Tablo 27'de DINA modeline ilişkin referans grubun ÖDSO değerlerine uygulanan faktöriyel ANOVA bulgularından ana ve etkileşim etkileri yer almaktadır.

DINA modeline ilişkin referans grubun değişen koşullarda ÖDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları

Not: Ni: Nitelik sayısı, B: DMF büyüklüğü, Tür: DMF türü, %: DMF’li maddelerin yüzdesi K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı *p<.001

71

sayılmıştır. Dolayısıyla bir alt etkileşim olan üçlü etkileşimler incelendiğinde DMF büyüklüğü, DMF türü ile DMF’li madde yüzdesi arasındaki etkileşim, DMF büyüklüğü, DMF türü ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörleri arasındaki etkileşim, DMF türü, DMF’li madde yüzdesi ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörleri arasındaki etkileşim anlamlıdır. Anlamlı olan bu üç tane üçlü etkileşimin etki büyüklükleri küçük etki düzeyindedir. Bu üçlü etkileşim etkilerinin bir değişkenin diğer değişken düzeylerindeki ÖDSO değerleri arasındaki anlamlı farkların ortaya çıkarılıp yorumlanabilmesi için yapılan manidarlık testleri bulguların daha sade olması açısından Ek 1. Deki tablolarda verilmiştir. Şekil 11’de DINA modelin referans gruba ait ÖDSO değerlerinin DMF büyüklüğü, DMF türü ile DMF’li madde yüzdesi faktörleri arasındaki üçlü etkileşim grafiği yer almaktadır.



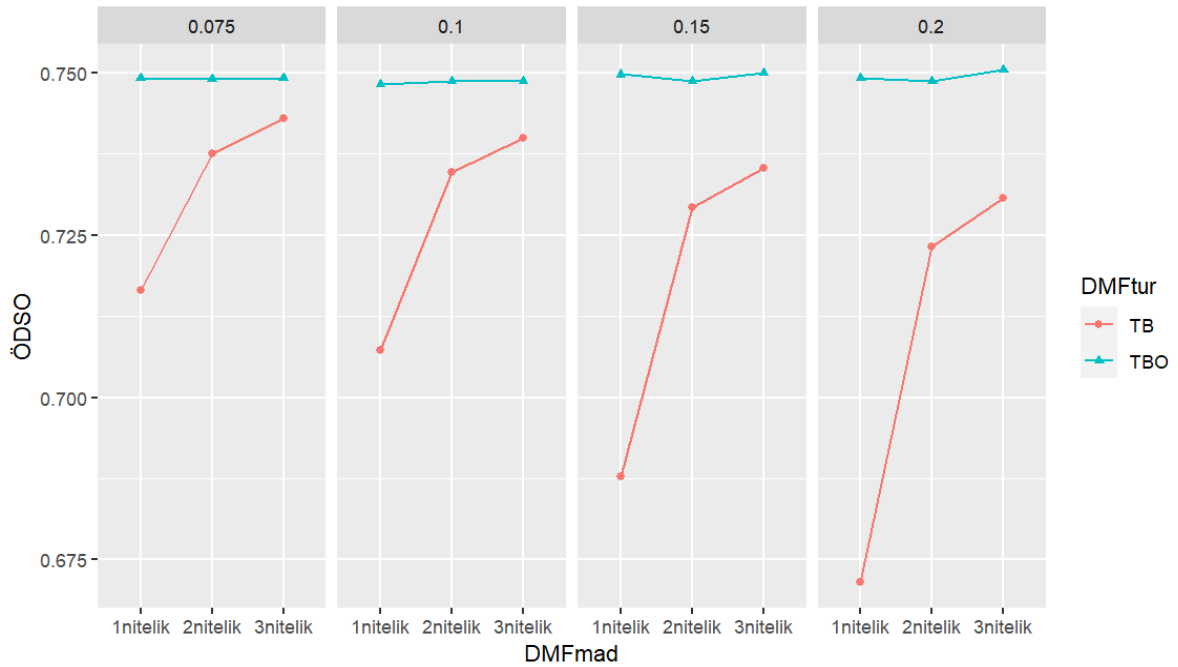
Şekil 11. DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF’li madde yüzdesi faktörlerinde DINA modeline ilişkin referans gruba ait ÖDSO değerleri

Not: DMFyuzde: DMF’li madde yüzdesi, DMFtur: DMF türü, TB: Tek biçimli, TBO: Tek biçimli olmayan.

Şekil 11 incelendiğinde DMF türü değişkeni için TBO koşullarında ÖDSO değerlerinin ÖDSO değerlerinin DMF büyüklüğü ve DMF’li madde yüzdesine göre sistematik bir değişim göstermediği görülmekte ve buna dayalı yapılan ilgili manidarlık testi de (bkz. Ek 1. Tablo 1) bu bulguyu desteklemektedir. Ayrıca ÖDSO değerlerinin tüm koşullarda TBO DMF düzeyinde, TB DMF’den daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum daha önce açıklandığı üzere DMF manipülasyon durumu ile bağlantılıdır. TBO DMF manipülasyonu

için sadece odak grup üzerinden işlem yapıp referans grup üzerinden bir değişiklik yapılmadığı için bu durum beklenmektedir. Şekil 11’de DMF türünün tek biçimli koşulunda DMF büyüklüğü ve DMF yüzdesi arttıkça DINA modele ait referans grubun ÖDSO değerlerinde sistematik olarak azalma görüldüğü söylenebilir. Ancak DMF türünün tek biçimli koşulunda istatistiksel olarak sadece DMF büyüklüğü arttıkça ÖDSO değerleri anlamlı olarak azalmaktadır (bkz. Ek 1. Tablo 1)

Şekil 12’de DINA modelin referans gruba ait ÖDSO değerlerinin DMF büyüklüğü, DMF türü ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörleri arasındaki üçlü etkileşim grafiği yer almaktadır.



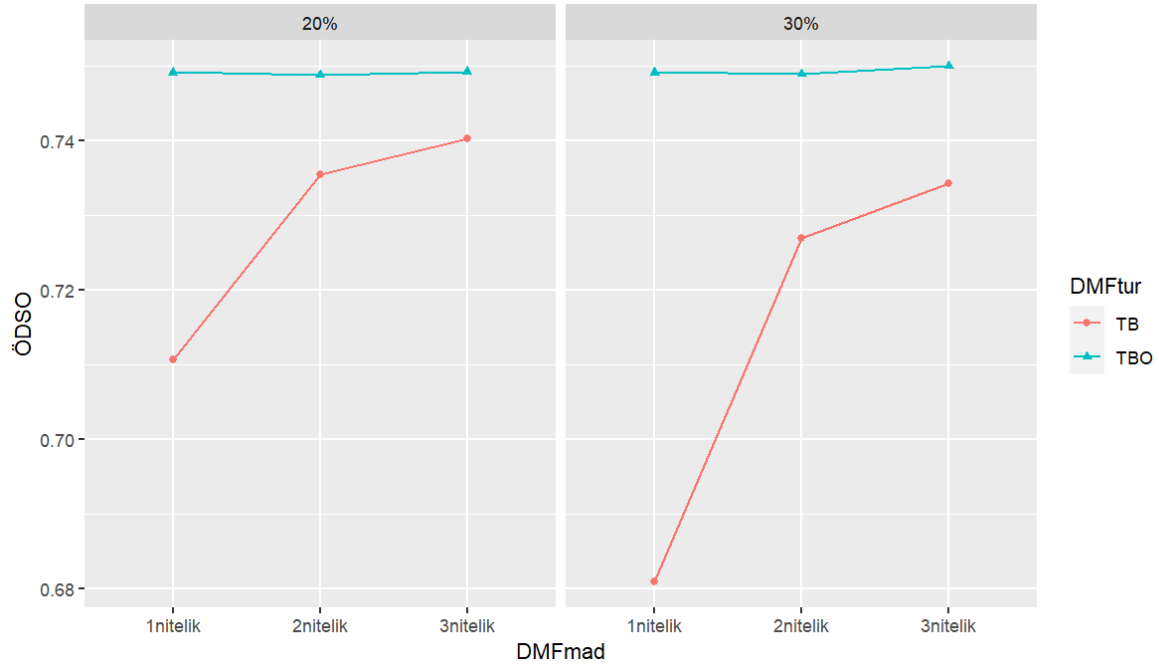
Şekil 12. DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörlerinde DINA modeline ilişkin referans gruba ait ÖDSO değerleri

Not: DMFmad: DMF’li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı, DMFtur: DMF türü, TB: Tek biçimli, TBO: Tek biçimli olmayan.

Şekil 12 incelendiğinde DMF türü TBO düzeyinde ÖDSO değerlerinin DMF büyüklüğü ve DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısına göre sistematik bir değişim göstermediği görülmekte ve yapılan manidarlık testi de (bkz. Ek 1. Tablo 2) bu bulguyu desteklemektedir. Ayrıca ÖDSO değerlerinin tüm koşullarda TBO DMF düzeyinde, TB DMF’den daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum ($\text{ÖDSO}_{\text{TB}} < \text{ÖDSO}_{\text{TBO}}$) beklenenle uyumlu olup daha önce açıklandığı üzere DMF manipülasyon durumu ile bağlantılıdır. Şekil 12’de DMF türünün

tek biçimli koşulunda DMF büyüklüğü arttığında DINA modele ait referans grubun ÖDSO değerlerinde sistematik olarak azalma görüldüğü söylenebilir ve bu etki istatistiksel olarak anlamlı olup küçük etki düzeyindedir (bkz. Ek 1. Tablo 2). Yine DMF türünün tek biçimli koşulunda DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı arttığında DINA modele ait referans grubun ÖDSO değerlerinde genel olarak artış görülmektedir ve bu etki istatistiksel olarak anlamlı olup küçük etki düzeyindedir (bkz. Ek 1. Tablo 2).

Şekil 13’te DINA modelin referans gruba ait ÖDSO değerlerinin DMF türü, DMF’li madde yüzdesi ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörleri arasındaki üçlü etkileşim grafiği yer almaktadır.



Şekil 13. DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF’li madde yüzdesi faktörlerinde DINA modeline ilişkin referans gruba ait ÖDSO değerleri

Not: DMFMad: DMF’li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı, DMFtur: DMF türü, TB: Tek biçimli, TBO: Tek biçimli olmayan.

Şekil 13 incelendiğinde ÖDSO değerlerinin tüm koşullarda TBO DMF düzeyinde, TB DMF’den daha yüksektir. Bu durum ($\text{ÖDSO}_{\text{TB}} < \text{ÖDSO}_{\text{TBO}}$) beklenenle uyumlu olup daha önce açıklandığı üzere DMF manipülasyon durumu ile ilgilidir. Şekil 13’te görülen üçlü etkileşim DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı düzeylerinde DMF türü ile DMF yüzdesi ikili etkileşimleri incelendiğinde hiçbirinde ikili etki anlamlı çıkmamıştır (bkz. Ek 1. Tablo 3). Ancak DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı 1 ve 2 düzeyinde ana etkilerden DMF türü

TBO iken ÖDSO değerleri TB'ye göre anlamlı olarak daha yüksektir. Bu etkilerin pratik anlamlılığı sırasıyla orta etki ve küçük etki şeklindedir (bkz. Ek 1. Tablo 3).

Tablo 28'de DINA modeline ilişkin odak grubun ÖDSO değerlerine uygulanan faktöriyel ANOVA bulguları yer almaktadır.

Tablo 28

DINA modeline ilişkin odak grubun değişen koşullarda ÖDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları

Kaynak	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	η_p^2
Ni	63,582	1	63,582	295450,601*	0,969
B	1,283	3	0,428	1987,455*	0,386
Tür	1,433	1	1,433	6657,251*	0,412
%	0,948	1	0,948	4406,015*	0,317
K	5,483	2	2,741	12738,228*	0,728
Ni * B	0,008	3	0,003	12,599*	0,004
Ni * Tür	0,011	1	0,011	49,226*	0,005
Ni * %	0,002	1	0,002	9,13*	0,001
Ni * K	0,059	2	0,029	137,004*	0,028
B * Tür	0,108	3	0,036	167,735*	0,050
B * %	0,089	3	0,030	137,436*	0,042
B * K	0,598	6	0,100	462,881*	0,226
Tür * %	0,102	1	0,102	473,831*	0,047
Tür * K	0,703	2	0,351	1633,283*	0,256
% * K	0,46	2	0,23	1068,881*	0,184
Ni * B* Tür	0,001	3	0,000	0,845	0,000
Ni * B* %	0,001	3	0,000	2,031	0,001
Ni * B* K	0,004	6	0,001	3,353*	0,002
Ni * Tür * %	0,002	1	0,002	10,184*	0,001
Ni * Tür * K	0,003	2	0,001	6,008*	0,001
Ni * % * K	0,043	2	0,021	99,522*	0,021
B * Tür * %	0,005	3	0,002	8,399*	0,003
B * Tür * K	0,060	6	0,010	46,634*	0,029
B * % * K	0,037	6	0,006	28,869*	0,018
Tür * % * K	0,065	2	0,032	149,932*	0,031
Ni * B* Tür * %	0,001	3	0,000	1,170	0,000
Ni * B* Tür * K	0,001	6	0,000	0,697	0,000
Ni * B * % * K	0,005	6	0,001	4,114*	0,003
Ni * Tür * % * K	0,005	2	0,002	10,805*	0,002
B * Tür * % * K	0,002	6	0,000	1,755	0,001
Ni * B* Tür * % * K	0,004	6	0,001	3,250*	0,002
Hata	2,045	9504	0,000		

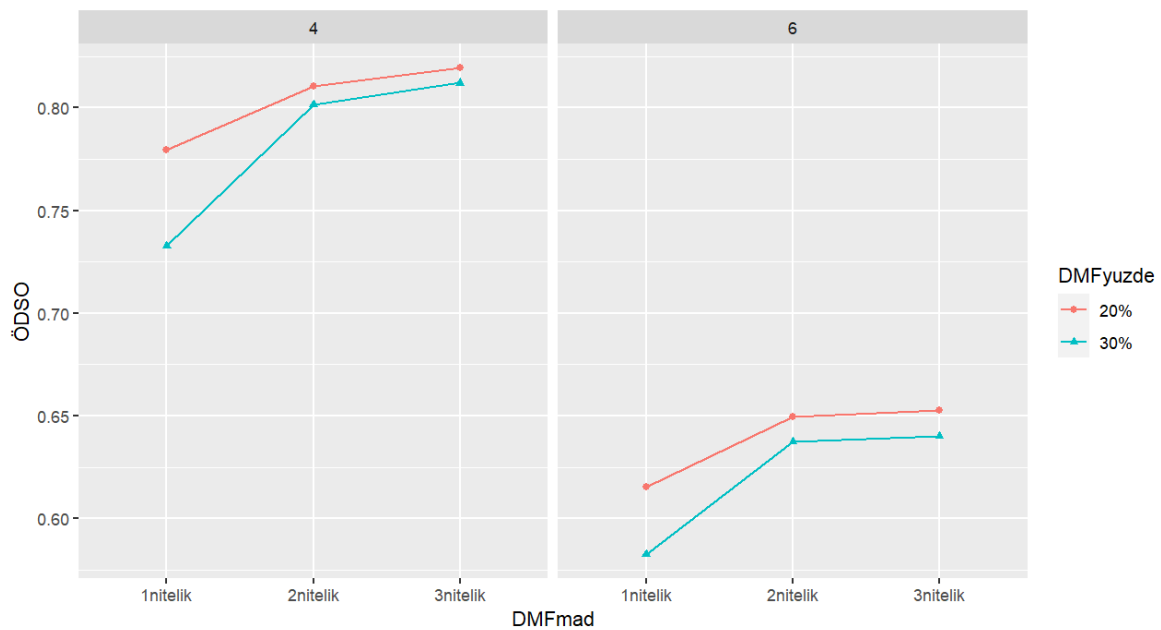
Not: Ni: Nitelik sayısı, B: DMF büyüklüğü, Tür: DMF türü, %: DMF'li maddelerin yüzdesi K: DMF'li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı, *p<.001

Tablo 28'de ilk olarak faktörler arası beşli etkileşim etkisi incelendiğinde nitelik sayısı, DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF'li madde yüzdesi ile DMF'li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörleri arasındaki etkileşim istatistiksel olarak manidar bulunmuştur. Beşli

etkileşim etkisinin pratikteki önemini yansıtan etki büyüklüğünün değeri ise $\eta_p^2=0,002$ olup pratikte önemsiz sayılabileceği yorumlanabilir. Tablo 28’de faktörler arası dörtlü etkileşim etkileri incelendiğinde nitelik sayısı, DMF büyüklüğü, DMF’li madde yüzdesi ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörleri arasındaki etkileşimin, nitelik sayısı, DMF türü, DMF’li madde yüzdesi ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörleri arasındaki etkileşimin istatistiksel olarak manidar olduğu görülmektedir. Ancak manidar olan dörtlü etkileşimlerin etki büyüklüğü önemsizdir.

Tablo 28’de üçlü etkileşim etkileri ele alındığında hem istatistiksel olarak manidar olup hem pratik uygulamalar için en az küçük etki taşıyan dört tane üçlü etkileşimin bu özelliklere sahip olduğu görülmektedir. Tablo 28’de nitelik sayısı, DMF’li madde yüzdesi ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörleri arasındaki etkileşimin, DMF büyüklüğü, DMF türü ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörleri arasındaki etkileşimin, DMF büyüklüğü, DMF’li madde yüzdesi ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörleri arasındaki etkileşimin, DMF türü, DMF’li madde yüzdesi ile Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörleri arasındaki etkileşimin istatistiksel olarak manidar olduğu görülmektedir. Sözü edilen bu dört tane üçlü etkileşim pratik anlamlılık açısından küçük etki düzeyinde olup Tablo 28’de yer aldığı sıra ile ele alınmıştır.

Şekil 14’te DINA modelin odak gruba ait ÖDSO değerlerinin nitelik sayısı, DMF’li madde yüzdesi ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörleri arasındaki etkileşim grafiği yer almaktadır.

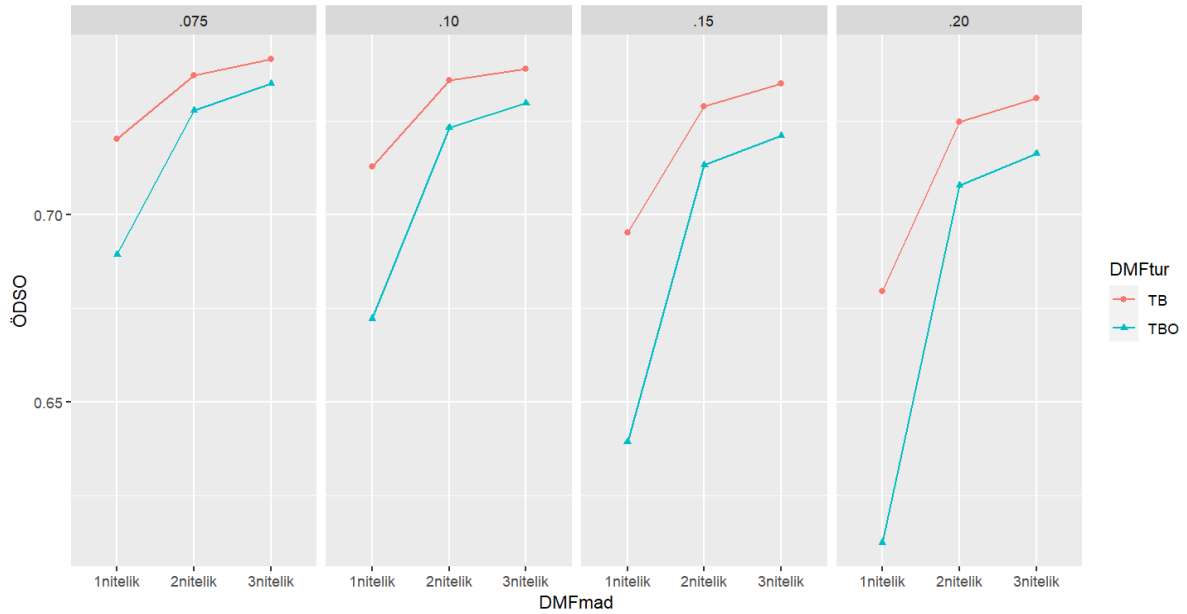


Şekil 14. Nitelik sayısı, DMF’li madde yüzdesi ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörlerinde DINA modeline ilişkin odak gruba ait ÖDSO değerleri

Not: DMFMad: DMF’li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı

Şekil 14 incelendiğinde nitelik sayısı ile DMF’li madde yüzdesi arttığında DINA modele ilişkin odak grubun ÖDSO değerlerinin genel olarak azaldığı söylenebilir. Şekil 14’te görülen üçlü etkileşim DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı düzeylerinde nitelik sayısı ile DMF yüzdesi ikili etkileşimleri incelendiğinde hiçbir düzeyde ikili etkileşim anlamlı çıkmamıştır (bkz. Ek 1. Tablo 4). Ancak DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı 1, 2 ve 3 düzeyinde ana etkilerden nitelik sayısı 4’ten 6’ya çıktığında ve DMF yüzdesi %20’den %30’a çıktığında ÖDSO değerleri anlamlı olarak azalmıştır. Bu anlamlı azalmaların pratik anlamlılığı nitelik sayısı için geniş etki, DMF yüzdesi için orta ve geniş etki düzeylerindedir.

Şekil 15’te DINA modelin odak gruba ait ÖDSO değerlerinin DMF büyüklüğü, DMF türü ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörleri arasındaki etkileşim grafiği yer almaktadır.

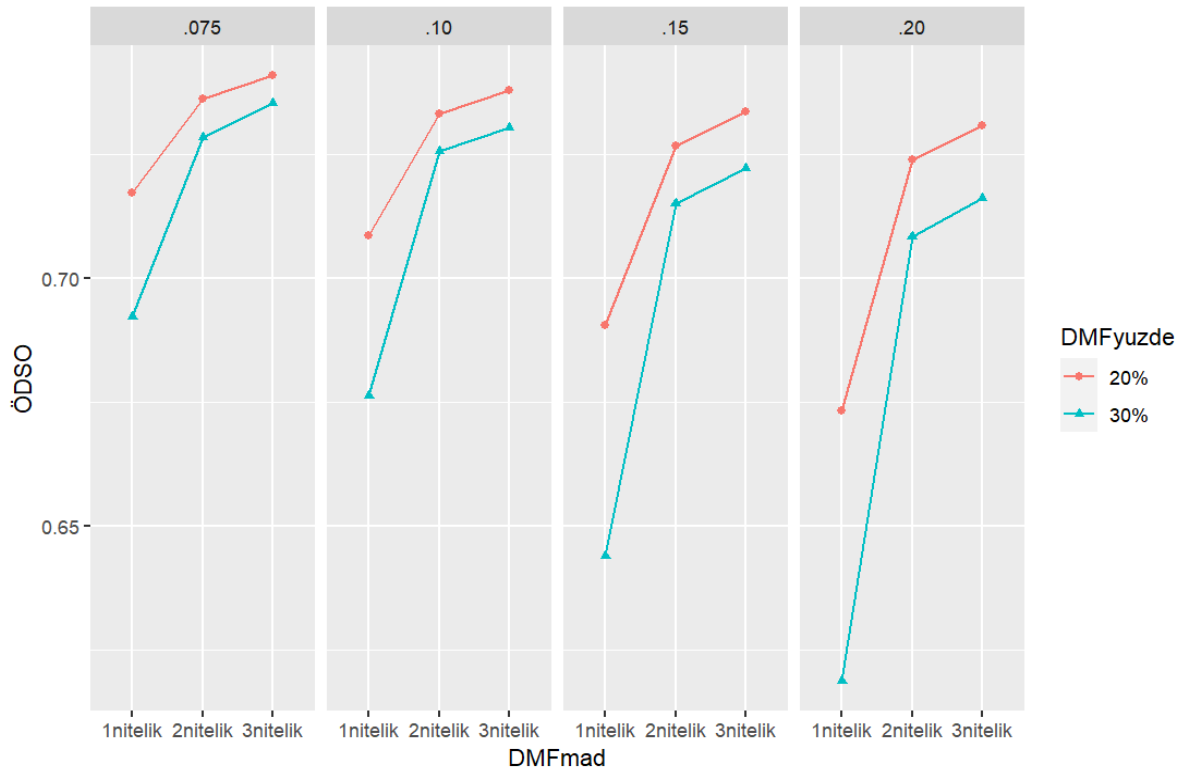


Şekil 15. DMF büyüklüğü, DMF türü ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörlerinde DINA modeline ilişkin odak gruba ait ÖDSO değerleri

Not: DMFMad: DMF’li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı, DMFtur: DMF türü, TB: Tek biçimli, TBO: Tek biçimli olmayan.

Şekil 15 incelendiğinde DMF türü faktörü için tüm koşullarda TB DMF türünün TBO DMF türünde bulunan ÖDSO değerlerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum ($\text{ÖDSO}_{\text{TBO}} < \text{ÖDSO}_{\text{TB}}$) odak grup için beklenenle uyumlu olup daha önce açıklandığı üzere DMF manipülasyon durumu ile bağlantılıdır. DMF türüne göre DMF büyüklüğü ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı ikili etkileşim TB düzeyinde anlamlı değilken TBO düzeyinde küçük etki düzeyinde anlamlıdır (bkz. Ek 1. Tablo 5). TBO düzeyinde DMF büyüklüğüne göre DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı düzeyleri arasındaki fark 1 ile 2 ve 1 ile 3 arasında anlamlı çıkmıştır (bkz. Ek 1. Tablo 6). Şekil 15’te görüldüğü üzere DMF’li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı 1’den 2’ye ve 1’den 3’e çıktığında odak grup ÖDSO değerleri artmaktadır. Yine TBO düzeyinde DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı düzeylerine göre DMF büyüklüğü düzeyleri arasındaki ÖDSO değerlerine ait anlamlı farkların tümü DMF’li madde 1 nitelik ölçtüğünde çıkmıştır (bkz. Ek 1. Tablo 7). Şekil 15’te de görüldüğü gibi DMF büyüklüğü arttıkça DINA modele ilişkin odak grubun ÖDSO değerlerinin genel olarak azaldığı görülmektedir. Son olarak DMF türü TB düzeyinde de ÖDSO değerleri için DMF büyüklüğü ve DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı ana etkileri küçük etki düzeyinde anlamlı olup etkilerin yönü TBO düzeyindeki durum ile aynıdır (bkz. Ek 1. Tablo 5).

Şekil 16’da DINA modelin odak gruba ait ÖDSO değerlerinin DMF büyüklüğü, DMF’li madde yüzdesi ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörleri arasındaki etkileşim grafiği yer almaktadır.

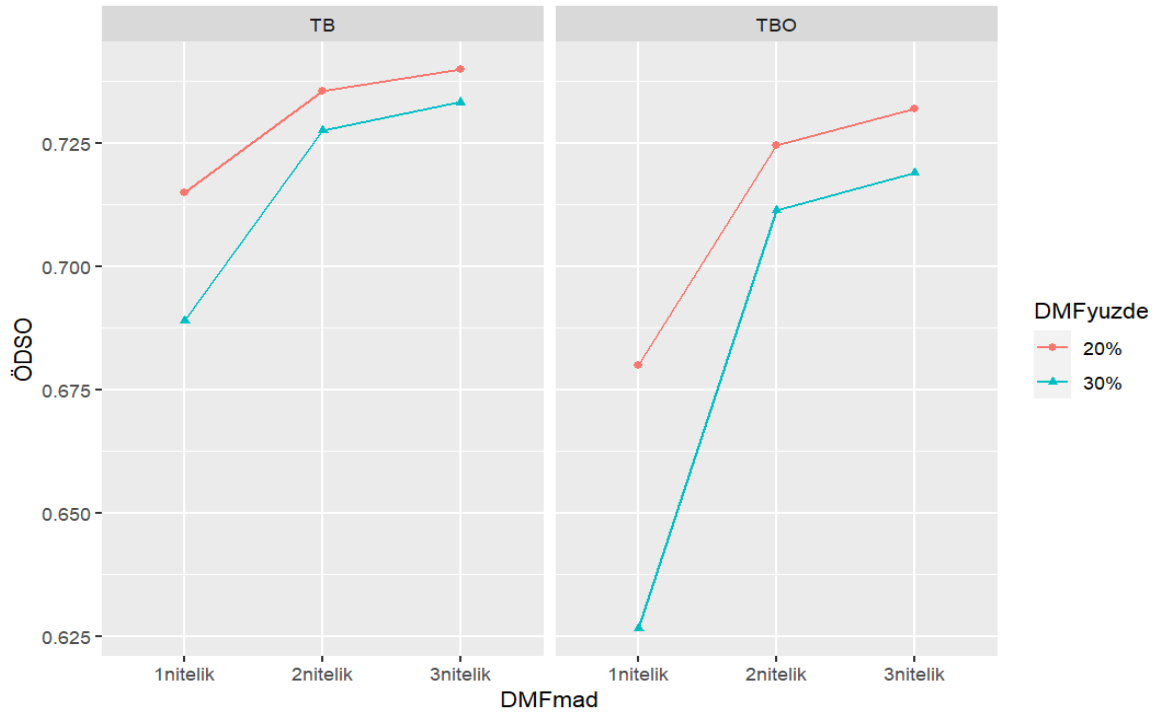


Şekil 16. DMF büyüklüğü, DMF’li madde yüzdesi ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörlerinde DINA modeline ilişkin odak gruba ait ÖDSO değerleri

Not: DMFmad: DMF’li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı.

Şekil 16 incelendiğinde DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı arttıkça ÖDSO değerlerinin genel olarak arttığı söylenebilir. DMF büyüklüğü ile DMF’li madde yüzdesi arttıkça DINA modele ilişkin odak grubun ÖDSO değerlerinde azalma olduğu görülmektedir. Şekil 16’da görülen üçlü etkileşim DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı düzeylerinde DMF büyüklüğü ile DMF yüzdesi ikili etkileşimleri incelendiğinde ikili etkileşimler anlamlı çıkmamıştır (bkz. Ek 1. Tablo 8). Ancak DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı 1 iken DMF büyüklüğü ile DMF’li madde yüzdesi arttığında ÖDSO değerleri anlamlı olarak azalmış olup pratik anlamlılığı sırasıyla orta etki ve küçük etki düzeylerindedir (bkz. Ek 1. Tablo 8).

Şekil 17’de DINA modelin odak gruba ait ÖDSO değerlerinin DMF türü, DMF’li madde yüzdesi ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörleri arasındaki etkileşim grafiği yer almaktadır.



Şekil 17. DMF türü, DMF'li madde yüzdesi ile DMF'li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörlerinde DINA modeline ilişkin odak gruba ait ÖDSO değerleri

Not: DMFMad: DMF'li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı, DMFtur: DMF türü, TB: Tek biçimli, TBO: Tek biçimli olmayan.

Şekil 17'de görülen üçlü etkileşim DMF'li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı düzeylerinde DMF türü ile DMF yüzdesi ikili etkileşimlerin manidarlığı incelendiğinde ikili etkileşimler anlamlı çıkmamıştır (bkz. Ek 1. Tablo 9). Ancak DMF'li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı 1 iken DMF türü ile DMF'li madde yüzdesi ana etkileri manidar olup etki büyüklükleri sırasıyla orta ve küçük etki düzeylerindedir. Şekil 17 incelendiğinde DMF yüzdesi arttıkça DINA modele ilişkin odak grubun ÖDSO değerlerinin azaldığı görülmektedir. DMF türü faktörü için tüm koşullarda TB DMF türünün TBO DMF türünde bulunan ÖDSO değerlerinden daha yüksek olduğu gözlenmektedir. Odak grupta bu durum ($\text{ÖDSO}_{\text{TBO}} < \text{ÖDSO}_{\text{TB}}$) manipülasyon işleminden kaynaklı beklentiyle uyumludur. DMF'li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı arttıkça ÖDSO değerlerinin sistematik olarak arttığı söylenebilir.

4.2. İkinci Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Araştırma Sorusu 2: DINO modeline göre üretilen veride nitelik sayısı (4, 6), DMF büyüklüğü (0,075, 0,10, 0,15, 0,20), DMF türü (tek biçimli, tek biçimli olmayan), DMF’li madde yüzdesi (%20, %30), DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı (1, 2, 3) değişkenlerine göre DINO modeli sınıflandırma performansları nasıl bir değişim göstermektedir?

İkinci araştırma sorusunun yanıtlanması için DINO modeline ilişkin referans ve odak gruplara ait NDSO ile ÖDSO değerleri araştırma koşulları kapsamında ayrı ayrı ele alınmıştır. İlk olarak araştırmanın değişen koşullarında DINO modeline ilişkin referans ve odak gruplara ait NDSO değerleri ile ÖDSO değerleri sırasıyla Tablo 29 ile Tablo 30’da betimsel olarak özetlenmiştir. Tablo 29 ile Tablo 30’da bulunan değerler her bir koşul için gerçekleştirilen 100 replikasyon verisinin analizi ile elde edilen 100 adet NDSO ile ÖDSO değerlerinin ortalamasını ifade etmektedir. DINO modeline ilişkin referans ve odak gruba ait NDSO ve ÖDSO değerleri yorumlandıktan sonra doğru sınıflandırma oran ortalamalarının koşullara göre daha net görülmesi adına veri görselleştirme yapılarak grafikler halinde sunulmuştur. Devamında araştırma sorusundaki koşulların ana ve etkileşim etkilerini göstermek için referans ve odak gruplar için 2x4x2x2x3 faktöriyel ANOVA bulguları yer almaktadır.

Tablo 29

DINO model’e ilişkin referans ve odak grubun değişen koşullarda NDSO ortalamaları

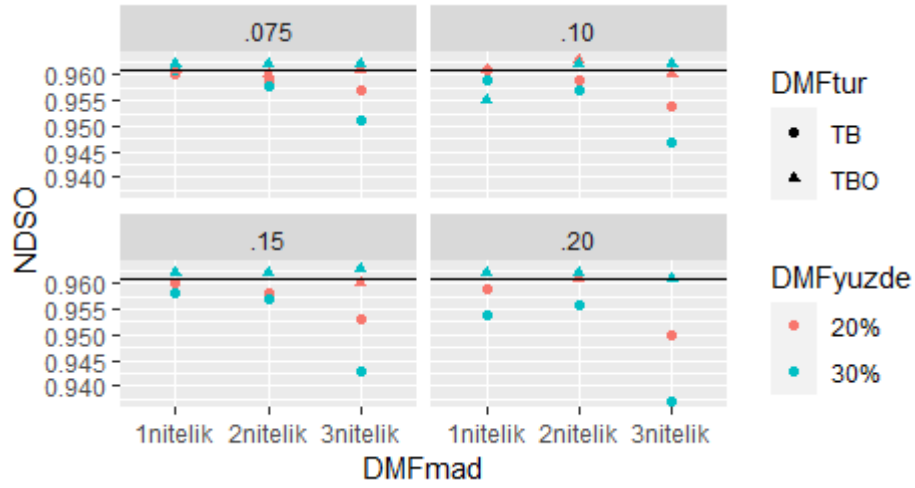
			4 Nitelik				6 Nitelik			
			DMF Türü				DMF Türü			
			TB		TBO		TB		TBO	
DMF Büy.	DMF %	DMF Mad.	Ref. NDSO	Odak NDSO	Ref. NDSO	Odak NDSO	Ref. NDSO	Odak NDSO	Ref. NDSO	Odak NDSO
0	%0		0,961	0,962	0,961	0,962	0,935	0,936	0,935	0,936
.075	%20	1	0,96	0,963	0,961	0,962	0,934	0,935	0,917	0,917
		2	0,959	0,96	0,96	0,958	0,933	0,934	0,889	0,892
		3	0,957	0,957	0,961	0,952	0,932	0,932	0,911	0,911
	%30	1	0,961	0,963	0,962	0,959	0,933	0,933	0,914	0,915
		2	0,958	0,959	0,962	0,956	0,933	0,932	0,92	0,883
		3	0,951	0,951	0,962	0,94	0,93	0,929	0,92	0,91
	%20	1	0,961	0,962	0,961	0,961	0,935	0,934	0,936	0,929
		2	0,959	0,959	0,963	0,958	0,932	0,932	0,936	0,931
		3	0,954	0,955	0,96	0,949	0,931	0,929	0,936	0,926
.10	%30	1	0,959	0,963	0,955	0,958	0,917	0,899	0,921	0,931
		2	0,957	0,96	0,962	0,954	0,931	0,932	0,921	0,928
		3	0,947	0,948	0,962	0,936	0,917	0,916	0,921	0,913

.15	%20	1	0,96	0,962	0,962	0,959	0,934	0,934	0,936	0,93
		2	0,958	0,959	0,962	0,956	0,93	0,931	0,936	0,929
		3	0,953	0,952	0,96	0,945	0,929	0,927	0,935	0,922
	%30	1	0,958	0,962	0,962	0,952	0,93	0,932	0,935	0,928
		2	0,957	0,959	0,962	0,953	0,931	0,931	0,936	0,927
		3	0,943	0,942	0,963	0,93	0,924	0,923	0,936	0,914
	%20	1	0,959	0,963	0,962	0,958	0,932	0,932	0,935	0,932
		2	0,956	0,959	0,961	0,956	0,93	0,931	0,935	0,928
		3	0,95	0,95	0,961	0,942	0,926	0,926	0,935	0,919
.20	%30	1	0,954	0,961	0,962	0,948	0,929	0,932	0,935	0,929
		2	0,956	0,956	0,962	0,951	0,928	0,929	0,935	0,926
		3	0,937	0,936	0,961	0,925	0,921	0,92	0,935	0,91

Not: TB: Tek biçimli, TBO: Tek biçimli olmayan DMF Mad.: DMF’li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı

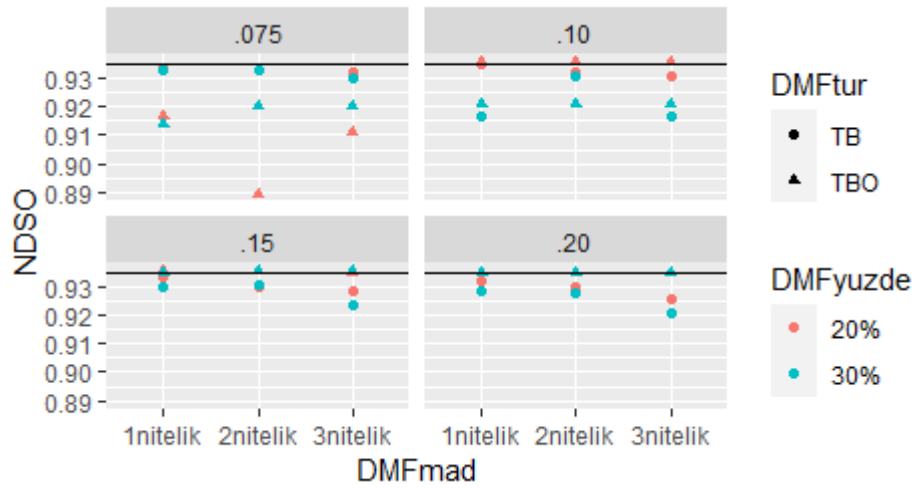
Tablo 29 incelendiğinde Q-matrisi 4 nitelik düzeyinden oluşan DINO modeline ilişkin referans gruba ait NDSO değerlerinin 0,937 ile 0,963 aralığında olup güvenilirlik ölçütü olarak mükemmel güvenilirlik düzeyinde, odak grubun NDSO değerlerinin 0,925 ile 0,963 aralığında olup mükemmel güvenilirlik düzeyinde olduğu görülmektedir. Tablo 29’un sağ tarafında yer alan Q-matrisi 6 nitelik düzeyinden oluşan DINO modeline ilişkin referans gruba ait NDSO değerleri 0,889 ile 0,936 aralığında olup güvenilirlik ölçütü olarak çok iyi ile mükemmel güvenilirlik düzeylerinde, odak grubun NDSO değerleri ise 0,883 ile 0,935 aralığında olup yine çok iyi ile mükemmel güvenilirlik düzeylerinde bulunmaktadır. Genel olarak DINO modele ait NDSO değerlerine ilişkin Tablo 29’da yer alan referans grup ile odak gruplar arasında oluşan göreceli farkların koşullara göre değiştiği gözlenmiş ancak sistematik bir değişim bulunamamıştır.

İkinci araştırma sorusunun koşullarına göre NDSO ortalama değerlerini daha net konumlandırmak için DINO modeline ait referans grubun NDSO’ları Q-matrisinde 4 ve 6 nitelik düzeyine sahip iken sırasıyla Şekil 18 ve Şekil 19’da grafik halinde sunulmuştur. Şekillerde ordinat eksenini (y) NDSO değeri, apsis ekseninde (x) DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı, noktasal gösterimin şeklini DMF türü, noktasal gösterimin rengini DMF’li madde yüzdesi temsil etmektedir. Şekillerdeki y eksenini kesen düz çizgi her bir koşul için DMF’li maddenin bulunmadığı sınıflama doğruluğunu temsil eden NDSO ortalama değerleridir. Şekil 20 ve Şekil 21’de de sırasıyla Q-matriste 4 ile 6 niteliğe sahip DINO modeline ilişkin odak gruplara ait NDSO ortalama değerlerini yansıtan grafikler bulunmaktadır.



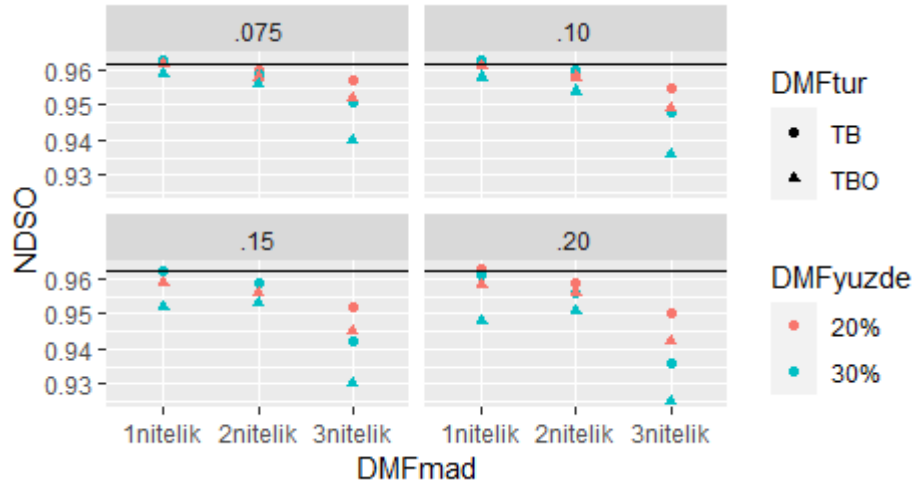
Şekil 18. Değişen koşullarda DINO modeline ait referans grubun NDSO ortalamaları: Q-matrisinde nitelik sayısı 4

Not: Grafikteki düz çizgi her bir koşuldaki DMF olmayan durumdaki sınıflama doğruluğu kestirimini temsil etmektedir. (0,961)



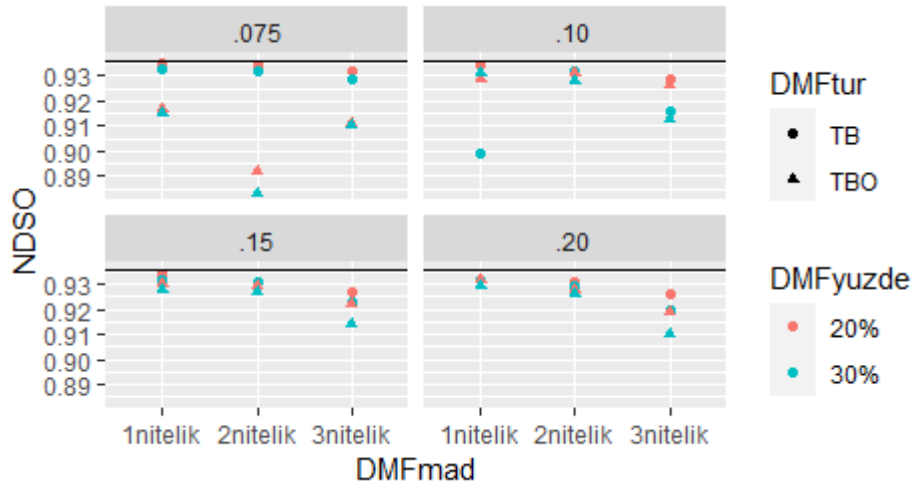
Şekil 19. Değişen koşullarda DINO modeline ait referans grubun NDSO ortalamaları: Q-matrisinde nitelik sayısı 6

Not: Grafikteki düz çizgi her bir koşuldaki DMF olmayan durumdaki sınıflama doğruluğu kestirimini temsil etmektedir. (0,935)



Şekil 20. Değişen koşullarda DINO modeline ait odak grubun NDSO ortalamaları: Q-matrisinde nitelik sayısı 4

Not: Grafikteki düz çizgi her bir koşuldaki DMF olmayan durumdaki sınıflama doğruluğu kestirimini temsil etmektedir. (0,962)



Şekil 21. Değişen koşullarda DINO modeline ait odak grubun NDSO ortalamaları: Q-matrisinde nitelik sayısı 6

Not: Grafikteki düz çizgi her bir koşuldaki DMF olmayan durumdaki sınıflama doğruluğu kestirimini temsil etmektedir. (0,936)

DINO modelin koşulları nitelik sayısı faktörü açısından incelendiğinde, Şekil 16 ile Şekil 18’de yer alan Q-matrisinde nitelik sayısı 4 olan NDSO değerleri Şekil 17 ile Şekil 19’daki Q-matrisinde nitelik sayısı 6 olan NDSO değerlerinden beklenenle uyumlu olarak daha yüksek olduğu gözlenmiştir. DMF türü değişkeni açısından genel olarak incelendiğinde nitelik sayısı 4 ile 6 olan odak grupları temsil eden Şekil 18 ve Şekil 19’da TBO DMF koşullarındaki NDSO değerleri TB DMF değerlerinden daha düşük bulunmuştur. DINO modeli NDSO değerlerinin Q-matrisi nitelik sayısından bağımsız olarak TB DMF türünde,

DMF büyüklüğü, DMF’li madde yüzdesi ve DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı arttıkça azaldığı görülmektedir. Tablo 29’daki değerler incelendiğinde örneğin odak grupta; Q-matrisin 4 nitelik taşıdığı DMF olmayan koşulun NDSO değeri 0.962’dir. Q-matrisi 4 nitelik, DMF türü TB, DMF büyüklüğü 0.075, DMF yüzdesi %20, DMF’li maddenin 1, 2 ve 3 niteliği ölçüyor olduğundaki NDSO değerleri sırasıyla 0.963, 0.96, 0.957 iken DMF büyüklüğü 0.20, DMF yüzdesi %30 olduğunda DMF’li maddenin 1, 2 ve 3 niteliği ölçüyor olduğundaki NDSO değerleri sırasıyla 0.961, 0.956, 0.936’dır. Dolayısıyla bahsedilen koşullarda DMF büyüklüğü ve DMF yüzdesi faktörlerine göre DMF’li maddenin 1, 2 ve 3 niteliği ölçmesi durumlarındaki değişim miktarlarındaki farklar sırasıyla 0.002, 0.004, 0.021 olarak bulunmuştur. Bu durum Q-matrisi 6 nitelik iken uygulandığında DMF olmayan koşula ilişkin odak grupta NDSO değeri 0.936’dir. Q-matrisi 6 nitelik, DMF türü TB, DMF büyüklüğü 0.075, DMF yüzdesi %20, DMF’li maddenin 1, 2 ve 3 niteliği ölçüyor olduğundaki NDSO değerleri sırasıyla 0.934, 0.933, 0.932 iken DMF büyüklüğü 0.20, DMF yüzdesi %30 olduğunda DMF’li maddenin 1, 2 ve 3 niteliği ölçtüğündeki NDSO değerleri sırasıyla 0.932, 0.929, 0.92’dir. Belirtilen koşullarda DMF büyüklüğü ve DMF yüzdesi değişkenlerine göre DMF’li maddenin 1, 2 ve 3 niteliği ölçmesi durumlarındaki değişim miktarlarındaki farklar ise sırasıyla 0.002, 0.004, 0.012 olarak bulunmuştur. DINO modeli NDSO değerlerinin TBO DMF türü için aynı koşullar arası ilişkiler incelendiğinde sistematik bir ilişki bulunamamıştır.

Tablo 30’da DINO modele ilişkin referans ve odak grubun her bir koşul için ÖDSO değerlerinin ortalamaları bulunmaktadır.

Tablo 30

DINO model’e ilişkin referans ve odak grubun değişen koşullarda ÖDSO ortalamaları

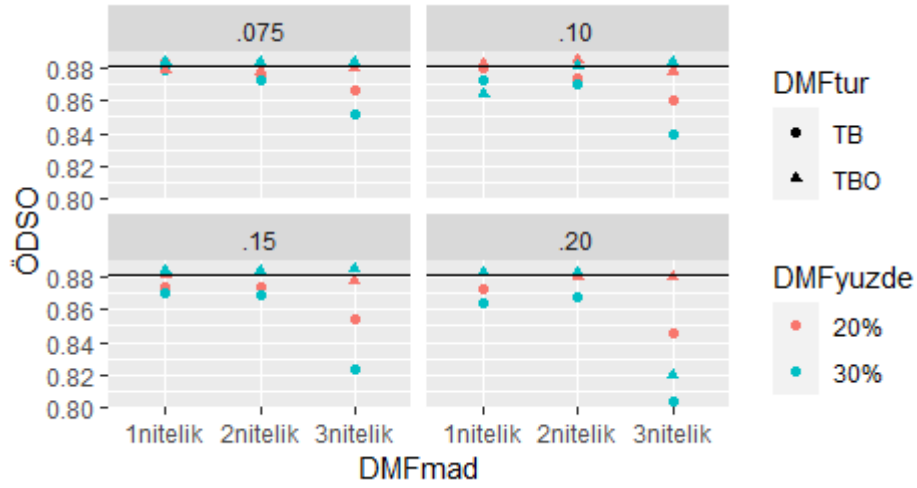
			4 Nitelik				6 Nitelik			
			DMF Türü				DMF Türü			
			TB		TBO		TB		TBO	
DMF Büy.	DMF %	DMF Mad.	Ref. ÖDSO	Odak ÖDSO	Ref. ÖDSO	Odak ÖDSO	Ref. ÖDSO	Odak ÖDSO	Ref. ÖDSO	Odak ÖDSO
.075	%20	1	0,883	0,885	0,879	0,881	0,761	0,763	0,656	0,658
		2	0,874	0,876	0,878	0,872	0,752	0,754	0,597	0,603
		3	0,867	0,867	0,88	0,854	0,747	0,744	0,642	0,642
	%30	1	0,879	0,888	0,884	0,875	0,763	0,763	0,647	0,647
		2	0,873	0,876	0,883	0,869	0,753	0,753	0,669	0,585
		3	0,852	0,849	0,884	0,817	0,736	0,734	0,671	0,641
.10	%20	1	0,88	0,881	0,882	0,879	0,767	0,765	0,762	0,763
		2	0,874	0,876	0,885	0,874	0,75	0,751	0,761	0,746

		3	0,86	0,86	0,878	0,844	0,741	0,736	0,762	0,721
	%30	1	0,872	0,886	0,864	0,871	0,656	0,621	0,675	0,769
		2	0,87	0,879	0,881	0,864	0,746	0,752	0,673	0,744
		3	0,84	0,84	0,884	0,801	0,656	0,655	0,674	0,638
.15	%20	1	0,874	0,883	0,881	0,87	0,767	0,765	0,76	0,767
		2	0,874	0,875	0,883	0,867	0,744	0,745	0,76	0,742
		3	0,854	0,851	0,877	0,829	0,732	0,728	0,758	0,704
	%30	1	0,87	0,883	0,883	0,862	0,762	0,765	0,757	0,769
		2	0,869	0,876	0,883	0,86	0,747	0,75	0,758	0,742
		3	0,824	0,82	0,885	0,777	0,713	0,708	0,76	0,666
.20	%20	1	0,872	0,884	0,882	0,871	0,763	0,763	0,757	0,771
		2	0,868	0,876	0,88	0,868	0,742	0,748	0,759	0,739
		3	0,846	0,845	0,88	0,819	0,723	0,721	0,76	0,691
	%30	1	0,864	0,882	0,882	0,859	0,763	0,767	0,758	0,778
		2	0,868	0,868	0,882	0,856	0,743	0,744	0,759	0,739
		3	0,804	0,801	0,82	0,759	0,70	0,694	0,758	0,647

Not: TB: Tek biçimli, TBO: Tek biçimli olmayan DMF Mad.: DMF’li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı

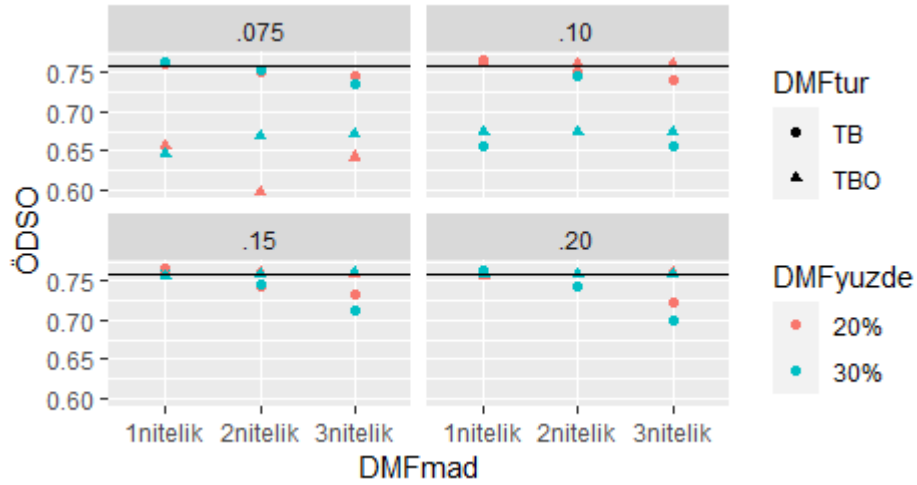
Tablo 30’a bakıldığında Q-matrisi 4 nitelik düzeyinden oluşan DINO modeline ilişkin referans grubun ÖDSO değerlerinin 0,804 ile 0,885 aralığında olup çok iyi güvenilirlik düzeyinde, odak grubun ÖDSO değerlerinin ise 0,759 ile 0,888 aralığında yer alıp iyi ile çok iyi güvenilirlik düzeyleri arasında değiştiği yorumlanabilir. Tablo 30’ın sağ tarafında Q-matrisi 6 nitelik düzeyinden oluşan DINO modeline ilişkin referans grubun ÖDSO değerleri 0,597 ile 0,767 aralığında, odak grubun ÖDSO değerleri de 0,585 ile 0,778 aralığında olup her iki grubun güvenilirlik düzeyleri kabul edilebilir ile iyi arasında olduğu söylenebilir. Genel olarak DINO modele ait ÖDSO değerlerine ilişkin Tablo 30’da yer alan referans grup ile odak gruplar arasında oluşan göreceli farkların koşullara göre değiştiği gözlenmiş ancak sistematik bir değişim bulunamamıştır.

Şekil 22 ve Şekil 23’te DINO modele ait referans grubun Q-matrisinde nitelik düzeyi sırasıyla 4 ve 6 iken ÖDSO ortalama değerleri grafik olarak yer almaktadır. Şekillerde ordinat ekseninde (y) ÖDSO değeri, apsis ekseninde (x) DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı değişkenleri yer almaktadır. Grafikte noktasal gösterimin şeklini DMF türü, noktasal gösterimin rengini DMF’li madde yüzdesini yansıtmaktadır. Grafiklerde y eksenini kesen düz çizgi de her bir koşul için DMF’li maddenin olmadığı sınıflama doğruluğunu temsil eden ÖDSO ortalama değerini göstermektedir. Şekil 24 ve Şekil 25’te de DINO modeline ait odak grubun Q-matrisinde nitelik düzeyi sırasıyla 4 ve 6 iken ÖDSO ortalama değerlerini gösteren grafikler bulunmaktadır.



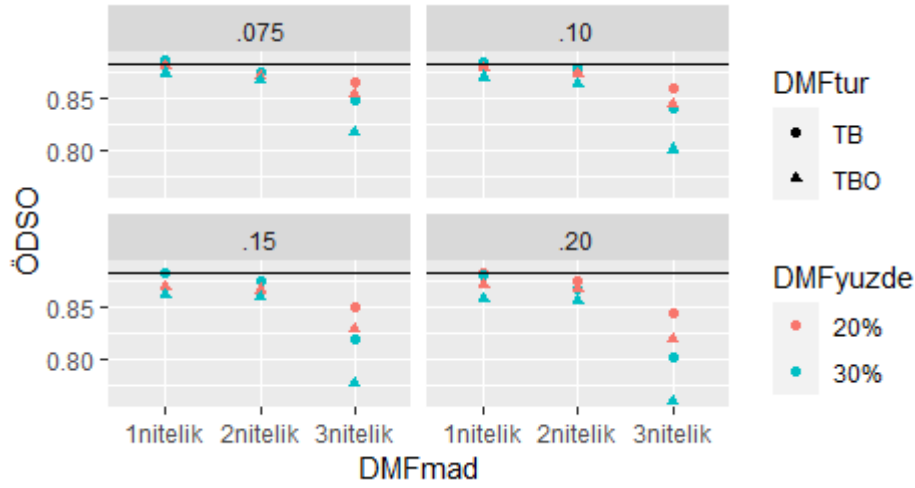
Şekil 22. Değişen koşullarda DINO modeline ait referans grubun ÖDSO ortalamaları: Q-matrisinde nitelik sayısı 4

Not: Grafikteki düz çizgi her bir koşuldaki DMF olmayan durumdaki sınıflama doğruluğu kestirimini temsil etmektedir. (0,881)



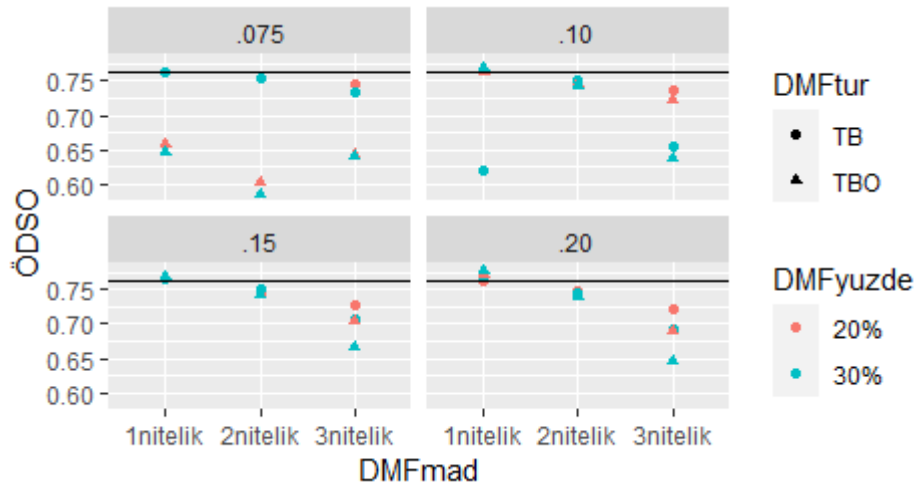
Şekil 23. Değişen koşullarda DINO modeline ait referans grubun ÖDSO ortalamaları: Q-matrisinde nitelik sayısı 6

Not: Grafikteki düz çizgi her bir koşuldaki DMF olmayan durumdaki sınıflama doğruluğu kestirimini temsil etmektedir. (0,758)



Şekil 24. Değişen koşullarda DINO modeline ait odak grubun ÖDSO ortalamaları: Q-matrisinde nitelik sayısı 4

Not: Grafikteki düz çizgi her bir koşuldaki DMF olmayan durumdaki sınıflama doğruluğu kestirimini temsil etmektedir. (0,884)



Şekil 25. Değişen koşullarda DINO modeline ait odak grubun ÖDSO ortalamaları: Q-matrisinde nitelik sayısı 6

Not: Grafikteki düz çizgi her bir koşuldaki DMF olmayan durumdaki sınıflama doğruluğu kestirimini temsil etmektedir. (0,763)

DINO modele ait ÖDSO değerleri nitelik sayısı faktörü açısından incelendiğinde, Şekil 22 ile Şekil 24'te bulunan Q-matrisinde nitelik sayısı 4 olan ÖDSO değerleri Şekil 23 ile Şekil 25'teki Q-matrisinde nitelik sayısı 6 olan ÖDSO değerlerinden beklenenle uyumlu olarak daha yüksek bulunmuştur. DMF türü değişkeni açısından incelendiğinde nitelik sayısı 4 ile 6 olan odak grupları temsil eden Şekil 24 ve Şekil 25'te TBO DMF koşullarındaki ÖDSO değerleri TB DMF değerlerinden genel olarak daha düşük bulunmuştur. Ancak Q-matrisinde 6 nitelik sayısı bulunduran koşulların beşinde TB DMF ÖDSO değerleri TBO DMF ÖDSO değerlerinden daha yüksek çıkmıştır.

DINO modeli ÖDSO değerlerinin DMF türünden bağımsız olarak nitelik sayısı 4 iken, DMF büyüklüğü, DMF’li madde yüzdesi ve DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı arttıkça azaldığı görülmektedir. Tablo 30’daki değerlere bakıldığında örneğin odak grupta; Q-matrisin 4 nitelik taşıdığı DMF olmayan koşulun ÖDSO değeri 0.884’dır. Q-matrisi 4 nitelik, DMF türü TB, DMF büyüklüğü 0.075, DMF yüzdesi %20, DMF’li maddenin 1, 2 ve 3 niteliği ölçtüğündeki ÖDSO değerleri sırasıyla 0.885, 0.876, 0.867 iken DMF büyüklüğü 0.20, DMF yüzdesi %30 olduğunda DMF’li maddenin 1, 2 ve 3 niteliği ölçüyor olduğundaki NDSO değerleri sırasıyla 0.882, 0.868, 0.801’dir. Dolayısıyla belirtilen koşullarda DMF büyüklüğü ve DMF yüzdesi faktörlerine göre DMF’li maddenin 1, 2 ve 3 niteliği ölçmesi durumlarındaki değişim miktarlarındaki farklar sırasıyla 0.003, 0.008, 0.066 olarak bulunmuştur. Bu durum Q-matrisi 4 nitelik iken DMF türü TBO düzeyine uygulandığında DMF olmayan koşula ilişkin odak grupta ÖDSO değeri 0.884’tür. Q-matrisi 4 nitelik, DMF türü TBO, DMF büyüklüğü 0.075, DMF yüzdesi %20, DMF’li maddenin 1, 2 ve 3 niteliği ölçüyor olduğundaki ÖDSO değerleri sırasıyla 0.881, 0.872, 0.854 iken DMF büyüklüğü 0.20, DMF yüzdesi %30 olduğunda DMF’li maddenin 1, 2 ve 3 niteliği ölçtüğündeki NDSO değerleri sırasıyla 0.859, 0.856, 0.759’dır. Belirtilen koşullarda DMF büyüklüğü ve DMF yüzdesi değişkenlerine göre DMF’li maddenin 1, 2 ve 3 niteliği ölçmesi durumlarındaki değişim miktarlarındaki farklar ise sırasıyla 0.022, 0.016, 0.095 olarak bulunmuştur. DINO modeli ÖDSO değerlerinin Q-matrisindeki nitelik sayısı 6 için aynı koşullar arası ilişkiler incelendiğinde sistematik bir ilişki bulunamamıştır.

Araştırma Sorusu 2.1. DINO modeline ilişkin referans ve odak grubun nitelik düzeyi doğru sınıflandırma oranları değişen koşullarda farklılaşmakta mıdır?

DINO modele ilişkin referans ve odak grubun araştırmada incelenen faktörlerin (nitelik sayısı, DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF’li madde yüzdesi, DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı) ve bu faktörlerin düzeylerine göre, nitelik düzeyi doğru sınıflandırma oranlarının nasıl değiştiğini incelemek için referans ve odak gruplara ayrı ayrı 2x4x2x2x3 faktöriyel ANOVA uygulanmıştır. Tablo 31’de DINO modeline ilişkin referans grubun değişen koşullarda NDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları yer almaktadır.

Tablo 31

DINO modeline ilişkin referans grubun değişen koşullarda NDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları

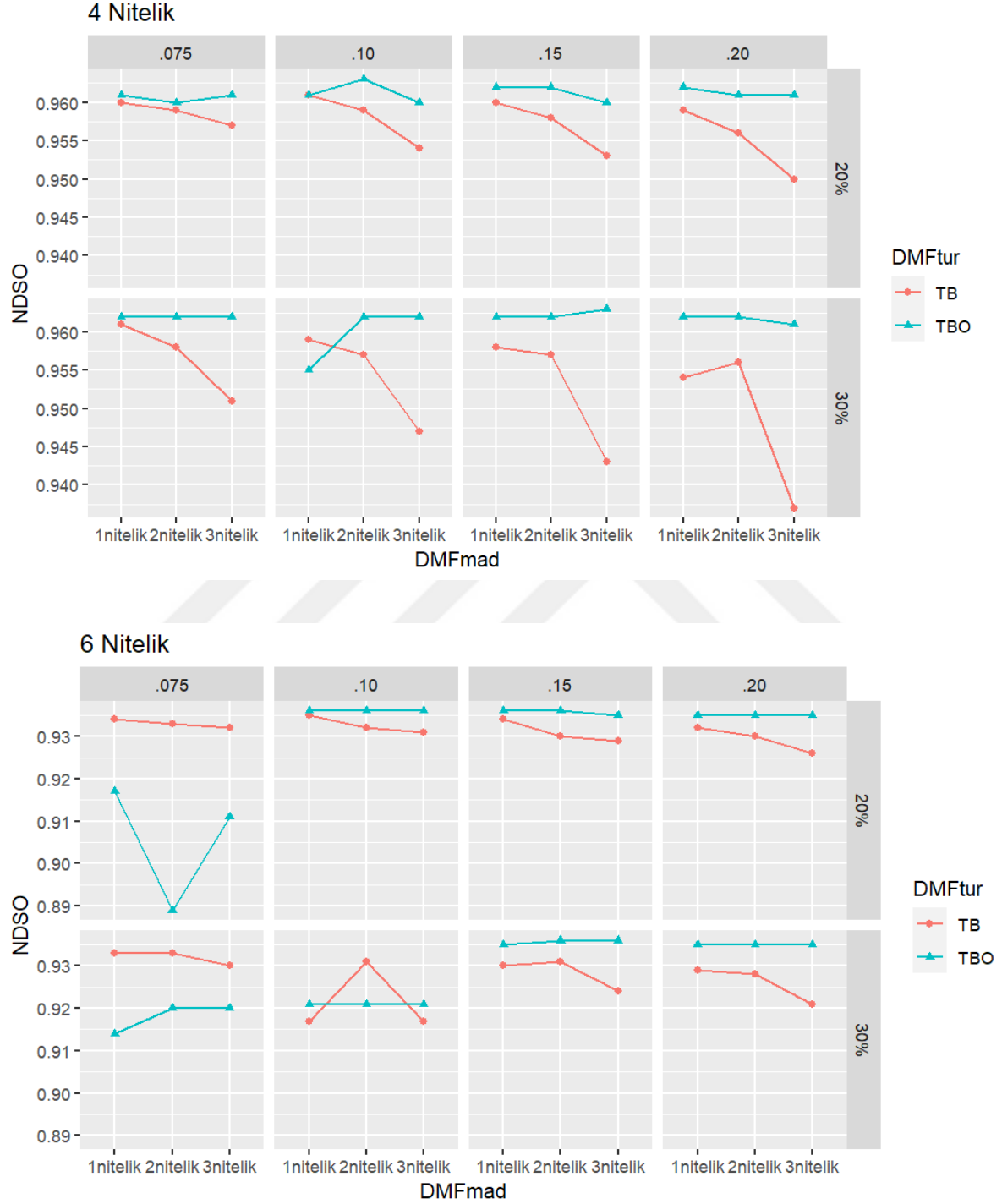
Kaynak	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	η_p^2
Ni	2,134	1	2,134	75230,150*	0,888
B	0,025	3	0,008	293,629*	0,085
Tür	0,012	1	0,012	439,327*	0,044
%	0,013	1	0,013	474,026*	0,048
K	0,022	2	0,011	380,227*	0,074
Ni * B	0,060	3	0,020	704,439*	0,182
Ni * Tür	0,035	1	0,035	1235,895*	0,115
Ni * %	0,000	1	0,000	8,757*	0,001
Ni * K	0,005	2	0,003	94,635*	0,020
B * Tür	0,104	3	0,035	1222,123*	0,278
B * %	0,034	3	0,011	403,838*	0,113
B * K	0,012	6	0,002	69,274*	0,042
Tür * %	0,011	1	0,011	388,477*	0,039
Tür * K	0,033	2	0,016	573,823*	0,108
% * K	0,011	2	0,006	201,045*	0,041
Ni * B* Tür	0,056	3	0,019	662,526*	0,173
Ni * B* %	0,021	3	0,007	252,411*	0,074
Ni * B* K	0,003	6	0,001	17,703*	0,011
Ni * Tür * %	0,000	1	0,000	0,040	0,000
Ni * Tür * K	0,005	2	0,002	87,261*	0,018
Ni * % * K	0,003	2	0,002	55,140*	0,011
B * Tür * %	0,007	3	0,002	85,713*	0,026
B * Tür * K	0,002	6	0,000	13,310*	0,008
B * % * K	0,005	6	0,001	27,443*	0,017
Tür * % * K	0,004	2	0,002	73,608*	0,015
Ni * B* Tür * %	0,005	3	0,002	64,397*	0,020
Ni * B* Tür * K	0,006	6	0,001	34,519*	0,021
Ni * B * % * K	0,005	6	0,001	30,923*	0,019
Ni * Tür * % * K	0,002	2	0,001	29,364*	0,006
B * Tür * % * K	0,009	6	0,001	51,467*	0,031
Ni * B* Tür * % * K	0,010	6	0,002	57,250*	0,035
Hata	0,270	9504	0,000		

Not: * $p < .001$, Ni: Nitelik sayısı, B: DMF büyüklüğü, Tür: DMF türü, %: DMF'li maddelerin yüzdesi K: DMF'li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı.

Tablo 31'de ilk olarak faktörler arası beşli etkileşim etkisi incelendiğinde nitelik sayısı, DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF'li madde yüzdesi ile DMF'li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörleri arasındaki etkileşim istatistiksel olarak manidar bulunmuştur. Bu beşli etkileşim etkisinin pratikteki yararlığı için etki büyüklüğü değeri $\eta_p^2 = 0,035$ olup küçük etki düzeyindedir. Anlamlı olan beşli etkileşimi yorumlayabilmek için nitelik sayısı düzeylerinde kalan dört değişken için faktöriyel ANOVA uygulanmıştır (bkz. Ek 2. Tablo 1). Nitelik sayısı 4 iken DMF büyüklüğü, DMF türü ve DMF'li maddenin ölçtüğü nitelik

sayısı üçlü etkileşimi ile DMF türü, DMF yüzdesi ve DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı üçlü etkileşimi küçük etki düzeyinde anlamlı çıkmıştır. Bu üçlü etkileşimleri incelemek için nitelik sayısı 4 düzeyine DMF türü düzeyleri eklenerek DMF büyüklüğü ile DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı için ve DMF’li madde yüzdesi ile DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı için faktöriyel ANOVA yapılmıştır (bkz. sırasıyla, Ek 2. Tablo 2. ile Tablo 5). Ek 2. Tablo 2’de DMF türü TB ve TBO düzeylerinde DMF büyüklüğü ve DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı etkileşimleri küçük etki düzeyinde anlamlıdır. DMF büyüklüğü ve DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı etkileşimleri ikili etkileşimleri Ek 2. Tablo 3 ve 4’de verilmiştir. Ek 2. Tablo 3’te Nitelik sayısı 4, DMF türü TB iken DMF büyüklüğü düzeylerinde genel olarak DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı artığında anlamlı olarak NDSO değerleri azalmıştır. Ek 2. Tablo 4’te nitelik sayısı 4, DMF türü TB iken DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı düzeylerinde genel olarak DMF büyüklüğü arttıkça anlamlı olarak NDSO değerleri azalmıştır. Ek 2. Tablo 3 ve 4’te nitelik sayısı 4, DMF türü TBO iken genel olarak anlamlı farklar oluşmamıştır. Ek 2. Tablo 5’te DMF türü TB ve TBO düzeylerinde DMF’li madde yüzdesi ve DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı etkileşimleri sırasıyla orta ve küçük etki düzeyinde anlamlıdır. DMF’li madde yüzdesi ve DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı etkileşimleri ikili etkileşimleri Ek 2. Tablo 6 ve 7’de verilmiştir. Ek 2. Tablo 6’da nitelik sayısı 4, DMF türü TB iken DMF yüzdesi düzeylerinde genel olarak DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı artığında anlamlı olarak NDSO değerleri azalmıştır. Ek 2. Tablo 7’de Nitelik sayısı 4, DMF türü TB iken DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı 1 ve 3 düzeyinde DMF yüzdesi arttıkça anlamlı olarak NDSO değerleri azalmış, DMF türü TBO iken DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı 1 düzeyinde DMF yüzdesi arttıkça anlamlı olarak NDSO değerleri azalmıştır. Nitelik sayısı 6 iken DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF yüzdesi ve DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı dörtlü etkileşimi geniş etki düzeyinde anlamlıdır (Ek 2. Tablo 1). Bu dörtlü etkileşimi incelemek için nitelik 6 düzeyine DMF türü eklenerek DMF büyüklüğü, DMF yüzdesi ve DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı ile faktöriyel ANOVA yapılmıştır (Ek 2. Tablo 8). DMF türü TB ve TBO düzeylerinde üçlü etkileşim orta ve geniş etki düzeyinde anlamlı çıkmıştır. Dolayısıyla nitelik 6 ve DMF türü düzeylerine DMF yüzdesi eklenerek DMF büyüklüğü ve DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı ile faktöriyel ANOVA yapılmıştır (Ek 2. Tablo 9). Bu noktada anlamlı çıkan etkiler Şekil 26’da yorumlanmıştır.

DINO modelin referans gruba ait NDSO değerlerinin nitelik sayısı, DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF’li madde yüzdesi ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörleri arasındaki beşli etkileşime ilişkin grafik Şekil 26’da sunulmuştur



Şekil 26. Nitelik sayısı, DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF’li madde yüzdesi ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörlerinde DINO modele ilişkin referans gruba ait NDSO değerleri

Not: DMFMad: DMF’li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı, DMFtur: DMF türü, TB: Tek biçimli, TBO: Tek biçimli olmayan.

Şekil 26 incelendiğinde tüm koşullar için nitelik sayısı 4’ten 6 ya çıktığında referans gruba ait NDSO değerlerinin azaldığı gözlenmektedir. Nitelik sayısı 4 iken TB düzeyindeki koşullarda DMF büyüklüğü, DMF’li madde yüzdesi ve DMF’li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısının artmasıyla NDSO değerlerinin genel olarak azalma eğiliminde olduğu söylenebilir. Nitelik sayısı 4, DMF türü TBO iken DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı 1 düzeyinde DMF yüzdesi arttıkça anlamlı olarak NDSO değerleri azalmıştır. Nitelik sayısı 6 iken DMF büyüklüğü, DMF’li madde yüzdesi ve DMF’li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısının artmasıyla NDSO değerlerinin değişimlerine ilişkin genel olarak sistematik bir ilişki gözlenememiştir. Ancak şekil 26 incelendiğinde nitelik sayısı 6, DMF türü TB ve DMF’li madde %20 iken, DMF’li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısının ve DMF büyüklüğünün artmasıyla NDSO değerleri anlamlı olarak azaldığı söylenebilir (Ek 2. Tablo 9, 10, 11). DMF türleri için genel olarak TBO düzeyindeki ortalama NDSO değerlerin TB düzeyinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum DMF manipülasyonun işlem süreci ile bağlantılıdır. TBO DMF oluşturmak için odak grup üzerinden işlem yapıp referans grup üzerinde bir değişiklik yapılmadığı için bu durum beklenenle örtüşmektedir. Ancak Q-matris 6 nitelikken DMF büyüklüğü 0.075 ve 0.10 düzeylerinde bu durumu sağlamayan koşullar mevcut olduğu görülmüştür.

Tablo 32’de DINO modeline ilişkin odak grubun değişen koşullarda NDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları yer almaktadır.

Tablo 32

DINO modeline ilişkin odak grubun değişen koşullarda NDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları

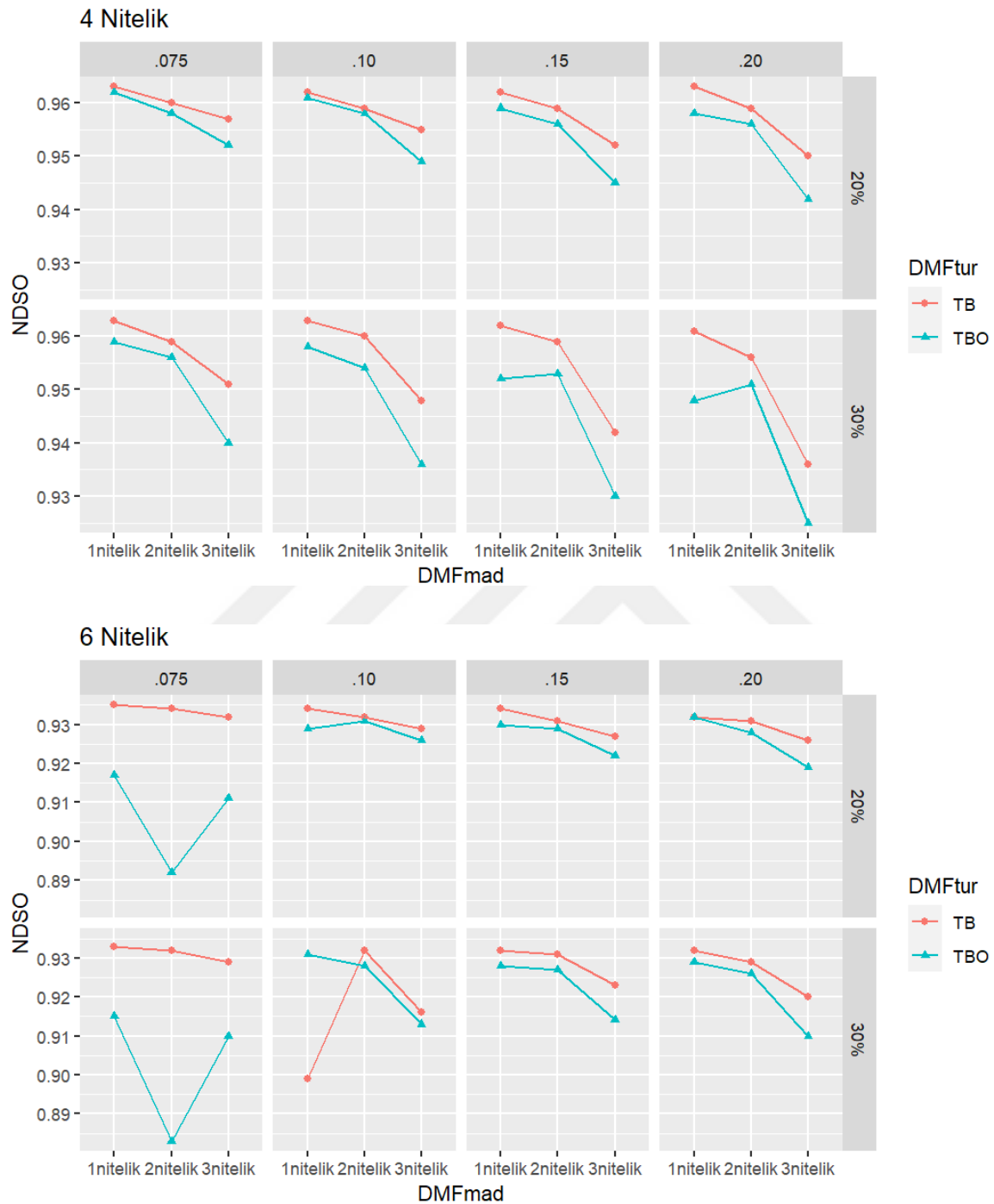
Kaynak	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	η_p^2
Ni	2,065	1	2,065	66017,741*	0,874
B	0,011	3	0,004	117,095*	0,036
Tür	0,125	1	0,125	3997,435*	0,296
%	0,065	1	0,065	2079,930*	0,180
K	0,226	2	0,113	3613,951*	0,432
Ni * B	0,076	3	0,025	807,063*	0,203
Ni * Tür	0,004	1	0,004	120,542*	0,013
Ni * %	0,000	1	0,000	2,703	0,000
Ni * K	0,035	2	0,018	565,218*	0,106
B * Tür	0,068	3	0,023	720,305*	0,185
B * %	0,006	3	0,002	64,642*	0,020

B * K	0,065	6	0,011	345,591*	0,179
Tür * %	0,001	1	0,001	46,118*	0,005
Tür * K	0,014	2	0,007	217,484*	0,044
% * K	0,23	2	0,012	367,674*	0,072
Ni * B* Tür	0,090	3	0,030	963,140*	0,233
Ni * B* %	0,009	3	0,003	98,838*	0,030
Ni * B* K	0,027	6	0,004	141,588*	0,082
Ni * Tür * %	0,005	1	0,005	155,303*	0,016
Ni * Tür * K	0,017	2	0,009	273,244*	0,054
Ni * % * K	0,006	2	0,003	93,602*	0,019
B * Tür * %	0,005	3	0,002	49,815*	0,015
B * Tür * K	0,025	6	0,004	133,554*	0,78
B * % * K	0,006	6	0,001	32,760*	0,020
Tür * % * K	0,002	2	0,001	33,211*	0,007
Ni * B* Tür * %	0,007	3	0,002	71,545*	0,022
Ni * B* Tür * K	0,019	6	0,003	101,382*	0,060
Ni * B * % * K	0,006	6	0,001	33,013*	0,020
Ni * Tür * % * K	0,005	2	0,002	76,903*	0,016
B * Tür * % * K	0,011	6	0,002	59,551*	0,036
Ni * B* Tür * % * K	0,008	6	0,001	44,061*	0,027
Hata	0,297	9504	0,000		

Not: Ni: Nitelik sayısı, B: DMF büyüklüğü, Tür: DMF türü, %: DMF’li maddelerin yüzdesi K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı, *p<.001

Tablo 32’de faktörler arası beşli etkileşim etkisi incelendiğinde nitelik sayısı, DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF’li madde yüzdesi ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörleri arasındaki etkileşim istatistiksel olarak manidar bulunmuştur. Bu beşli etkileşim etkisinin pratikteki anlamlılığına ilişkin etki büyüklüğü değeri $\eta_p^2=0,027$ olup bu etki küçük etkiye sahiptir. Anlamlı çıkan beşli etkileşimi yorumlayabilmek için nitelik sayısı düzeylerinde kalan dört değişken için faktöriyel ANOVA uygulanmıştır (bkz. Ek 2. Tablo 12). Nitelik sayısı 4 düzeyinde dörtlü ve üçlü etkileşimler küçük etki düzeyi altında olduğundan ikili etkileşimler incelenmiştir. Anlamlı çıkan altı ikili etkileşim için ikili karşılaştırma testleri yapılmış ve Şekil 27’deki yorumlamalarda kullanılmıştır (bkz. Ek 2. Tablo 13-24). Nitelik sayısı 6 düzeyinde ise DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF yüzdesi ve DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı dörtlü etkileşimi geniş etki düzeyinde anlamlıdır. Bu dörtlü etkileşimi incelemek için nitelik 6 düzeyine DMF türü eklenerek DMF büyüklüğü, DMF yüzdesi ve DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı ile faktöriyel ANOVA yapılmıştır (Ek 2. Tablo 25). Burada DMF türü TB ve TBO düzeylerinde üçlü etkileşim sırasıyla geniş ve orta etki düzeylerinde anlamlı çıkmıştır. Dolayısıyla nitelik 6 ve DMF türü düzeylerine DMF yüzdesi eklenerek DMF büyüklüğü ve DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı ile faktöriyel ANOVA yapılmıştır (Ek 2. Tablo 26). Bu noktada anlamlı çıkan etkiler Şekil 27’de yorumlanmıştır. Şekil 27’de DINO modelin odak gruba ait NDSO değerlerinin nitelik

sayısı, DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF’li madde yüzdesi ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörleri arasındaki etkileşim grafiği sunulmuştur.



Şekil 27. Nitelik sayısı, DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF’li madde yüzdesi ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörlerinde DINO modele ilişkin odak gruba ait NDSO değerleri

Not: DMFMad: DMF'li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı, DMFtur: DMF türü, TB: Tek biçimli, TBO: Tek biçimli olmayan.

Şekil 27 incelendiğinde tüm koşullar için nitelik sayısı 4'ten 6 ya çıktığında odak grubun NDSO değerlerinin azaldığı gözlenmektedir. Nitelik sayısı 4 iken DMF türünden bağımsız tüm koşullarda DMF'li madde yüzdesi ile DMF'li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı arttığında NDSO değerleri anlamlı olarak azalmış (Ek 2. Tablo 19 ile 21), DMF büyüklüğü arttığında ise sistematik bir değişim görülmemiştir (Ek 2. Tablo 14). Nitelik sayısı 4 iken DMF büyüklüğü, DMF'li madde yüzdesi ve DMF'li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı düzeylerinde $NDSO_{TBO} < NDSO_{TB}$ olmuştur (Ek 2. Tablo 13, 20 ile 22). TBO'yu sağlamak için odak grubun madde parametreleriyle daha fazla işlem yapıldığı için beklenenle uyumludur. Nitelik sayısı 4 iken DMF büyüklüğü, DMF'li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı düzeylerinde DMF'li madde yüzdesi arttığında NDSO değerleri anlamlı olarak düşmüştür (Ek 2. Tablo 15 ile 24). Nitelik sayısı 4 iken DMF'li madde yüzdesi düzeylerinde DMF büyüklüğü ve DMF'li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı arttıkça NDSO değerleri genel olarak anlamlı düşüş göstermiştir (Ek 2. Tablo 16 ile 23). Nitelik sayısı 4 iken DMF büyüklüğü düzeylerinde DMF'li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı arttıkça, DMF'li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı düzeylerinde de DMF büyüklüğü arttığında NDSO değerleri genel olarak anlamlı düşüş göstermiştir (Ek 2. Tablo 17 ile 18).

Şekil 27'de nitelik sayısı 6 iken DMF büyüklüğü ve DMF'li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısının artmasıyla NDSO değerlerinin değişimlerine ilişkin sistematik bir ilişki gözlenmemiştir. Bu durumu ilgili değişkenlerin düzeylerinde yapılan manidarlık testleri de desteklemektedir (Ek 2. Tablo 27 ile 28). Şekil 27'de DMF türü faktörü için genel olarak TB DMF türünün TBO DMF'ye göre daha yüksek NDSO değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Q-matrisinde nitelik sayısı 6 koşulunda bu durumu sağlamayan koşullar bulunmaktadır.

Araştırma Sorusu 2.2. DINO modeline ilişkin referans ve odak grubun örüntü düzeyi doğru sınıflandırma oranları değişen koşullarda farklılaşmakta mıdır?

DINO modele ilişkin referans ve odak grubun araştırmada incelenen faktör (nitelik sayısı, DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF'li madde yüzdesi, DMF'li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı) ve bu faktörlerin düzeylerine göre, örüntü düzeyi doğru sınıflandırma oranlarının nasıl değiştiğini incelemek üzere referans ve odak grupları için ayrı ayrı $2 \times 4 \times 2 \times 2 \times 3$ faktöriyel ANOVA uygulanmıştır. Tablo 33'te DINO modeline ilişkin referans grubun değişen koşullarda ÖDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları yer almaktadır.

Tablo 33

DINO modeline ilişkin referans grubun değişen koşullarda ÖDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları

Kaynak	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	η_p^2
Ni	48,659	1	48,659	150030,20*	0,940
B	0,875	3	0,292	899,216*	0,221
Tür	0,000	1	0,000	0,348	0,000
%	0,327	1	0,327	1009,420*	0,096
K	0,424	2	0,212	653,385*	0,121
Ni * B	1,426	3	0,475	1465,963*	0,316
Ni * Tür	0,776	1	0,776	2392,389*	0,201
Ni * %	0,093	1	0,093	285,687*	0,029
Ni * K	0,005	2	0,003	8,197*	0,002
B * Tür	1,888	3	0,629	1940,501*	0,380
B * %	0,815	3	0,272	837,570*	0,209
B * K	0,164	6	0,027	84,187*	0,050
Tür * %	0,052	1	0,052	160,633*	0,017
Tür * K	0,544	2	0,272	838,124*	0,150
% * K	0,129	2	0,064	198,359*	0,040
Ni * B* Tür	1,264	3	0,421	1298,810*	0,291
Ni * B* %	0,672	3	0,224	690,782*	0,179
Ni * B* K	0,051	6	0,009	26,386*	0,016
Ni * Tür * %	0,006	1	0,006	18,507*	0,002
Ni * Tür * K	0,007	2	0,003	10,357*	0,002
Ni * % * K	0,042	2	0,021	65,139*	0,014
B * Tür * %	0,070	3	0,023	71,934*	0,022
B * Tür * K	0,057	6	0,010	29,542*	0,018
B * % * K	0,070	6	0,012	35,732*	0,022
Tür * % * K	0,081	2	0,040	124,258*	0,025
Ni * B* Tür * %	0,047	3	0,016	47,886*	0,015
Ni * B* Tür * K	0,092	6	0,015	47,458*	0,029
Ni * B * % * K	0,053	6	0,009	27,088*	0,017
Ni * Tür * % * K	0,004	2	0,002	6,784*	0,001
B * Tür * % * K	0,107	6	0,018	55,242*	0,034
Ni * B* Tür * % * K	0,134	6	0,022	68,686*	0,042
Hata	3,082	9504	0,000		

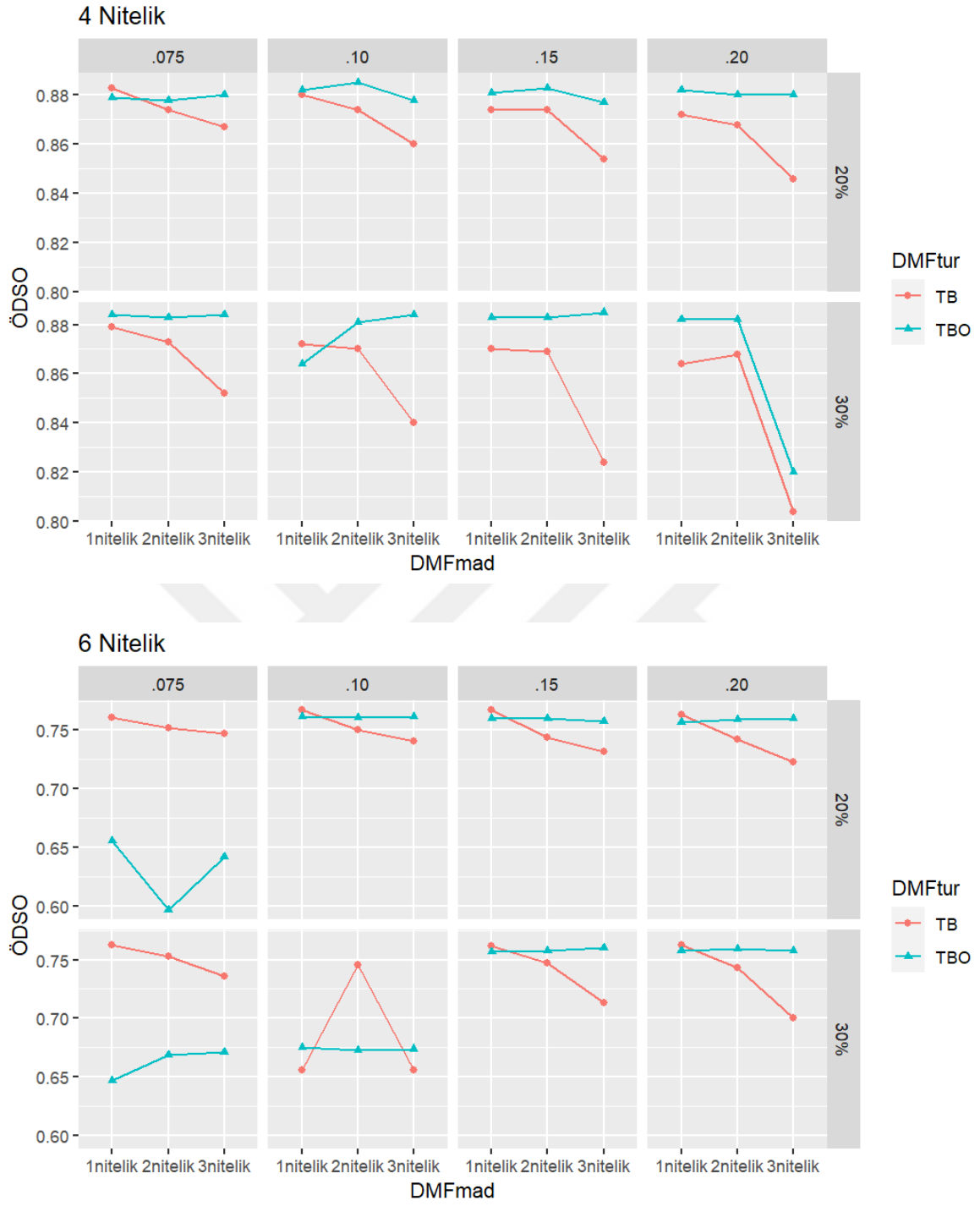
Not: Ni: Nitelik sayısı, B: DMF büyüklüğü, Tür: DMF türü, %: DMF’li maddelerin yüzdesi K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı, *p<.001.

Tablo 33’te faktörler arası beşli etkileşim etkisine bakıldığında nitelik sayısı, DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF’li madde yüzdesi ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörleri arasındaki etkileşim istatistiksel olarak manidar bulunmuştur. Bu beşli etkileşim etkisinin pratikteki yararlığı için etki büyüklüğü değeri $\eta_p^2=0,042$ olup bu etki küçük etki düzeyindedir. Anlamlı olan beşli etkileşimi yorumlayabilmek için nitelik sayısı düzeylerinde kalan dört değişken için faktöriyel ANOVA uygulanmıştır (bkz. Ek 3. Tablo 1). Nitelik sayısı 4 iken (1) DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF’li maddenin ölçtüğü

nitelik sayısı üçlü etkileşimi, (2)DMF büyüklüğü, DMF’li madde yüzdesi, DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı üçlü etkileşimi ile (3)DMF türü, DMF yüzdesi, DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı üçlü etkileşimi küçük etki düzeyinde anlamlı çıkmıştır. Birinci ile üçüncü üçlü etkileşimleri incelemek için nitelik sayısı 4 düzeyine DMF türü düzeyleri eklenerek DMF büyüklüğü ile DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı için ve DMF’li madde yüzdesi ile DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı için faktöriyel ANOVA yapılmıştır (bkz. sırasıyla, Ek 3. Tablo 2. ile Tablo 8). İkinci üçlü etkileşimi incelemek için de nitelik sayısı 4 düzeyine DMF büyüklüğü düzeyleri eklenerek DMF’li madde yüzdesi ve DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı için faktöriyel ANOVA yapılmıştır (bkz. Ek 3. Tablo 5). Sonrasında anlamlı çıkan ikili etkileşimler için yapılan ikili karşılaştırmalardan yararlanılarak Şekil 28 yorumlanmıştır.

Nitelik sayısı 6 iken DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF yüzdesi ve DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı dördü etkileşimi geniş etki düzeyinde anlamlıdır (Ek 3. Tablo 1). Bu dördü etkileşimi incelemek için nitelik 6 düzeyine DMF türü eklenerek DMF büyüklüğü, DMF yüzdesi ve DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı ile faktöriyel ANOVA yapılmıştır (Ek 3. Tablo 11). DMF türü TB ve TBO düzeylerinde üçlü etkileşim geniş etki düzeyinde anlamlı çıkmıştır. Dolayısıyla nitelik 6 ve DMF türü düzeylerine DMF yüzdesi eklenerek DMF büyüklüğü ve DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı ile faktöriyel ANOVA yapılmıştır (Ek 3. Tablo 12). Burada nitelik 6 ve DMF türü, DMF yüzdesi düzeylerinde küçük, orta ve geniş etki düzeyi ile tüm ikili etkileşimler anlamlı çıkmış olup, etkiler Şekil 26’da yorumlanmıştır.

DINO modelin referans gruba ait ÖDSO değerlerinin nitelik sayısı, DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF’li madde yüzdesi ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörleri arasındaki etkileşime ilişkin grafik Şekil 28’de yer almaktadır.



Şekil 28. Nitelik sayısı, DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF’li madde yüzdesi ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörlerinde DINO modele ilişkin referans gruba ait ÖDSO değerleri

Not: DMFMad: DMF’li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı, DMFtur: DMF türü, TB: Tek biçimli, TBO: Tek biçimli olmayan.

Şekil 28 incelendiğinde tüm koşullar için nitelik sayısı 4'ten 6 ya çıktığında referans gruba ait ÖDSO değerlerinin azaldığı görülmektedir. TBO DMF türündeki ÖDSO'lar TB DMF türündekine kıyasla beklentiyle uyumlu olarak genel olarak daha fazladır. Nitelik sayısı 4, DMF türü TB düzeyindeki koşullarda DMF büyüklüğü ve DMF'li madde yüzdesi ve DMF'li maddenin Q-matriste ölçtüğü nitelik sayısının artmasıyla ÖDSO değerleri anlamlı olarak azalmaktadır ancak nitelik sayısı 4 iken TBO düzeyinde sistematik bir değişim görülmemiştir (bkz. Ek 3. Tablo 3, 4, 8, 9, 10). Nitelik sayısı 4, DMF büyüklüğü 0.10, 0.15 ve 0.20, DMF'li madde üç nitelik ölçüyorken DMF yüzdesi arttığında ÖDSO değerleri azalmaktadır (bkz. Ek 3. Tablo 7). Şekil 28'de nitelik sayısı 6 iken DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF'li madde yüzdesi ve DMF'li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısının artmasıyla ÖDSO değerlerinin anlamlı değişimlerine ilişkin sistematik bir ilişki gözlenememiştir (bkz. Ek 3. Tablo 13, 14)

Tablo 34'te DINO modeline ilişkin odak grubun değişen koşullarda ÖDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları sunulmuştur.

Tablo 34

DINO modeline ilişkin odak grubun değişen koşullarda ÖDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları

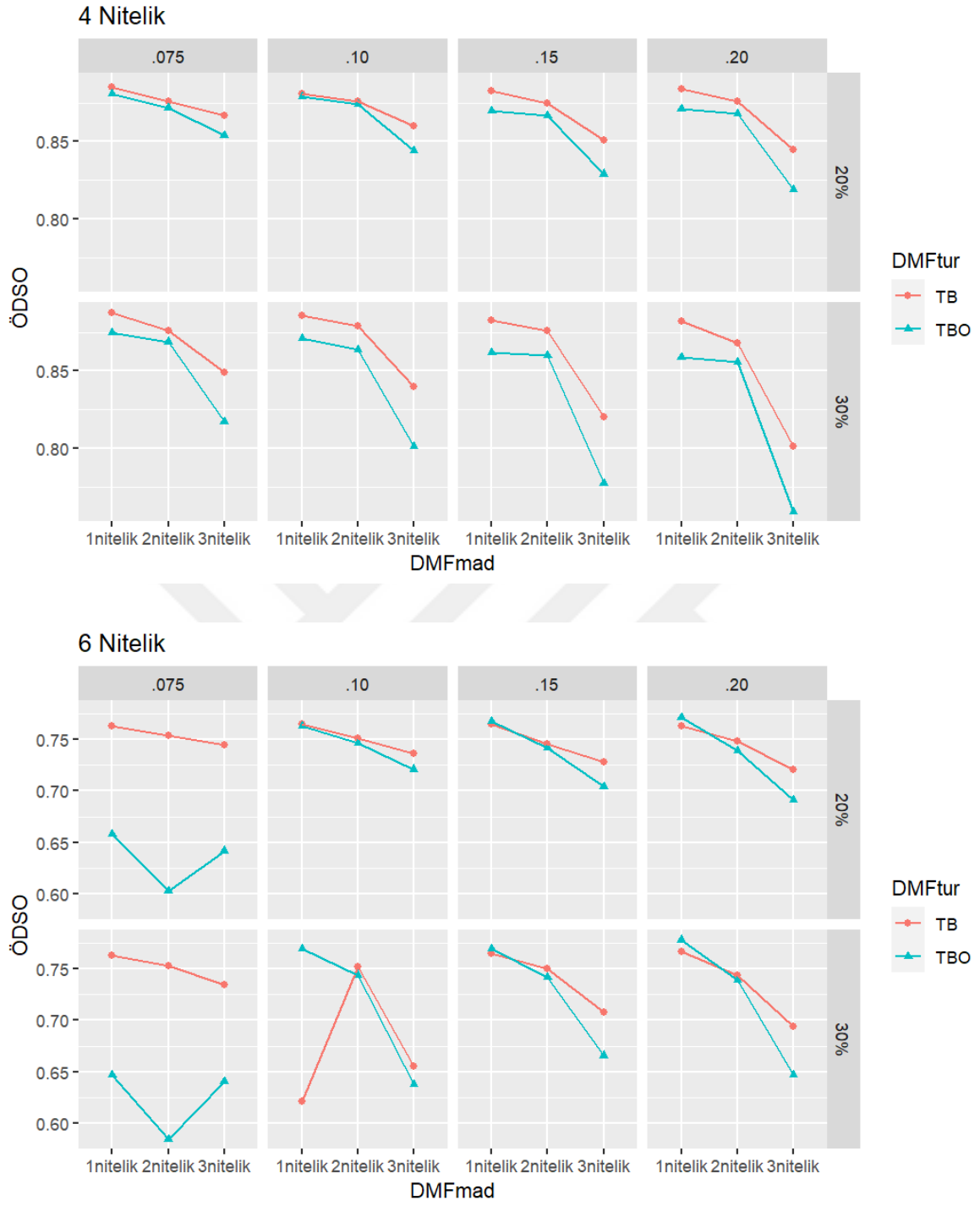
Kaynak	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	η_p^2
Ni	45,423	1	45,423	131716,090*	0,933
B	0,393	3	0,131	379,922*	0,107
Tür	1,475	1	1,475	4275,740*	0,310
%	0,712	1	0,712	2063,557*	0,178
K	4,558	2	2,279	6608,176*	0,582
Ni * B	1,485	3	0,495	1435,173*	0,312
Ni * Tür	0,139	1	0,139	404,436*	0,041
Ni * %	0,009	1	0,009	25,974*	0,003
Ni * K	0,040	2	0,020	58,159*	0,012
B * Tür	1,570	3	0,523	1517,964*	0,324
B * %	0,177	3	0,059	170,927*	0,051
B * K	0,915	6	0,153	442,455*	0,218
Tür * %	0,003	1	0,003	8,700*	0,001
Tür * K	0,321	2	0,161	465,490*	0,089
% * K	0,533	2	0,267	773,187*	0,140
Ni * B* Tür	1,865	3	0,622	1803,120*	0,363
Ni * B* %	0,244	3	0,081	235,592*	0,069
Ni * B* K	0,299	6	0,050	144,559*	0,084
Ni * Tür * %	0,059	1	0,059	169,852*	0,018
Ni * Tür * K	0,181	2	0,090	261,954*	0,052
Ni * % * K	0,027	2	0,013	38,618*	0,008
B * Tür * %	0,067	3	0,022	64,842*	0,020

B * Tür * K	0,262	6	0,044	126,753*	0,074
B * % * K	0,162	6	0,027	78,128*	0,047
Tür * % * K	0,073	2	0,036	105,723*	0,022
Ni * B* Tür * %	0,099	3	0,033	96,011*	0,029
Ni * B* Tür * K	0,207	6	0,035	100,100*	0,059
Ni * B * % * K	0,133	6	0,022	64,490*	0,039
Ni * Tür * % * K	0,052	2	0,026	75,114*	0,016
B * Tür * % * K	0,148	6	0,025	71,680*	0,043
Ni * B* Tür * % *K	0,140	6	0,023	67,560*	0,041
Hata	3,278	9504	0,000		

Not: Ni: Nitelik sayısı, B: DMF büyüklüğü, Tür: DMF türü, %: DMF’li maddelerin yüzdesi K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı, *p<.001.

Tablo 34’te faktörler arası beşli etkileşim etkisine bakıldığında nitelik sayısı, DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF’li madde yüzdesi ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörleri arasındaki etkileşim istatistiksel olarak manidar bulunmuştur. Bu beşli etkileşim etkisinin pratikteki yararlığı için etki büyüklüğü değeri $\eta_p^2=0,041$ olup bu etki küçük etki düzeyindedir. Anlamlı olan beşli etkileşimi yorumlayabilmek için nitelik sayısı düzeylerinde kalan dört değişken için faktöriyel ANOVA uygulanmıştır (bkz. Ek 3. Tablo 15). Nitelik sayısı 4 düzeyinde dörtlü ve üçlü etkileşimler küçük etki düzeyi altında olduğundan ikili etkileşimlere geçilmiştir. Anlamlı çıkan altı ikili etkileşim için ikili karşılaştırma testleri yapılmış ve Şekil 29’da yapılan yorumlamalarda kullanılmıştır (bkz. Ek 3. Tablo 16-27). Nitelik sayısı 6 düzeyinde de DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF yüzdesi ve DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı dörtlü etkileşimi geniş etki düzeyinde anlamlı çıkmıştır. Bu dörtlü etkileşimi incelemek için nitelik 6 düzeyine DMF türü eklenerek DMF büyüklüğü, DMF yüzdesi ve DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı ile faktöriyel ANOVA yapılmıştır (Ek 3. Tablo 28). Burada DMF türü TB ve TBO düzeylerinde üçlü etkileşim geniş etki düzeylerinde anlamlı çıkmıştır. Devamında nitelik 6 ve DMF türü düzeylerine DMF yüzdesi eklenerek DMF büyüklüğü ve DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı ile faktöriyel ANOVA yapılmıştır (Ek 3. Tablo 29).

DINO modelin odak gruba ait ÖDSO değerlerinin nitelik sayısı, DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF’li madde yüzdesi ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörleri arasındaki etkileşime ilişkin grafik Şekil 29’da verilmiştir.



Şekil 29. Nitelik sayısı, DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF’li madde yüzdesi ile DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörlerinde DINO modele ilişkin odak gruba ait ÖDSO değerleri

Not: DMFMad: DMF’li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı, DMFtur: DMF türü, TB: Tek biçimli, TBO: Tek biçimli olmayan.

Şekil 29 incelendiğinde tüm koşullarda nitelik sayısı 4'ten 6 ya çıktığında odak grubun ÖDSO değerlerinin azaldığı gözlenmektedir. Nitelik sayısı 4 iken DMF türünden bağımsız tüm koşullarda DMF büyüklüğü, DMF'li madde yüzdesi ile DMF'li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı arttığında ÖDSO değerleri anlamlı olarak azalmış (Ek 3. Tablo 17, 22 ile 24). Nitelik sayısı 4 iken DMF büyüklüğü, DMF'li madde yüzdesi ve DMF'li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı düzeylerinde $\text{ÖDSO}_{\text{TBO}} < \text{ÖDSO}_{\text{TB}}$ olmuştur (Ek 3. Tablo 16, 23 ile 25). TBO'yu sağlamak için odak grubun madde parametreleriyle daha fazla işlem yapıldığı için bu durum beklenenle uyumludur. Nitelik sayısı 4 iken DMF büyüklüğü, DMF'li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı düzeylerinde DMF'li madde yüzdesi arttığında ÖDSO değerleri anlamlı olarak düşmüştür (Ek 3. Tablo 18 ile 27). Nitelik sayısı 4 iken DMF'li madde yüzdesi düzeylerinde DMF büyüklüğü ve DMF'li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı arttıkça ÖDSO değerleri genel olarak anlamlı düşüş göstermiştir (Ek 3. Tablo 19 ile 26). Nitelik sayısı 4 iken DMF büyüklüğü düzeylerinde DMF'li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı arttıkça, DMF'li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı düzeylerinde de DMF büyüklüğü arttığında ÖDSO değerleri genel olarak azalmıştır (bkz. Ek 3. Tablo 20 ile 21).

Şekil 29'da nitelik sayısı 6 iken DMF büyüklüğü ve DMF'li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısının artmasıyla ÖDSO değerlerinin değişimlerine ilişkin sistematik bir ilişki gözlenmemiştir (bkz. Ek 3. Tablo 30 ile 31). Şekil 29'da DMF türü faktörü için genel olarak TB DMF türünün TBO DMF türü düzeyine göre daha yüksek NDSO değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Q-matrisinde nitelik sayısı 6 koşulunda bu durumu sağlamayan koşullar bulunmaktadır.

4.3. Üçüncü Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Üçüncü araştırma sorusunun yanıtlanması için araştırma koşullarındaki her bir faktör için bir alt soru olarak ilgili başlık altında ele alınmıştır.

Araştırma Sorusu 3.1. Nitelik sayılarına (4, 6) göre referans ve odak gruplar için DINA ve DINO modelleri arasında nitelik ve örüntü düzeyi doğru sınıflandırma oranları nasıl değişmektedir?

Bu alt problemin yanıtlanması için referans ve odak gruba ilişkin nitelik ve örüntü düzeyi doğru sınıflandırma oranlarına ayrı ayrı 2x2 faktöriyel ANOVA yapılmıştır. Referans grubun NDSO değerlerine ilişkin bulgular Tablo 35'te, ÖDSO değerlerine ilişkin bulgular

Tablo 36’da sunulmuştur. Odak grubun NDSO değerlerine ilişkin bulgulara Tablo 37’de, ÖDSO değerlerine ilişkin bulgulara da Tablo 38’de yer verilmiştir.

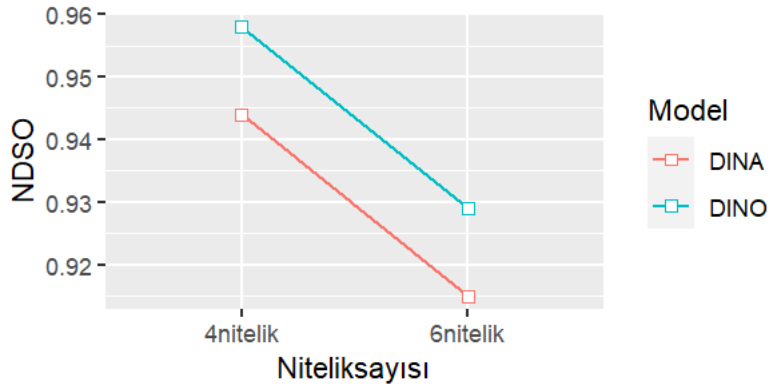
Tablo 35

Nitelik sayısı faktöründe DINA ve DINO modellerine ilişkin referans grubun NDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları.

Kaynak	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	η_p^2
Nitelik sayısı	4,080	1	4,080	47254,507*	0,711
Model	0,956	1	0,956	11066,572*	0,366
Nitelik sayısı* Model	0,002	1	0,002	24,202*	0,001
Hata	1,658	19196	0,000		

*p<.001

Tablo 35’te nitelik sayısı ile model arasındaki etkileşim etkisi istatistiksel olarak manidar farklılaşmıştır ve bu etkileşim etkisinin pratikteki anlamlılığını yansıtan etki büyüklüğü değeri $\eta_p^2=0,001$ olup, etkinin önemsiz olduğu söylenebilir. Tablo 35’te ana etkilere bakıldığında referans grubun NDSO değerleri için nitelik sayısı ve model faktörü ana etkileri istatistiksel olarak manidar farklılık göstermektedir. Nitelik sayısı ve model faktörüne ait pratik anlamlılık değerleri sırasıyla $\eta_p^2=0,711$, $\eta_p^2=0,366$ olup geniş etkiye sahiptir. Şekil 30’da referans gruba ait NDSO değerlerine ilişkin nitelik sayısı ve modellerin grafiği yer almaktadır.



Şekil 30. DINA ve DINO modellerine ilişkin referans gruba ait nitelik sayısı faktörü düzeylerinde NDSO değerleri

Şekil 30 incelendiğinde nitelik sayısı 4’ten 6’ya çıktığında DINA ve DINO modelleri için NDSO değerlerinin düştüğü görülmektedir. Ayrıca her iki nitelik sayısında da en yüksek ortalama NDSO değerlerinin DINO modeline ait olduğu görülmektedir.

Tablo 36’da referans grubun ÖDSO değerlerinin faktöriyel ANOVA bulguları sunulmuştur.

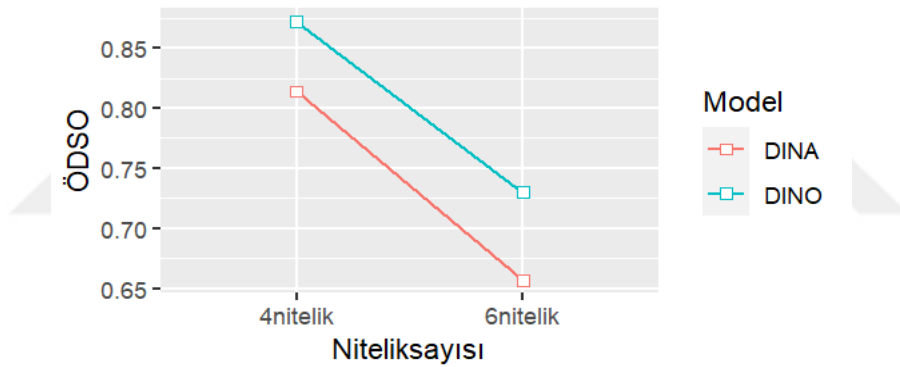
Tablo 36

Nitelik sayısı faktöründe DINA ve DINO modellerine ilişkin referans grubun ÖDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları

Kaynak	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	η_p^2
Nitelik sayısı	107,774	1	107,774	105810,719*	0,846
Model	20,548	1	20,548	20173,724*	0,512
Nitelik sayısı* Model	0,267	1	0,267	261,815*	0,013
Hata	19,552	19196	0,001		

*p<.001

Tablo 36’da nitelik sayısı ile model arasındaki etkileşim etkisi istatistiksel olarak manidar farklılaşmıştır. Bu etkileşim etkisinin pratikteki önemine bakıldığında etki büyüklüğü değeri $\eta_p^2=0,013$ olup bu etki küçük etki düzeyindedir. Şekil 31’de referans gruba ait ÖDSO değerlerine ilişkin nitelik sayısı ve modellerin etkileşim grafiği yer almaktadır.



Şekil 31. DINA ve DINO modellerine ilişkin referans gruba ait nitelik sayısı faktörü düzeylerinde ÖDSO değerleri

Bu etkileşim etkisinde anlamlı olan bu ortalama farkların kaynağını görebilmek için ikili karşılaştırmalar yapılmıştır (bkz. Ek 4. Tablo 1.). Şekil 31’de nitelik sayısı 4’ten 6’ya çıktığında DINA ve DINO modelleri için ÖDSO değerlerinin düştüğü görülmektedir. Ancak ortak etki manidar olduğundan nitelik sayısı 4’ten 6’ya çıktığında DINA ve DINO modellerine ait ÖDSO değerlerini etkileme düzeyleri farklı olmuştur. Referans gruba ait ÖDSO’lar incelendiğinde nitelik sayısı 4 iken modeller arası ÖDSO ortalamaları farkı 0,058 ile manidar olup nitelik sayısı 6 iken modeller arası ÖDSO ortalamaları farkı 0,073 olup bu fark yine manidarlık göstermektedir (bkz. Ek 4. Tablo 1.). Yani nitelik sayısı 4 iken 6’ya çıktığında DINA modeline ait ÖDSO’lar DINO modele göre daha fazla düşmüştür. Şekil

31’de her iki nitelik düzeyi için en yüksek ortalama ÖDSO değerlerinin DINO modeline ait olduğu görülmektedir.

Tablo 37’de odak grubun NDSO değerlerinin faktöriyel ANOVA bulgularına yer verilmiştir.

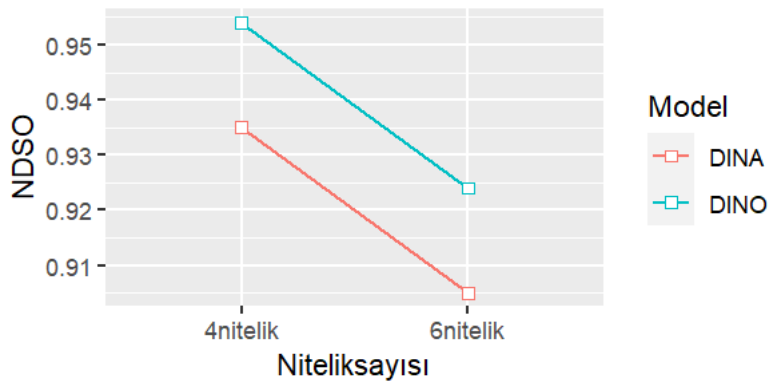
Tablo 37

Nitelik sayısı faktöründe DINA ve DINO modellerine ilişkin odak grubun NDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları

Kaynak	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	η_p^2
Nitelik sayısı	4,303	1	4,303	20121,592*	0,512
Model	1,719	1	1,719	8038,142*	0,295
Nitelik sayısı* Model	0,002	1	0,002	8,311*	0,000
Hata	4,105	19196			

* $p < .001$

Tablo 37’de odak grubun NDSO değerleri için nitelik sayısı ile model arasındaki etkileşim etkisi istatistiksel olarak manidar farklılaşmıştır ancak etki büyüklüğü değeri $\eta_p^2=0,000$ olduğundan pratikte önemsizdir. Ortak etki önemsiz olduğundan ana etkiler incelenmiştir. Tablo 37’ye bakıldığında nitelik sayısı ve model faktörü ana etkileri istatistiksel olarak manidar farklılık gösterdiği görülmektedir. Nitelik sayısı ve model faktörüne ait etki büyüklüğü değerleri sırasıyla $\eta_p^2=0,512$, $\eta_p^2=0,295$ olup geniş etkiye sahiptir. Şekil 32’de odak gruba ait NDSO değerlerine ilişkin nitelik sayısı ve modellere ilişkin grafik bulunmaktadır.



Şekil 32. DINA ve DINO modellerine ilişkin odak gruba ait nitelik sayısı faktörü düzeylerinde NDSO değerleri

Şekil 32’de grafik incelendiğinde nitelik sayısı 4’ten 6’ya çıktığında DINA ve DINO modelleri için odak grubun NDSO değerlerinin düştüğü görülmektedir. Grafikte nitelik

sayısı faktörünün NDSO değerlerine etkisi model faktörünün düzeylerinde aynı olmuştur. Her iki nitelik sayısı düzeyinde en yüksek ortalama NDSO değerlerinin DINO modeline ait olduğu görülmektedir.

Tablo 38’de odak grubun ÖDSO değerlerinin faktöriyel ANOVA bulgularına yer verilmiştir.

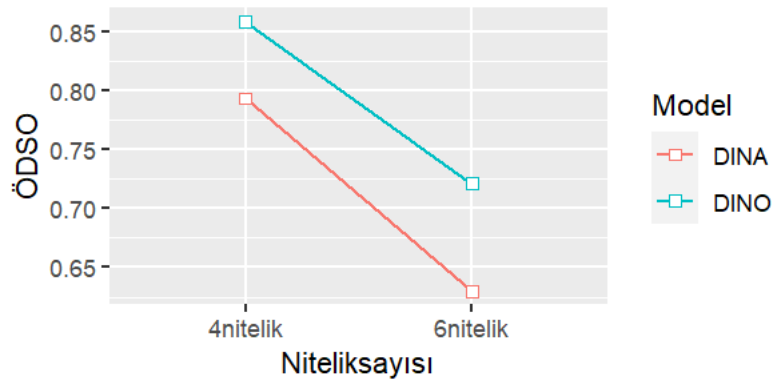
Tablo 38

Nitelik sayısı faktöründe DINA ve DINO modellerine ilişkin odak grubun ÖDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları

Kaynak	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	η_p^2
Nitelik sayısı	108,243	1	108,243	62592,452*	0,765
Model	29,535	1	29,535	17078,878*	0,471
Nitelik sayısı* Model	0,762	1	0,762	440,390*	0,022
Hata	33,196	19196	0,002		

*p<.001

Tablo 38 incelendiğinde odak grup ÖDSO değerlerinin nitelik sayısı ile model arasındaki etkileşim etkisi istatistiksel olarak manidar olup ve bu etkileşim etkisinin pratikteki anlamlılığını yansıtan $\eta_p^2=0,022$ değeri küçük etkiye sahiptir. Anlamlı olan bu ortalama farkların kaynağını görebilmek için ikili karşılaştırmalar yapılmıştır (bkz. Ek 4. Tablo 1.). Şekil 33’te odak gruba ait ÖDSO değerlerine ilişkin nitelik sayısı ve modellerin etkileşim grafiği bulunmaktadır.



Şekil 33. DINA ve DINO modellerine ilişkin odak gruba ait nitelik sayısı faktörü düzeylerinde ÖDSO değerleri

Şekil 33’te grafiğe bakıldığında nitelik sayısı 4’ten 6’ya çıktığında DINA ve DINO modelleri için odak grubun ÖDSO değerlerinin düştüğü gözlenmektedir. Fakat ortak etki manidar olduğundan odak grup için nitelik sayısı 4’ten 6’ya çıktığında DINA ve DINO

modellerine ait ÖDSO değerlerini etkileme düzeyleri farklı olmuştur. Yapılan ikili karşılaştırmalarda odak grubun ÖDSO'ları incelendiğinde nitelik sayısı 4 iken modeller arası ÖDSO ortalamaları farkı 0,066 ile manidarlık gösterirken nitelik sayısı 6 iken modeller arası ÖDSO ortalamaları farkı 0,091 ile manidar bulunmuştur (bkz. Ek 4. Tablo 1.). Yani nitelik sayısı 4 iken 6'ya çıktığında DINA modeline ait ÖDSO'lar DINO modele göre daha fazla düşmüştür. Ek olarak her iki nitelik düzeyi için en yüksek ortalama ÖDSO değerlerinin DINO modeline ait olduğu görülmektedir.

Araştırma Sorusu 3.2. DMF büyüklüğüne (0,075, 0,10, 0,15, 0,20) göre referans ve odak gruplar için DINA ve DINO modelleri arasında nitelik ve örüntü düzeyi doğru sınıflandırma oranları nasıl değişmektedir?

Bu alt problemin yanıtlanması için 4x2 faktöriyel ANOVA uygulanmıştır. Referans grubun NDSO ile ÖDSO değerlerine ilişkin bulgular sırasıyla Tablo 39 ve Tablo 40'da sunulmuştur. Odak grubun NDSO değerlerine ilişkin bulgulara Tablo 41 ve Tablo 42'de yer verilmiştir.

Tablo 39

DMF büyüklüğü faktöründe DINA ve DINO modellerine ilişkin referans grubun NDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları

Kaynak	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	η_p^2
DMF Büyüklüğü	0,007	3	0,002	7,582*	0,001
Model	0,956	1	0,956	3225,451*	0,144
DMF Büyüklüğü*Model	0,047	3	0,016	53,300*	0,008
Hata	5,686	19192	0,000		

*p<.001

Tablo 39'da referans grubun NDSO değerleri için DMF büyüklüğü ile model arasındaki etkileşim etkisinin istatistiksel olarak manidar farklılaştığı görülmekte ancak bu etkileşim etkisinin pratikteki yararlılığını gösteren $\eta_p^2=0,008$ değeri küçük etkinin altında kalmıştır. DMF büyüklüğü ve model faktörü ana etkileri istatistiksel olarak manidar farklılık göstermektedir. Aynı tabloda DMF büyüklüğü faktörüne ait pratik anlamlılık değeri $\eta_p^2=0,001$ olup küçük etkinin altında olduğundan pratikte önemi göz ardı edilebilir. Model faktörüne ait etki büyüklüğü değeri $\eta_p^2=0,144$ olup geniş etki düzeyindedir. DMF büyüklüğünün tüm düzeyleri için en yüksek ortalama NDSO değerlerinin ise DINO modeline ait olduğu görülmüştür (bkz. Ek 4. Tablo 8.).

Tablo 40'da referans grubun ÖDSO değerleri faktöriyel ANOVA bulguları bulunmaktadır.

Tablo 40

DMF büyüklüğü faktöründe DINA ve DINO modellerine ilişkin referans grubun ÖDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları

Kaynak	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	η_p^2
DMF Büyüklüğü	0,173	3	0,058	8,749*	0,001
Model	20,548	1	20,548	3116,864*	0,140
DMF Büyüklüğü*Model	0,896	3	0,299	45,296*	0,007
Hata	126,524	19192	0,007		

* $p < .001$

Tablo 40'ta öncelikle DMF büyüklüğü ile model arasındaki etkileşim etkisinin istatistiksel olarak manidar farklılaştığı görülmektedir. Ancak etkileşim etkisine ait etki büyüklüğü $\eta_p^2=0,007$ olup bu etki küçük etkinin altında kalmıştır. DMF büyüklüğü ve model faktörü ana etkileri istatistiksel olarak manidar farklılık göstermiştir. DMF büyüklüğü faktörünün etki büyüklüğü önemsizken model faktörünün $\eta_p^2=0,140$ olup geniş etki büyüklüğündedir. DMF büyüklüğünün tüm düzeyleri için en yüksek ortalama ÖDSO değerleri DINO modeline aittir (bkz. Ek 4. Tablo 8.).

Tablo 41'de odak grubun NDSO değerleri faktöriyel ANOVA bulguları bulunmaktadır.

Tablo 41

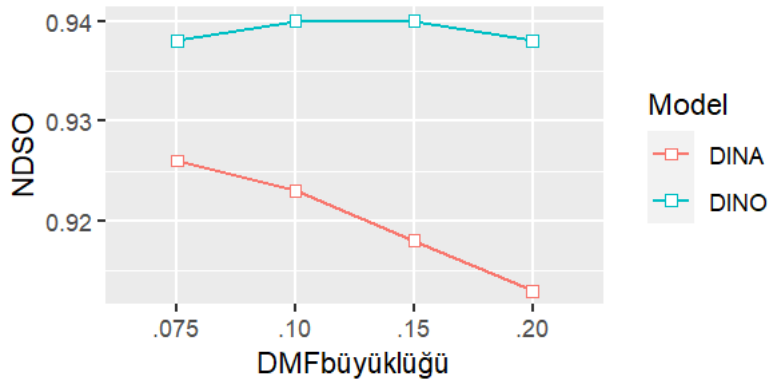
DMF büyüklüğü faktöründe DINA ve DINO modellerine ilişkin odak grubun NDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları

Kaynak	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	η_p^2
DMF Büyüklüğü	0,118	3	0,039	92,406*	0,014
Model	1,719	1	1,719	4037,158*	0,174
DMF Büyüklüğü*Model	0,120	3	0,040	94,074*	0,014
Hata	8,172	19192	0,000		

* $p < .001$

Tablo 41'de DMF büyüklüğü ile model arasındaki etkileşim etkisinin istatistiksel olarak manidar farklılaştığı görülmektedir. Bu etkileşim etkisinin pratikteki önemini gösteren etki büyüklüğü değeri $\eta_p^2=0,014$ olup, etki küçük etki büyüklüğüne sahip olarak yorumlanmaktadır.

Şekil 34'te odak gruba ait NDSO değerlerine ilişkin DMF büyüklüğü ve modellerin etkileşim grafiği yer almaktadır.



Şekil 34. DINA ve DINO modellerine ilişkin odak gruba ait DMF büyüklüğü faktörü düzeylerinde NDSO değerleri

Şekil 34'te DMF büyüklüğü değeri arttıkça DINA modeline ilişkin odak grubun NDSO'larının sistematik olarak düştüğü gözlenmiştir. Modellere göre DMF büyüklükleri arasındaki farklaşmanın kaynağını görmek için yapılan ikili karşılaştırmalarda DINA modeli düzeyinde DMF büyüklüğü düzeyi arttıkça NDSO değerleri anlamlı farkla düşmüştür (bkz. Ek 4. Tablo 3). DINO modeli düzeyinde ise sadece DMF büyüklüğü 0.075'ten 0.10'a çıkınca ve 0.075'ten 0.15'e çıktığında NDSO değerlerinin anlamlı farkla arttığı görülmektedir (bkz. Ek 4. Tablo 3). DMF büyüklüğüne göre modeller arasındaki farklılıkların anlamlılığını gösteren ikili karşılaştırmalarda her bir DMF büyüklüğü düzeyinde modeller arası fark manidar çıkmıştır (bkz. Ek 4. Tablo 2). DMF büyüklüğünün tüm düzeyleri için en yüksek ortalama NDSO değerlerinin ise DINO modeline ait olduğu görülmüştür.

Tablo 42'de odak grubun ÖDSO değerleri faktöriyel ANOVA bulguları bulunmaktadır.

Tablo 42

DMF büyüklüğü faktöründe DINA ve DINO modellerine ilişkin odak grubun ÖDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları

Kaynak	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	η_p^2
DMF Büyüklüğü	0,379	3	0,126	17,251*	0,003
Model	29,535	1	29,535	4033,713*	0,174
DMF Büyüklüğü*Model	1,297	3	0,432	59,056*	0,009
Hata	140,525	19192	0,007		

*p<.001

Tablo 42 incelendiğinde DMF büyüklüğü ile model arasındaki etkileşim etkisi incelendiğinde istatistiksel olarak manidar farklılaştığı görülmekte ve bu etkileşim etkisinin

pratikteki önemini gösteren etki büyüklüğü değeri $\eta_p^2=0,009$ olup küçük etkiden de küçük olduğu için etki önemsiz olarak yorumlanabilir. Ana etkilerden DMF büyüklüğü ve model faktörü ana etkileri istatistiksel olarak manidar farklılık göstermiştir. Ancak sadece model faktörünün etki büyüklüğü $\eta_p^2=0,174$ olup geniş etki düzeyindedir. DMF büyüklüğünün tüm düzeyleri için en yüksek ortalama ÖDSO değerlerinin ise yine DINO modeline ait olduğu görülmüştür (bkz. Ek 4. Tablo 9).

Araştırma Sorusu 3.3. DMF türüne (tek biçimli, tek biçimli olmayan) göre referans ve odak gruplar için DINA ve DINO modelleri arasında nitelik ve örüntü düzeyi doğru sınıflandırma oranları nasıl değişmektedir?

Bu alt problemin yanıtlanması için 2x2 faktöriyel ANOVA uygulanmıştır. Tablo 43'te referans grubun NDSO değerlerine ilişkin, Tablo 44'te ÖDSO değerlerine ilişkin bulgular sunulmuştur. Odak grubun NDSO değerlerine ilişkin bulgulara Tablo 45, ÖDSO değerlerine ilişkin bulgulara Tablo 46'da yer verilmiştir.

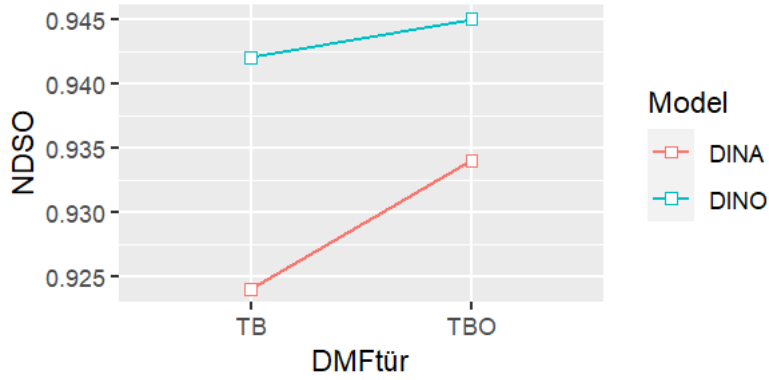
Tablo 43

DMF türü faktöründe DINA ve DINO modellerine ilişkin referans grubun NDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları

Kaynak	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	η_p^2
DMF Türü	0,181	1	0,181	634,204*	0,032
Model	0,956	1	0,956	3343,095*	0,148
DMF Türü *Model	0,072	1	0,072	251,109*	0,013
Hata	5,487	19196	0,000		

*p<.001

Tablo 43'te DMF türü ile model arasındaki etkileşim etkisinin istatistiksel olarak manidar farklılaştığı görülmektedir. Bu etkileşim etkisinin pratikteki anlamlılığını gösteren etki büyüklüğü değeri $\eta_p^2=0,013$ olup küçük etkiye sahiptir. Şekil 35'te referans gruba ait NDSO değerlerine ilişkin DMF türü ve modellerin etkileşim grafiği yer almaktadır.



Şekil 35. DINA ve DINO modellerine ilişkin referans gruba ait DMF türü faktörü düzeylerinde NDSO değerleri

Şekil 35 DMF türü ve model düzeyinde yapılan ikili karşılaştırmalar incelendiğinde, DMF türü tek biçimliden tek biçimli olmayana değiştiğinde DINA modeli NDSO değerleri 0,010 manidar olarak arttığı görülmektedir (bkz. Ek 4. Tablo 5). DINO modeli NDSO değerleri ise DMF türü tek biçimliden tek biçimli olmayana değiştiğinde 0,002’lik manidar bir artış göstermiştir (bkz. Ek 4. Tablo 5). DMF türü faktörü düzeyleri için de modeller arasında ikili karşılaştırmalar yapılmıştır (bkz. Ek 4. Tablo 4). Buna göre DMF türünün her iki düzeyinde DINO ile DINA modelleri arası NDSO değerleri farkı DINO model lehine olup bu farklar anlamlı çıkmıştır.

Tablo 44’te referans grubun ÖDSO değerleri faktöriyel ANOVA bulguları bulunmaktadır.

Tablo 44

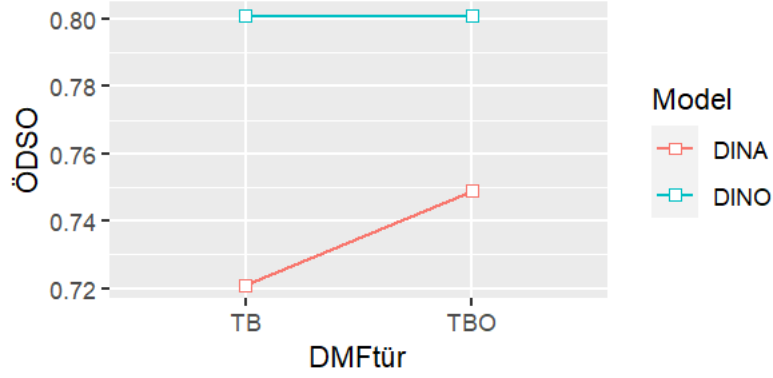
DMF türü faktöründe DINA ve DINO modellerine ilişkin referans grubun ÖDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları

Kaynak	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	η_p^2
DMF Türü	0,916	1	0,916	139,899*	0,007
Model	20,548	1	20,548	3137,170*	0,140
DMF Türü *Model	0,945	1	0,945	144,326*	0,007
Hata	125,731	19196	0,007		

*p<.001

Tablo 44’te DMF türü ile model arasındaki etkileşim etkisinin istatistiksel olarak manidar farklılaştığı görülmektedir. Bu etkileşim etkisinin pratikteki anlamlılığını gösteren etki büyüklüğü değeri $\eta_p^2=0,007$ olup pratikte önemi olmadığı yorumlanabilir. Tablo 44’te ana etkilerden DMF türü ve model faktörü ana etkileri istatistiksel olarak manidar farklılık göstermektedir. Ancak DMF türüne ait etki büyüklüğü değeri $\eta_p^2=0,007$ olduğundan pratikte

önemi yoktur. Model faktörüne ait etki büyüklüğü $\eta_p^2=0,140$ olup geniş etki düzeyindedir. Şekil 36’da referans grubun DMF türü ve modellerin düzeylerine göre ÖDSO değerleri yer almaktadır.



Şekil 36. DINA ve DINO modellerine ilişkin referans gruba ait DMF türü faktörü düzeylerinde ÖDSO değerleri

Şekil 36’da DMF türünün her iki düzeyinde de en yüksek ortalama ÖDSO değerleri DINA modeline kıyasla DINO modeline ait olduğu görülmektedir.

Tablo 45’te odak grubun NDSO değerleri faktöriyel ANOVA bulguları bulunmaktadır.

Tablo 45

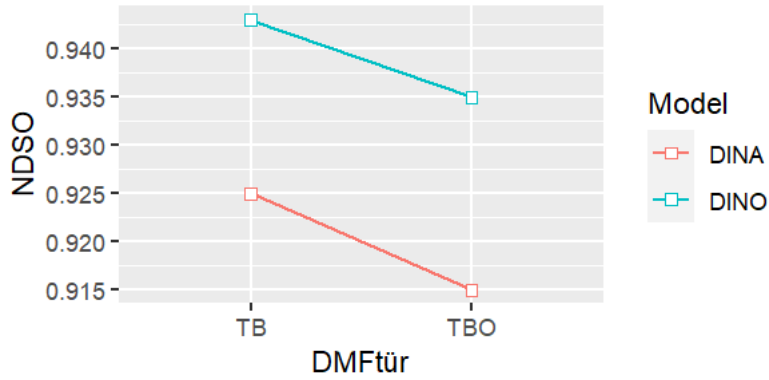
DMF türü faktöründe DINA ve DINO modellerine ilişkin odak grubun NDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları

Kaynak	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	η_p^2
DMF Türü	0,363	1	0,363	868,094*	0,043
Model	1,719	1	1,719	4106,220*	0,176
DMF Türü *Model	0,011	1	0,011	25,226*	0,001
Hata	8,037	19196	0,007		

*p<.001

Tablo 45’te DMF türü ile model arasındaki etkileşim etkisinin istatistiksel olarak manidar farklılaştığı görülmektedir. Bu etkileşim etkisinin pratikteki anlamlılığını gösteren etki büyüklüğü değeri $\eta_p^2=0,001$ olup pratikte önemi olmadığı söylenebilir. Tablo 45 incelendiğinde odak grubun NDSO değerleri için DMF türü ve model faktörü ana etkileri istatistiksel olarak manidar farklılık göstermektedir. Ana etkiler de sırasıyla küçük etki ve

geniş etki düzeyindedir. Şekil 37’de DMF türü ve modellere göre odak gruba ait NDSO değerleri yer almaktadır.



Şekil 37. DINA ve DINO modellerine ilişkin odak gruba ait DMF türü faktörü düzeylerinde NDSO değerleri

Şekil 37 incelendiğinde DMF türü tek biçimliden tek biçimli olmayana değiştiğinde DINA ve DINO modelleri için odak grubun NDSO değerlerinin azaldığı görülmektedir. DMF türünün her iki düzeyinde de en yüksek ortalama NDSO değerlerinin DINO modeline ait olduğu görülmektedir.

Tablo 46’da odak grubun ÖDSO değerleri faktöriyel ANOVA bulguları bulunmaktadır.

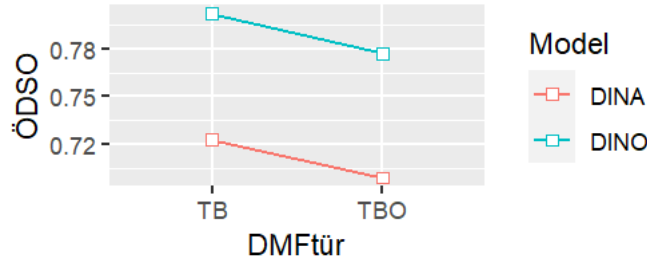
Tablo 46

DMF türü faktöründe DINA ve DINO modellerine ilişkin odak grubun ÖDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları

Kaynak	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	η_p^2
DMF Türü	2,907	1	2,907	400,614*	0,020
Model	29,535	1	29,535	4070,209*	0,175
DMF Türü *Model	0,000	1	0,000	0,021	0,000
Hata	139,294	19196	0,007		

*p<.001

Tablo 46’da DMF türü ile model arasındaki etkileşim etkisinin istatistiksel olarak manidar farklılaşmadığı görülmektedir. Tablo 46 incelendiğinde odak grubun ÖDSO değerleri için DMF türü faktörü ve model faktörü ana etkileri istatistiksel olarak manidar farklılık göstermektedir. Etki büyüklüğü değerleri de sırasıyla $\eta_p^2=0,020$ küçük etki ve $\eta_p^2=0,175$ ile geniş etki düzeyindedir. Şekil 38’de DMF türü ve modellere göre odak gruba ait ÖDSO değerlerine ilişkin ortalama grafiği yer almaktadır.



Şekil 38. DINA ve DINO modellerine ilişkin odak gruba ait DMF türü faktörü düzeylerinde ÖDSO değerleri

Şekil 38 incelendiğinde DMF türü tek biçimliden tek biçimli olmayana değiştiğinde DINA ve DINO modelleri için odak grubun ÖDSO değerlerinin azaldığı görülmektedir. DMF türünün her iki düzeyinde de en yüksek ortalama ÖDSO değerlerinin DINA modeline kıyasla DINO modeline ait olduğu görülmektedir.

Araştırma Sorusu 3.4. DMF’li madde yüzdesine (%20, %30) göre referans ve odak gruplar için DINA ve DINO modelleri arasında nitelik ve örüntü düzeyi doğru sınıflandırma oranları nasıl değişmektedir?

Bu alt problemin yanıtlanması için 2x2 faktöriyel ANOVA gerçekleştirilmiştir. Tablo 47’de referans grubun NDSO değerlerine ilişkin bulgular, Tablo 48’de ÖDSO değerlerine ilişkin bulgular sunulmuştur. Odak grubun NDSO değerlerine ilişkin bulgulara Tablo 49’da, ÖDSO değerlerine ilişkin bulgulara Tablo 50’de yer verilmiştir.

Tablo 47

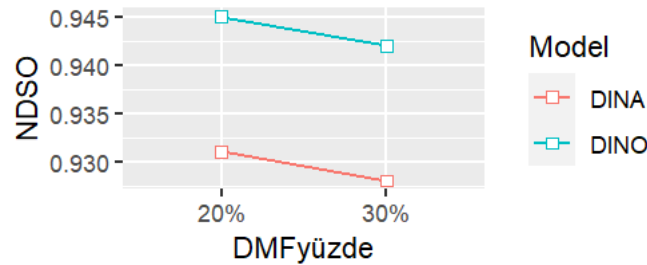
DMF’li madde yüzdesi faktöründe DINA ve DINO modellerine ilişkin referans grubun NDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları

Kaynak	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	η_p^2
DMF’li Madde Yüzdesi	0,033	1	0,033	111,100*	0,006
Model	0,956	1	0,956	3214,383*	0,143
DMF’li Madde Yüzdesi*Model	0,000	1	0,000	1,061	0,000
Hata	5,707	19196	0,000		

*p<.001

Tablo 47’de DMF’li madde yüzdesi ile model arasındaki etkileşim etkisinin istatistiksel olarak manidar farklılaşmadığı görülmüştür. Tablo 47 incelendiğinde ana etkiler olan DMF’li madde yüzdesi ve model faktörü istatistiksel olarak manidar farklılık göstermektedir. DMF’li madde yüzdesi faktörünün pratikteki anlamlılığını gösteren etki

büyükülüğü değeri $\eta_p^2=0,006$ olup pratikte önemsenmeyebileceği, model faktörünün etki büyükülüğü değeri ise $\eta_p^2=0,143$ olup geniş etkiye sahip olduğu yorumlanmıştır. Şekil 39’da referans grubun DMF’li madde yüzdesi ve model faktörlerinin düzeylerine ilişkin NDSO ortalama değerlerin grafiği yer almaktadır.



Şekil 39. DINA ve DINO modellerine ilişkin referans gruba ait DMF’li madde yüzdesi faktörü düzeylerinde NDSO değerleri

Şekil 39 incelendiğinde DMF’li madde yüzdesi %20’den %30’a çıktığında DINA ve DINO modelleri için referans grubun NDSO değerlerinin biraz düştüğü görülmektedir ancak bu etki anlamlı değildi. DMF’li madde yüzdesinin her iki düzeyinde de en yüksek ortalama NDSO değerlerinin DINA modeline kıyasla DINO modeline ait olduğu görülmektedir.

Tablo 48’de referans grubun ÖDSO değerleri faktöriyel ANOVA bulguları bulunmaktadır.

Tablo 48

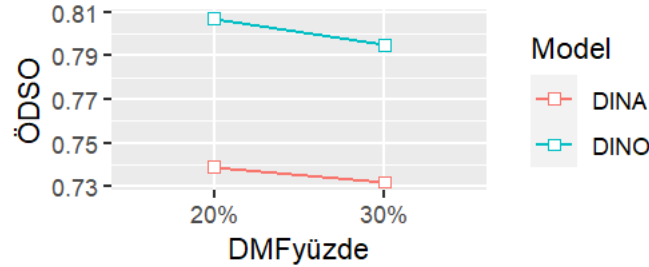
DMF’li madde yüzdesi faktöründe DINA ve DINO modellerine ilişkin referans grubun ÖDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları

Kaynak	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	η_p^2
DMF’li Madde Yüzdesi	0,430	1	0,430	64,878*	0,003
Model	20,548	1	20,548	3102,420*	0,139
DMF’li Madde Yüzdesi*Model	0,024	1	0,024	3,565	0,000
Hata	127,139	19196	0,007		

*p<.001

Tablo 48’e bakıldığında referans grubun ÖDSO değerleri için DMF’li madde yüzdesi ile model arasındaki etkileşim etkisinin istatistiksel olarak manidar farklılaşmadığı görülmüştür. Aynı tabloda DMF’li madde yüzdesi ve model faktörü ana etkileri istatistiksel olarak manidar farklılık göstermiştir. Ana etkilerden DMF’li madde yüzdesi faktörünün pratikteki anlamlılığını gösteren etki büyükülüğü değeri $\eta_p^2=0,003$ olup pratikte

önemsenmeyebileceği, model faktörünün etki büyüklüğü değeri ise $\eta_p^2=0,139$ olup orta veya geniş etkiye sahip olduğu yorumlanabilir. Şekil 40'ta referans grubun DMF'li madde yüzdesi ve model faktörlerinin düzeylerine ilişkin ÖDSO ortalama değer grafiği yer almaktadır.



Şekil 40. DINA ve DINO modellerine ilişkin referans gruba ait DMF'li madde yüzdesi faktörü düzeylerinde ÖDSO değerleri

Şekil 40 incelendiğinde DMF'li madde yüzdesi %20'den %30'a çıktığında DINA ve DINO modelleri için referans grubun ÖDSO değerlerinde bir düşüş gözlenmektedir. Ancak bu etki anlamlı değildir. DMF'li madde yüzdesinin her iki düzeyinde de en yüksek ortalama ÖDSO değerlerinin DINA modele kıyasla DINO modeline ait olduğu görülmektedir.

Tablo 49'da odak grubun NDSO değerleri faktöriyel ANOVA bulguları bulunmaktadır.

Tablo 49

DMF'li madde yüzdesi faktöründe DINA ve DINO modellerine ilişkin odak grubun NDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları

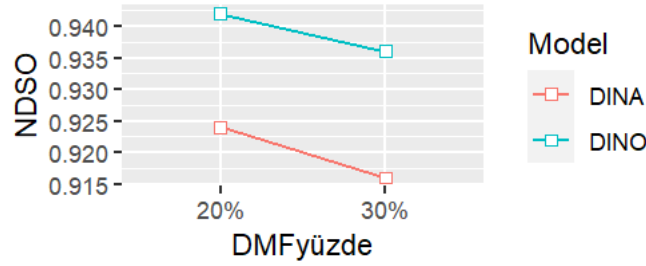
Kaynak	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	η_p^2
DMF'li Madde Yüzdesi	0,229	1	0,229	539,098*	0,027
Model	1,719	1	1,719	4040,529*	0,174
DMF'li Madde Yüzdesi*Model	0,014	1	0,014	32,834*	0,002
Hata	8,167	19196	0,000		

*p<.001

Tablo 49'a bakıldığında DMF'li madde yüzdesi ile model arasındaki etkileşim etkisinin istatistiksel olarak manidar farklılaştığı görülmüştür. Bu etkileşim etkisinin pratikteki anlamlılığını gösteren etki büyüklüğü değeri $\eta_p^2=0,002$ olup pratikte önemi olmadığı söylenebilir. Aynı tabloda DMF'li madde yüzdesi ve model faktörü ana etkilerinin istatistiksel olarak manidar farklılık gösterdiği görülmektedir. DMF'li madde yüzdesi ve

model faktörünün etki büyüklüğü değerine bakıldığında sırasıyla $\eta_p^2=0,027$ olup küçük etki düzeyinde, $\eta_p^2=174$ olup geniş etki düzeyindedir.

Şekil 41’de DMF’li madde yüzdesi ve modellere göre odak gruba ait NDSO değerlerinin ortalama grafiği yer almaktadır.



Şekil 41. DINA ve DINO modellerine ilişkin odak gruba ait DMF’li madde yüzdesi faktörü düzeylerinde NDSO değerleri

Şekil 41 incelendiğinde DMF’li madde yüzdesi %20’den %30’a çıktığında DINA ve DINO modelleri için odak grubun NDSO değerlerinde bir düşüş gözlenmektedir. DMF’li madde yüzdesinin her iki düzeyinde de en yüksek ortalama NDSO değerlerinin DINO modeline ait olduğu görülmektedir.

Tablo 50’de odak grubun ÖDSO değerleri faktöriyel ANOVA bulguları bulunmaktadır.

Tablo 50

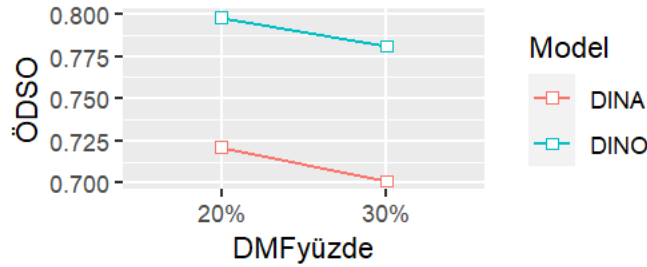
DMF’li madde yüzdesi faktöründe DINA ve DINO modellerine ilişkin odak grubun ÖDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları

Kaynak	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	η_p^2
DMF’li Madde Yüzdesi	1,651	1	1,651	225,551*	0,012
Model	29,535	1	29,535	4034,084*	0,174
DMF’li Madde Yüzdesi*Model	0,008	1	0,008	1,157	0,000
Hata	140,542	19196	0,007		

*p<.001

Tablo 50’ye bakıldığında DMF’li madde yüzdesi ile model arasındaki etkileşim etkisinin istatistiksel olarak manidar farklılaşmadığı görülmektedir. Aynı tabloda DMF’li madde yüzdesi ve model faktörü ana etkilerin istatistiksel olarak manidar farklılık gösterdiği görülmektedir. DMF’li madde yüzdesi faktörünün pratikteki anlamlılığını gösteren etki büyüklüğü değeri $\eta_p^2=0,012$ olup küçük etkiye, model faktörünün etki büyüklüğü değeri ise

$\eta_p^2=0,174$ olup geniş etkiye sahip olduğu yorumlanmıştır. Şekil 42’de odak grubun DMF’li madde yüzdesi ve model faktörlerinin düzeylerine ilişkin ÖDSO ortalama değer grafiği yer almaktadır.



Şekil 42. DINA ve DINO modellerine ilişkin odak gruba ait DMF’li madde yüzdesi faktörü düzeylerinde ÖDSO değerleri

Şekil 42 incelendiğinde DMF’li madde yüzdesi %20’den %30’a çıktığında DINA ve DINO modelleri için odak grubun ÖDSO değerlerinde bir azalma gözlenmektedir. DMF’li madde yüzdesinin her iki düzeyinde de en yüksek ortalama ÖDSO değerlerinin DINO modeline ait olduğu görülmektedir.

Araştırma Sorusu 3.5. DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısına (1, 2, 3) göre referans ve odak gruplar için DINA ve DINO modelleri arasında nitelik ve örüntü düzeyi doğru sınıflandırma oranları nasıl değişmektedir?

Bu alt problemin yanıtlanması için 3x2 faktöriyel ANOVA gerçekleştirilmiştir. Tablo 51’de referans grubun NDSO değerlerine ilişkin bulgular, Tablo 52’de ÖDSO değerlerine ilişkin bulgular sunulmuştur. Odak grubun NDSO değerlerine ilişkin bulgulara Tablo 53’te, ÖDSO değerlerine ilişkin bulgulara Tablo 54’te yer verilmiştir.

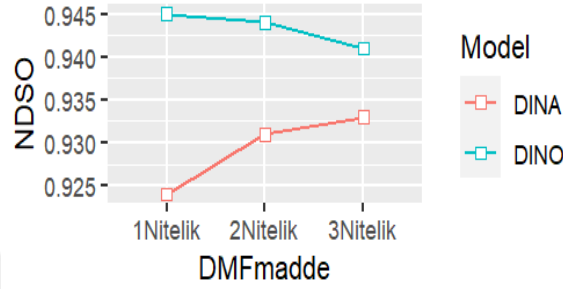
Tablo 51

DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktöründe DINA ve DINO modellerine ilişkin referans grubun NDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları

Kaynak	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	η_p^2
DMF’li Madde Nitelik Sayısı	0,042	2	0,021	71,952*	0,007
Model	0,956	1	0,956	3295,226*	0,147
DMF’li Madde Nitelik Sayısı *Model	0,132	2	0,066	227,935*	0,023
Hata	5,566	19194	0,000		

*p<.001

Tablo 51 incelendiğinde referans grubun NDSO değerleri için DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı ile model arasındaki etkileşim etkisinin istatistiksel olarak manidar farklılaştığı görülmüştür. Etkileşim etkisinin pratikteki anlamlılığını gösteren etki büyüklüğü değeri $\eta_p^2=0,023$ olup küçük etkiye sahiptir. Şekil 43’te referans gruba ait NDSO değerlerine ilişkin DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı ve modellerin etkileşim grafiği yer almaktadır.



Şekil 43. DINA ve DINO modellerine ilişkin referans gruba ait DMF’li madde nitelik sayısı faktörü düzeylerinde NDSO değerleri

Şekil 43’te DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı tüm düzeyleri için en yüksek ortalama NDSO değerlerinin DINO modeline ait olduğu gözlenmektedir. DMF’li madde nitelik sayısının her düzeyinde modeller arası yapılan ikili karşılaştırmalarda DINO modele ait NDSO değerlerinin DINA modele göre daha yüksek olması manidar farklılık göstermiştir (bkz. Ek 4. Tablo 6). Şekil 43’te grafik incelendiğinde DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı arttıkça DINA modeline ilişkin referans grubun NDSO’ların arttığı görülmektedir. Modellere göre DMF’li madde nitelik sayısı düzeyleri arasında yapılan ikili karşılaştırmalarda DINA modele ilişkin NDSO değerleri, DMF’li madde basit yapıdayken DMF’li maddenin 2 veya 3 nitelik ölçtüğü durumlara kıyasla anlamlı olarak daha düşük çıkmıştır (bkz. Ek 4. Tablo 7). Ancak DINA modelde DMF’li maddenin iki ile üç niteliği ölçmesi arasında anlamlı farklılık oluşmamıştır. Şekil 43’te DINO modele ilişkin referans grubun NDSO’ları ise DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı arttıkça bir düşüş gözlemlenmiştir. DINO modelde bu azalmanın manidar olduğu düzeyler bir ile üç nitelik, iki ile üç nitelik olarak belirlenmiştir (bkz. Ek 4. Tablo 7).

Tablo 52’de referans grubun ÖDSO değerleri faktöriyel ANOVA bulguları bulunmaktadır.

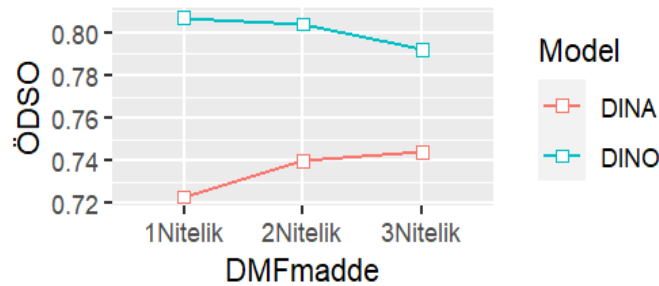
Tablo 52

DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktöründe DINA ve DINO modellerine ilişkin referans grubun ÖDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları

Kaynak	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	η_p^2
DMF’li Madde Nitelik Sayısı	0,196	2	0,098	14,870*	0,002
Model	20,548	1	20,548	3121,219*	0,140
DMF’li Madde Nitelik Sayısı *Model	1,036	2	0,518	78,720*	0,008
Hata	126,360	19194	0,007		

* $p < .001$

Tablo 52 incelendiğinde referans grubun ÖDSO değerleri için DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı ile model arasındaki etkileşim etkisinin istatistiksel olarak manidar farklılaştığı görülmüştür. Etkileşim etkisinin pratikteki anlamlılığını gösteren etki büyüklüğü değeri $\eta_p^2=0,008$ olup pratikte önemi olmadığı yorumlanmaktadır. DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı ve model faktörü ana etkileri istatistiksel olarak manidar farklılık göstermektedir. Aynı tabloda DMF’li madde nitelik sayısı ana etkisine ait etki büyüklüğü değeri $\eta_p^2=0,002$ olup küçük etkinin altında kaldığından önemsiz sayılmıştır. Model faktörüne ait etki büyüklüğü değeri $\eta_p^2=0,140$ olup geniş etki düzeyindedir. Şekil 44’de DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı ve modellere göre referans gruba ait ÖDSO değerlerinin grafiği yer almaktadır.



Şekil 44. DINA ve DINO modellerine ilişkin referans gruba ait DMF’li madde nitelik sayısı faktörü düzeylerinde ÖDSO değerleri

Şekil 44 incelendiğinde DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktörünün tüm düzeyleri için en yüksek ortalama ÖDSO değerlerinin DINA modeline kıyasla DINO modeline ait olduğu gözlenmektedir. DMF büyüklüğü faktörü anlamlı olmadığı için grafikteki eğilimler yorumlanmamıştır.

Tablo 53’te odak grubun NDSO değerleri faktöriyel ANOVA bulguları bulunmaktadır.

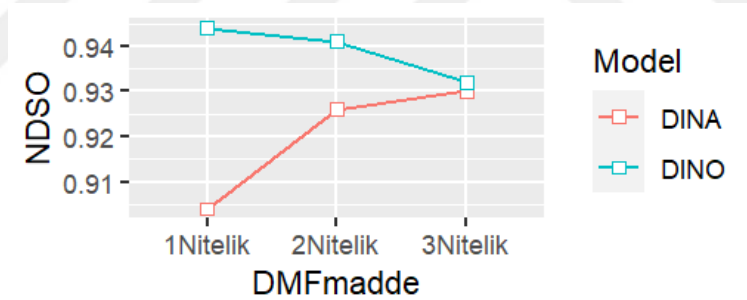
Tablo 53

DMF’li Maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktöründe DINA ve DINO modellerine ilişkin odak grubun NDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları

Kaynak	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	η_p^2
DMF’li Madde Nitelik Sayısı	0,325	2	0,163	450,316*	0,045
Model	1,719	1	1,719	4759,906*	0,199
DMF’li Madde Nitelik Sayısı *Model	1,153	2	0,577	1596,394*	0,143
Hata	6,932	19194	0,000		

*p<.001

Tablo 53 incelendiğinde odak grubun NDSO değerleri için DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı ile model arasındaki etkileşim etkisinin istatistiksel olarak manidar farklılaştığı görülmüştür. Etkileşim etkisinin pratikteki anlamlılığını gösteren etki büyüklüğü değeri $\eta_p^2=0,143$ olup pratikte geniş etkiye sahip olduğu yorumlanmaktadır. Şekil 45’te odak gruba ait NDSO değerlerine ilişkin DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı ve modellerin etkileşim grafiği yer almaktadır.



Şekil 45. DINA ve DINO modellerine ilişkin odak gruba ait DMF’li madde nitelik sayısı faktörü düzeylerinde NDSO değerleri

Şekil 45’te grafik incelendiğinde odak grupta DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı arttıkça DINA modeline ilişkin NDSO’ların arttığı, DINO modeline ilişkin NDSO’ların azaldığı görülmektedir. Modellere göre DMF’li madde nitelik sayısı düzeyleri arasında yapılan ikili karşılaştırmalarda DINA ve DINO modeli düzeylerinde ayrı ayrı DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı düzeyleri arasında tüm kombinasyonlarda manidar farklılık oluşmuştur (bkz. Ek 4. Tablo 7). Ancak modellerdeki bu farklılaşma iki modelde zıt yönlü oluşmaktadır. DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı arttıkça DINA modeline ilişkin odak grubun NDSO’ları artarken DINO modeline ait NDSO’larda

düşüş gözlemlenmiştir. DMF’li madde nitelik sayısı düzeylerine göre modeller arasında yapılan ikili karşılaştırmalarda her nitelik sayısı için DINO modele ilişkin NDSO değerleri DINA modele göre anlamlı olarak daha yüksektir (bkz. Ek 4. Tablo 6).

Tablo 54’te odak grubun ÖDSO değerleri faktöriyel ANOVA bulguları bulunmaktadır.

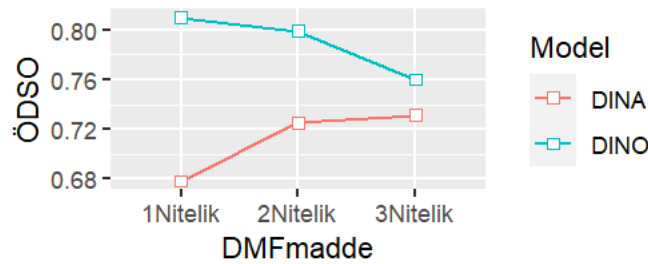
Tablo 54

DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı faktöründe DINA ve DINO modellerine ilişkin odak grubun ÖDSO değerleri için faktöriyel ANOVA bulguları

Kaynak	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	η_p^2
DMF’li Madde Nitelik Sayısı	1,276	2	0,638	92,659*	0,010
Model	29,535	1	29,535	4289,445*	0,183
DMF’li Madde Nitelik Sayısı *Model	8,764	2	4,382	636,431*	0,062
Hata	132,161	19194	0,007		

*p<.001

Tablo 54 incelendiğinde odak grubun ÖDSO değerleri için DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı ile model arasındaki etkileşim etkisinin istatistiksel olarak manidar farklılaştığı görülmüştür. Etkileşim etkisinin pratikteki anlamlılığını gösteren etki büyüklüğü değeri $\eta_{p2}=0,062$ olup pratikte orta etkiye sahiptir. Şekil 46’da odak gruba ait ÖDSO değerlerine ilişkin DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı ve modellerin etkileşim grafiği bulunmaktadır.



Şekil 46. DINA ve DINO modellerine ilişkin odak gruba ait DMF’li madde nitelik sayısı faktörü düzeylerinde ÖDSO değerleri

Şekil 46’da grafik incelendiğinde DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı arttıkça DINA modele ilişkin odak grubun ÖDSO’ların arttığı, DINO modele ilişkin ÖDSO’ların azaldığı gözlenmektedir. Modellere göre DMF’li madde nitelik sayısı düzeyleri

arasında yapılan ikili karşılaştırmalarda DINA modele ilişkin ÖDSO değerleri, DMF’li madde basit yapıdayken DMF’li maddenin 2 veya 3 nitelik ölçtüğü durumlara kıyasla anlamlı olarak daha düşük çıkmıştır (bkz. Ek 4. Tablo 7). Ancak DINA modelde DMF’li maddenin iki ile üç niteliği ölçmesi arasında anlamlı farklılık oluşmamıştır. Şekil 46’da DINO modele ilişkin odak grubun ÖDSO’larında ise DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı arttıkça bir düşüş gözlemlenmiştir. DINO modelde bu farklar DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı tüm düzeylerinin tüm kombinasyonları arasında anlamlıdır (bkz. Ek 4. Tablo 7). DMF’li madde nitelik sayısının her düzeyinde modeller arası yapılan ikili karşılaştırmalarda DINO modele ait ÖDSO değerleri DINA modele göre daha yüksek olup manidar farklılık göstermiştir (bkz. Ek 4. Tablo 6).



BÖLÜM V

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu bölümde araştırma bulgularına ilişkin sonuç, tartışma ve önerilere yer almaktadır.

5.1. Sonuç ve Tartışma

Bu araştırmada bilişsel tanı modellerinden telafisel model olmayan DINA modeli ile telafisel olan DINO modeli kapsamında değişen madde fonksiyonunun sınıflama performansına etkileri nitelik ve örüntü düzeyinde incelenmiştir. Çalışmada ele alınan koşullar simülasyon veri ile oluşturulmuş olup bu koşullarda incelenen değişkenler nitelik sayısı (4, 6), DMF büyüklüğü (.075, .10, .15, .20), DMF türü (tek biçimli, tek biçimli olmayan), DMF’li madde yüzdesi (%20, %30) ve DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısıdır (1, 2, 3). Çalışmada ele alınan değişkenler ve düzeyler alan yazına dayandırılarak belirlenmiş olup uygulamaya katkısı daha fazla olması açısından sabitlenen faktörler hakkında gerçek veriye yakın özellikteki parametre ve dağılımlar tercih edilmiştir.

Araştırma Sorusu 1: DINA modeline göre üretilen veride nitelik sayısı (4, 6), DMF büyüklüğü (0,075, 0,10, 0,15, 0,20), DMF türü (tek biçimli, tek biçimli olmayan), DMF’li madde yüzdesi (%20, %30), DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı (1, 2, 3) değişkenlerine göre DINA modeli sınıflandırma performansları nasıl bir değişim göstermektedir?

Çalışmanın birinci araştırma sorusunda telafisel olmayan DINA modeline ait NDSO ile ÖDSO’ların araştırmada belirlenen faktörlere göre sistematik bir değişim gösterip göstermediği ele alınmıştır. Çalışmada ele alınan faktörler incelendiğinde Q-matrisinde

bulunan nitelik sayısı 4 olan NDSO ile ÖDSO değerleri Q-matrisinde nitelik sayısı 6 olan NDSO ile ÖDSO değerlerinden tüm koşullarda daha yüksek sonuçlanmıştır. Bu durum, alan yazındaki nitelik sayısının sınıflama doğruluğuna etkisi ile ilgili çalışmalarla benzer sonuçlanmıştır (Chiu 2008, de la Torre, Hong ve Deng, 2010; Habenicht, Rupp ve Wilhelm, 2012; Henson ve Douglas, 2005; Kalkan, 2016; Shu, Henson, & Willse 2013; Sünbül, 2013). Araştırma DMF türü değişkeni açısından ele alındığında referans gruba ilişkin TBO DMF türündeki NDSO değerleri TB DMF değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Odak gruplara ilişkin TB DMF türündeki NDSO değerleri TBO DMF değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. DMF türündeki gruplara göre bu farklılık manipülasyon adımlarından kaynaklı beklentiyi desteklemektedir (Hou, vd., 2014; Paulsen, vd. 2020; Zhang, 2006). NDSO değerleri genel olarak (odak grupta nitelik sayısı ve DMF türü faktörlerinin düzeylerine bağlı olmadan, referans grupta TB DMF türü düzeyinde) DMF büyüklüğü ile DMF’li madde yüzdesi arttıkça, DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı azaldıkça sistematik olarak azalmıştır. Q-matrisindeki nitelik sayısı ve DMF türü farketmeksizin DMF’li maddenin basit yapıda olduğu koşullardaki NDSO değerleri arasındaki değişim miktarları fazla iken DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı 2 ve 3 olduğu durumlardaki değişim miktarı daha az ve birbirine yakın bulunmuştur. Paulsen ve arkadaşları (2020) çalışmalarında nitelik düzeyinde sınıflandırma doğruluğunu tüm koşullarında, DMF'nin karmaşık maddelerde veya hem basit hem karmaşık maddelerde bulunduğu duruma göre en az 0.01 daha düşük olduğunu belirtmiştir. Bu fark, DMF büyüklüğü ve DMF'li maddelerin yüzdesi ile daha fazla olmuştur. Yani DMF’li madde basit yapıdaysa NDSO değerleri DMF büyüklüğü ile DMF yüzdesi faktörlerinin etkisini daha fazla taşıdığı söylenebilir. Başka bir deyişle DMF’li maddenin birden fazla niteliği ölçmesi NDSO değerlerinin DMF büyüklüğü ile DMF yüzdesi faktörlerinin artmasına karşı daha sağlam kalmasını sağlamıştır. Bu durum odak gruplar için Q-matrisinin nitelik sayısı ile DMF türü faktörlerinin tüm düzeylerinde diğer koşullar aynı tutulduğunda benzer ilişkide sonuçlar elde edilmektedir.

Birinci araştırma sorusunun ÖDSO değerleri DMF türü değişkeni ele alındığında referans gruba ilişkin TBO DMF türündeki ÖDSO değerleri TB DMF değerlerinden daha yüksek olması odak grupta da daha düşük olması beklenmektedir (Hou, vd., 2014; Paulsen, vd. 2020; Zhang, 2006). Bu beklenti referans ve odak gruplarda nitelik sayısı 4 ve 6 iken sağlanmıştır. ÖDSO değerlerinin genel olarak (odak grup için ve referans grubun TB DMF türündeki tüm koşullar için) DMF büyüklüğünün artması, DMF’li madde yüzdesinin artması

ve DMF'li maddenin ölçtüğü nitelik sayısının azalmasıyla azaldığı söylenebilir. NDSO ortalamaları ile benzer olarak, DMF'li madde basit yapıdayken ÖDSO değerleri, DMF büyüklüğü ile DMF'li madde yüzdesinin arttığı koşullardaki ÖDSO değerleri arasındaki değişim miktarı DMF'li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı 2 ve 3 olduğu durumlara göre fazladır. DMF'li maddenin basit yapıda olması karmaşık yapıdaki DMF'li maddelere kıyasla ÖDSO değerlerinin DMF büyüklüğü ile DMF yüzdesi faktörlerinden daha fazla etkilendiği söylenebilir. Bu durumda NDSO değerleriyle benzer olarak, (referans grup TBO düzeyi dışında) ÖDSO değerleri farklı nitelik sayısı ve DMF türü düzeylerinde DMF büyüklüğü ve DMF yüzdesi faktörleri arttıkça DMF'li madde basit yapıda ise DMF'li maddenin 2 ve 3 nitelik ölçtüğü koşullara kıyasla oldukça fazla düşmektedir. Başka bir deyişle DMF'li madde 2 veya 3 niteliği ölçtüğünde basit yapıdaki DMF'li maddelere göre, nitelik sayısı ve DMF türü faktörlerinden bağımsız olarak, ÖDSO değerleri DMF büyüklüğü ve DMF yüzdesi koşullarının artmasına karşı daha sağlam olduğu bulunmuştur. Ayrıca DMF'li maddenin 2 ve 3 niteliği ölçtüğü yani maddenin karmaşık yapıda olduğu koşullardaki kestirilen ÖDSO değerlerinin birbirine çok yakın olması dikkate değerdir. Paulsen ve arkadaşlarının (2020) çalışmasında da DMF basit maddelerde bulunduğu örüntü düzeyinde sınıflandırma oranı, karmaşık yapıdaki veya karma (DMF'li maddelerin hem basit hem de karmaşık maddelerden oluştuğu koşul) maddelerde DMF olması durumundan her zaman daha düşük olmuştur.

Araştırma Sorusu 2: DINO modeline göre üretilen veride nitelik sayısı (4, 6), DMF büyüklüğü (0,075, 0,10, 0,15, 0,20), DMF türü (tek biçimli, tek biçimli olmayan), DMF'li madde yüzdesi (%20, %30), DMF'li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı (1, 2, 3) değişkenlerine göre DINO modeli sınıflandırma performansları nasıl bir değişim göstermektedir?

Çalışmanın ikinci araştırma sorusunda telafisel olan DINO modeline ait NDSO ile ÖDSO'ların araştırmada belirlenen faktörlere göre sistematik bir değişim gösterip göstermediği ele alınmıştır. DINO modelin koşulları nitelik sayısı faktörü açısından incelendiğinde, Q-matrisinde nitelik sayısı 4 olan NDSO ile ÖDSO'ların tüm koşullarda Q-matrisinde nitelik sayısı 6 olan NDSO ile ÖDSO değerlerinden yüksek çıkmıştır. Bu sonuç da alanyazında telafisel BTM modellerini kullanarak yapılan çalışmaları desteklemektedir (Sünbül, 2013; Yavuz, 2021). Referans grupta TB düzeyi ve odak grupta her iki DMF türü için; nitelik sayısı 4 iken DMF büyüklüğü, DMF'li madde yüzdesi ve DMF'li maddenin Q-

matrisinde ölçtüğü nitelik sayısının artmasıyla NDSO ile ÖDSO değerleri azalmıştır. Nitelik sayısı 6 iken DMF büyüklüğü, DMF’li madde yüzdesi ve DMF’li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısının artmasıyla NDSO ile ÖDSO’ların değişimine ilişkin sistematik bir ilişki gözlenememiştir. DMF türü değişkeni açısından NDSO ve ÖDSO değerleri incelendiğinde nitelik sayısı 4 iken referans grupta TBO düzeyindeki NDSO ve ÖDSO’lar TB düzeyindekilerden yüksektir, odak grupta da TB düzeyindeki NDSO ve ÖDSO’lar TBO düzeyindekilerden yüksektir. Bu DMF türüne göre gruplar arasındaki bu değişim beklenenle uyumludur (Hou, vd., 2014; Paulsen, vd. 2020; Zhang, 2006). Ancak Q-matris 6 iken gruplardaki DMF türüne göre bu değişime uymayan koşullar bulunmaktadır. Bunun bir sebebi q matrisindeki nitelik sayısı artmasının sınıflama performanslarının kesinliğini olumsuz etkilemesi olabilir. Kalkan (2016) nitelik sayısının artması ve daha yüksek s ve g parametreleri ile kestirimin örtük sınıf büyüklüğü yani gizil nitelik sınıflarına ilişkin kestirim değerlerini olumsuz etkilediğini belirtmiştir.

Araştırma Sorusu 3.1. Nitelik sayılarına (4, 6) göre referans ve odak gruplar için DINA ve DINO modelleri arasında nitelik ve örüntü düzeyi doğru sınıflandırma oranları nasıl değişmektedir?

Çalışmanın üçüncü araştırma sorusunda simülasyon desenine alınan her bir faktör için telafisel olmayan DINA modeli ve telafisel DINO modeline ait NDSO ile ÖDSO değerlerinin nasıl değişim gösterdiği incelenmiştir. Nitelik sayılarına göre referans ve odak gruplar için DINA ve DINO modelleri arasında NDSO değerlerinin değişimini incelemek için yapılan faktöriyel ANOVA’lar sonucu her iki grup için de ortak etki küçük etki düzeyinin altında olup ana etkiler geniş etki düzeyinde çıkmıştır. Hem referans hem de odak grupta nitelik sayısı 4’ten 6’ya çıktığında DINA ve DINO modelleri için NDSO değerleri düşmüştür. Bunun bir sebebi nitelik sayısı arttıkça 2ⁿ şeklinde üstel olarak hesaplanan nitelik sınıf sayısı artması olabilir. Q-matrisi yeterince iyi tanımlansa bile Q-matrisinin çok fazla nitelik içermesi (ör; 30 nitelik), nitelik ve nitelik sınıflarına ilişkin kestirilen sınıflama doğruluklarına olumsuz yansiyacaktır (Rupp vd., 2010, s.64). Ayrıca her iki grup için 4 ve 6 nitelik düzeylerinde en yüksek NDSO değerleri DINO modeline aittir.

ÖDSO değerlerinin ele alındığı nitelik sayısı ve model faktörlerinin çaprazlandığı faktöriyel ANOVA’da referans ve odak grupta ortak etki manidar olup pratikteki anlamlılığı da sırasıyla küçük ve orta etki düzeylerindedir. Ortak etki manidar olduğundan hem referans hem de odak grupta nitelik sayısı 4’ten 6’ya çıktığında DINA ve DINO modelleri için ÖDSO

değerlerini etkileme düzeyleri farklı olmuştur. Her iki grup için de ÖDSO'lar incelendiğinde nitelik sayısı 4'ten 6'ya çıktığında DINA modeline ait ÖDSO'lar DINO modele göre daha fazla düşmüştür. Alan yazında BTM'lerde telafisel ve telafisel olmayan modeller ile yapılan çeşitli çalışmalarda Q-matrisindeki nitelik sayısının artmasının kestirilen sınıflama doğruluklarını olumsuz etkilediği sonucu ile mevcut araştırma sonuçları tutarlılık göstermektedir (Chiu 2008, de la Torre, Hong ve Deng, 2010; Habenicht, Rupp ve Wilhelm, 2012; Henson ve Douglas, 2005; Kalkan, 2016; Shu, Henson, & Willse 2013; Sünbül, 2013; Yavuz, 2021).

Araştırma Sorusu 3.2. DMF büyüklüğüne (0,075, 0,10, 0,15, 0,20) göre referans ve odak gruplar için DINA ve DINO modelleri arasında nitelik ve örüntü düzeyi doğru sınıflandırma oranları nasıl değişmektedir?

DMF büyüklüğüne (0.075, 0.10, 0.15, 0.20) göre referans ve odak gruplar için DINA ve DINO modelleri arasında NDSO değerlerinin değişimini incelemek için yapılan faktöriyel ANOVA'lar sonucunda referans grup için ortak etki manidar çıkmıştır ancak pratikteki anlamlılığı küçük etki düzeyinin de altında olduğundan önemsiz sayılmıştır. DMF büyüklüğü faktörüne ait pratik anlamlılık değeri küçük etkinin altında olduğundan pratikte önemi göz ardı edilmiştir. Odak grubun NDSO değerlerine ait ortak etkinin pratikteki önemi küçük etki düzeyindedir. Odak gruba ait etkileşim grafiği incelendiğinde DMF büyüklüğü arttıkça DINA modeli NDSO değerleri sistematik şekilde anlamlı olarak azalmıştır. DINA modele ilişkin DMF büyüklüğüne ilişkin örüntü ve nitelik düzeyindeki sonuçlar Paulsen ve arkadaşlarının araştırma (2020) sonuçlarını desteklemektedir. DINO modeli NDSO ortalamaları DMF büyüklüğü düzeyleri arasında sistematik bir değişim göstermemiştir. ÖDSO değerlerinin ele alındığı DMF büyüklüğü ve model faktörleriyle yapılan faktöriyel ANOVA'da referans ve odak grupta ortak etki manidar olup pratikteki anlamlılığı küçük etki altındadır. Ana etkilerden DMF büyüklüğü de küçük etkinin altında kalmıştır. DMF büyüklüğünün tüm düzeyleri için en yüksek ortalama NDSO ile ÖDSO değerleri anlamlı farkla DINO modeline aittir.

Araştırma Sorusu 3.3. DMF türüne (tek biçimli, tek biçimli olmayan) göre referans ve odak gruplar için DINA ve DINO modelleri arasında nitelik ve örüntü düzeyi doğru sınıflandırma oranları nasıl değişmektedir?

DMF türüne (TB, TBO) göre DINA ve DINO modelleri arasında NDSO değerlerinin değişimini incelemek için yapılan faktöriyel ANOVA'lar sonucu referans grup için ortak etki anlamlı olup küçük etki düzeyindedir. DMF türü tek biçimliden tek biçimli olmayana değiştiğinde DINA modeli NDSO değerleri 0.010, DINO modeli NDSO değerleri ise sadece 0,002 farkla anlamlı olarak artmıştır. Odak gruba ait ortak etki pratikte önemsiz olduğundan ana etkilerden küçük etki düzeyine sahip DMF türü faktörü tek biçimliden tek biçimli olmayana değiştiğinde DINA ve DINO modelleri için azalmıştır.

ÖDSO değerleri için yapılan analizler sonucu referans grup için DMF türü ve model ortak etkisi manidar çıkmıştır ancak pratikte önemi yoktur. DMF türü ana etkisi de manidar olup pratikte yararlılığı çıkmamıştır. Odak grubun ÖDSO değerleri için faktöriyel ANOVA sonucu DMF türü ile model faktörlerine ait ortak etki manidar çıkmamıştır. DMF türü ana etkisi manidar olup pratikteki anlamı küçük etki düzeyindedir. DMF türü tek biçimliden tek biçimli olmayana değiştiğinde DINA ve DINO modelleri için odak grubun ÖDSO değerleri azalmıştır. Referans ve odak gruplar için bu farkların yönünün değişimi manipülasyondan kaynaklı olup beklentiyle uyumludur. Her iki grup için de DMF türünün her iki düzeyinde de en yüksek NDSO ve ÖDSO değerleri DINO modeline ait çıkmıştır.

Araştırma Sorusu 3.4. DMF'li madde yüzdesine (%20, %30) göre referans ve odak gruplar için DINA ve DINO modelleri arasında nitelik ve örüntü düzeyi doğru sınıflandırma oranları nasıl değişmektedir?

DMF yüzdesine (%20, %30) göre DINA ve DINO modelleri arasında NDSO değerlerinin değişimini incelemek için yapılan faktöriyel ANOVA'lar sonucu referans grupta ortak etki manidar değildir. DMF yüzdesi ana etkisi manidar çıkmıştır ancak pratikteki yararlılığı küçük etkinin altındadır. Odak grubun NDSO'ları faktöriyel ANOVA sonucu ortak etki manidar çıkmıştır ancak etki büyüklüğünün pratikte yararı yoktur. DMF yüzdesi faktörüne bakıldığında istatistiksel olarak manidar olup pratikteki yararlılığı küçük etki düzeyindedir. Odak grupta DMF yüzdesi arttığında DINA ve DINO modellerine ait NDSO'lar düşmektedir. ÖDSO değerleri için referans ve odak gruba ait faktöriyel ANOVA'lar sonucu ortak etki manidar çıkmamıştır. DMF yüzdesi ana etkisi her iki grup için de manidar çıkmıştır ancak pratikteki yararlılığa bakıldığında sadece odak grup üzerinde küçük etkisi vardır. Odak grupta DMF yüzdesi arttığında DINA ve DINO modellerine ait ÖDSO'lar düşmektedir.

Araştırma Sorusu 3.5. DMF'li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısına (1, 2, 3) göre referans ve odak gruplar için DINA ve DINO modelleri arasında nitelik ve örüntü düzeyi doğru sınıflandırma oranları nasıl değişmektedir?

DMF'li maddenin ölçtüğü nitelik sayısına (1, 2, 3) göre DINA ve DINO modelleri arasında NDSO değerlerinin değişimini incelemek için yapılan faktöriyel ANOVA'lara göre hem referans hem de odak gruba ait ortak etkiler manidar çıkmıştır. Referans gruptaki ortak etkinin pratikteki anlamı küçük etki düzeyindeyken odak gruba ait ortak etkinin pratikteki anlamlılığı geniş etki düzeyindedir. Odak gruba ait ÖDSO için yapılan analizde de ortak etki manidardır ve etki büyüklüğü orta düzeydedir. Bu çalışmanın bulgularına göre, DMF gösteren maddenin Q-matrisindeki madde nitelik ilişkisinin sınıflama doğruluğu üzerinde DINA ile DINO modelleri düzeylerinde farklı etkilere sahip olduğu bulunmuştur. DINA modelinde DMF gösteren maddenin ölçtüğü nitelik sayısı arttıkça yani madde karmaşıklığı arttıkça sınıflama doğruluğu nitelik ve örüntü düzeyinde artmaktadır. Başka bir deyişle DINA modelde DMF gösteren maddenin basit yapıda olması sınıflama doğruluğunu daha çok düşürmektedir. Paulsen ve arkadaşları (2020) DINA modeli kapsamındaki çalışmalarında, DMF'li basit yapıdaki maddelerin sınıflandırma doğruluğu üzerinde, DMF'li karmaşık yapıdaki maddelerle ilişkilendirilmesine göre daha fazla etkiye sahip olduğunu bulmuşlardır. DINA modelin tanımlanabilirliği için gerek ve yeter şartlardan ilki, Q-matrisinde tanımlanan her nitelik için tek bir şekilde ölçen en azından bir maddenin bulunmasıdır (Gu ve Xu, 2019). Dolayısıyla model tanımlanabilirliği için bu durumun önemi göz önüne alındığında, basit yapıli maddeler üzerinde rastgele gürültüyü (random noise) artırmanın, niteliklerin daha zayıf ölçümüne ve düşük sınıflandırma doğruluğuna yol açacağı makuldür (Paulsen, vd., 2020). DMF'li maddeler iki veya üç niteliği ölçtüğünde sınıflama performansının daha sağlam kalmasının kullanılan modelin telafisel olmayan doğası ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Çünkü bireyin yanıtlama olasılığının yüksek veya düşük olması, madde için gerekli diğer nitelikleri de taşıyor olmasına bağlıdır. Ayrıca tanımlanabilirliğin diğer şartı her bir niteliğin en az üç madde ile ölçülmesini gerektirmektedir (Gu ve Xu, 2019) ve bu araştırmada her bir nitelik 4 nitelikli Q-matrisi için 15'er kez, 6 nitelikli Q-matris için 10'ar kez ölçülmüştür. Paulsen ve arkadaşları (2020) bu durumun DMF'li karmaşık maddelerin sınıflama doğruluğu üzerindeki etkisini azaltan etkenlerden olabileceğini belirtmiştir. Telafisel olan DINO modelinde ise DMF gösteren maddenin ölçtüğü nitelik sayısı arttıkça sınıflama doğruluğu nitelik ve örüntü düzeyinde düşme eğiliminde olmuştur.

Genel olarak çalışmada ele alınan faktörlerin düzeylerinde DINO modeline ait ortalama NDSO ile ÖDSO değerleri ise DINA modelinden yüksek değerler üretmiştir.

Bu araştırma sonuçları simülasyon veriye dayandığı için çalışmanın sonuçları kullanılan BTM modelinin doğru model olması ve yapıdaki beceri veya niteliklerin Q-matrisi tarafından iyi temsil ediliyor olması varsayımı altında olduğu unutulmamalıdır. Zhang (2006) çalışmasında DMF yöntemlerinin duyarlılığının, Q-matris yapısından da etkilenen, sınava giren nitelik profili puanlarının kestirimine dayandığını bulmuştur. Q-matrisinde tanımlanmamış beceri bulunması, sınava girenleri nitelik profili puanlarına göre koşullandırdığında DMF ile sonuçlanacağından uygulamada yapılacak olan çalışmalarda Q-matrisinin iyi tanımlanmış olması ve geçerliğinin sağlanması büyük önem taşımaktadır.

5.2. Öneriler

Bu başlık altında çalışmadan elde edilen sonuçlara dayalı olarak uygulayıcılara ve araştırmacılara öneriler yer almaktadır.

5.2.1. Uygulayıcılara Yönelik Öneriler

Eğitim bilimlerinde, sağlık bilimlerinde tanı veya teşhis için karar alma süreçlerinde birçok tanı testi kullanılmaktadır. Bu tür durumlarda alınacak kararlar için kestirilen sınıflama doğruluğunun düzeyini ve sınıflama doğruluğunu etkileyen etmenleri test uygulayıcılarının önceden bilmeleri çok önem taşımaktadır. Bu çalışmanın sonuçları doğrultusunda uygulayıcılara aşağıdaki öneriler sunulmuştur:

1. Araştırma sonuçlarına göre DINA ve DINO modellerinde Q-matrisindeki nitelik sayısı 4'ten 6'ya çıktığında hem NDSO hem de ÖDSO değerleri azalmaktadır. Bir bilişsel tanı değerlendirme sürecinde tek bir testle ölçülen çok sayıda nitelik (Ör; 30 bkz. Rupp vd., 2010, s.64) ölçülmesi sınıflandırma performanslarına olumsuz yansıtacağı için test geliştirme sürecinde bu konu dikkate alınarak tasarım yapılmalıdır.
2. Bu çalışmada DMF gösteren maddenin madde nitelik ilişkisinin sınıflama doğruluğu üzerinde DINA ile DINO modelleri düzeylerinde farklı etkileri olduğu bulunmuştur. DINA modelinde DMF gösteren maddenin ölçtüğü nitelik sayısı arttıkça sınıflama doğruluğu nitelik ve örüntü düzeyinde artarken DINO modelinde DMF gösteren

maddenin ölçtüğü nitelik sayısı arttıkça sınıflama doğruluğu nitelik ve örüntü düzeyinde düşme eğilimindedir. Ayrıca DMF gösteren maddenin karmaşık yapıda olması DINA modelinde sınıflama doğruluğunun sağlamlığını olumlu etkilemektedir. Yani DMF gösteren madde basit yapıda olduğunda sınıflama doğruluğunu daha çok düşürmektedir.

Dolayısıyla test uygulayıcıları veya analiz için ölçme uzmanları bilişsel tanı modellerinde test için gerekli olan güvenilirlik düzeyini belirlerken ve testin yanlılığını etkileyebilecek çalışmaları yürütürken testin yapısına ilişkin madde nitelik ilişkisini dikkate almalıdır. Ayrıca DMF'nin sınıflama doğruluğuna etkisinin kullanılan modelin telafisel ya da telafisel olmayan model olma durumuna göre değişebileceğini bilinmelidir.

3. Çalışma sonuçlarına göre farklı her iki modelde de DMF koşullarında nitelik düzeyi sınıflama doğruluğunun tüm koşullarda sağlam olduğu, örüntü düzeyi sınıflama doğruluğunun DMF etkilerinden çok daha olumsuz yönde etkilendiği görülmüştür. Sınavı yapan ve değerlendiren uzmanlar uygulanan test ve sınavlar sonrası karar verme konusunun önem düzeyine göre hangi tür sınıflama doğruluğu oranlarının ne şekilde risklere daha açık veya daha sağlam olduğunu dikkate almalıdır. Örneğin; örüntü düzeyi sınıflama doğruluğunun nitelik sayısının artışından ve DMF etkisinden çok daha olumsuz yönde etkilendiğinden bu katsayısının yüksek önem düzeyinde alınan kararlarda kullanılması hususunda çok dikkatli olunması, çoklu kanıtlarla da desteklenmesi önerilir.
4. Farklı DMF etkilerinin ele alındığı çalışma sonuçlarında nitelik sayısının 4 olduğu tüm koşullarda örüntü düzeyinde doğru sınıflama oranları DINA ve DINO modeli için en az iyi güvenilirlik düzeyinde çıkmıştır. Dolayısıyla nitelik sayısı çok olmadığı durumda örüntü düzeyinde sınıflama doğruluğu DMF ile faktörlere karşı daha sağlam olmuştur. Uygulamada nitelik sayısı az ise örüntü düzeyinde sınıflamalara dayalı değerlendirmeler planlanıyorsa DMF etkisine karşı sağlam sonuçlar verdiğinden DINA v DINO modellerinin kullanımı önerilmektedir.
5. Çalışmada incelenen her faktör düzeyinde DINO modele ilişkin nitelik ve örüntü düzeyinde doğru sınıflama oranları anlamlı bir şekilde DINA modele kıyasla daha yüksek çıkmış ve daha sağlam kalmıştır. DMF faktörü ile ilgili risklerin daha fazla

olduğu düşünölen bir ölçme ve değeriendirme sürecinde, eğer ölçölen yapı DINO telafisel modeline uygunluk taşıyorsa DINO modelinin kullanımı önerilmektedir.

5.2.2. Araştırmacılara Yönelik Öneriler

1. Bu çalışma kapsamında veri telafisel (DINO) ve telafisel olmayan modele (DINA) göre üretilerek bulgu ve sonuçlar elde edilmiştir. Aynı çalışma telafisel veya telafisel olmayan başka modeller kullanılarak tekrarlanabilir ya da GDM (General diagnostic model; von Davier, 2005), LCDM (Henson, Templin, & Willse, 2009), G-DINA (de la Torre, 2011) gibi esnek farklı bilişsel tanı modelleri kullanılarak çalışma sonuçları incelenebilir.
2. Bu çalışmada ele alınan Q-matrislerdeki nitelikler arası hiyerarşi söz konusu değildir. Q-matrisin içerdığı niteliklerde hiyerarşi olduğu durum ya da durumlar ele alınarak çalışma tekrarlanabilir.
3. Mevcut çalışmada odak ve referans grubun eşit sayıda katılımcıya sahip olduğu varsayılmıştır. Gerçek durumlarda bu durum sağlanamayabilir. Bilişsel tanı modellerinde DINA modeli ile telafisel olan DINO modeli kapsamında değişen madde fonksiyonunun sınıflama performansına etkileri referans ve odak gruplarda eşit olmayan örneklem büyüklükleri, nitelikler arası ilişki, farklı test uzunlukları gibi farklı değişkenler dâhil edilerek incelenebilir.
4. Bu çalışma kapsamında belirlenen koşulların tümünün gerçek koşullarda oluşturulma imkanı olmadığı için hipotetik BTM'ye dayalı bir Monte Carlo simölasyon çalışması yürütölmüştür. BTM kapsamında değişen madde fonksiyonunun sınıflama performansına etkisinin farklı koşulları barındıran gerçek veri üzerinde analiz edilerek sonuçlarının incelenmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Ackerman, T., Zhang, W, Henson, R., & Templin, J. (2006, April). *Evaluating a third grade science benchmark test using a skills assessment model: Q-matrix evaluation*. Paper presented at the annual meeting of the National Council on Measurement in Education, San Francisco, CA.
- Akbay, L. (2021). Impact of retrofitting and item ordering on DIF. *Journal of Measurement and Evaluation in Education and Psychology*, 12(2), 212-225. <https://doi.org/10.21031/epod.886920>
- Başokçu, T. O., Öğretmen, T., & Kelecioğlu, H. (2013). Model data fit comparison between DINA and G-DINA in cognitive diagnostic models. *Education Journal*, 2(6), 256-262. <http://doi.org/10.11648/j.edu.20130206.18>
- Berberoğlu, G. (1996). The University Entrance Examinations in Turkey. *Studies in Educational Evaluation*, 22(4), 363-373.
- Boneau, C. A. (1960). The effects of violations of assumptions underlying the t test. *Psychological Bulletin*, 57(1), 49–64. <https://doi.org/10.1037/h0041412>
- Bradshaw, L., & Templin, J. (2014). Combining item response theory and diagnostic classification models: a psychometric model for scaling ability and diagnosing misconceptions. *Psychometrika*, 79, 403–425. doi: 10.1007/s11336-013-9350-4
- Bulut, O., & Sünbül, Ö. (2017). Monte Carlo Simulation Studies in Item Response Theory with the R Programming Language R Programlama Dili ile Madde Tepki Kuramında Monte Carlo Simülasyon Çalışmaları. *Journal of Measurement and Evaluation in Education and Psychology*, 8(3), 266-287.
- Büyüköztürk, Ş. (1997). İki faktörlü varyans analizi. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences (JFES)* , 30(1) , . DOI: 10.1501/Egifak_0000000272

- Chiu, C. (2008). *Cluster analysis for cognitive diagnosis: Theory and applications*. Doctoral Dissertation. University of Illinois, Urbana-Champaign.
- Chiu, C. Y. (2013). Statistical refinement of the Q-matrix in cognitive diagnosis. *Applied Psychological Measurement*, 37(8), 598-618.
- Chiu, C.-Y., & Douglas, J. (2013). A nonparametric approach to cognitive diagnosis by proximity to ideal response patterns. *Journal of Classification*, 30, 225-250. <https://doi.org/10.1007/s00357-013-9132-9>
- Chiu, C.-Y., Sun, Y., & Bian, Y. (2017). Cognitive diagnosis for small educational programs: The general nonparametric classification method. *Psychometrika*, 83(2), 355–375. <https://doi.org/10.1007/s11336-017-9595-4>
- Cho, S.-J., Suh, Y., & Lee, W. (2016). After differential item functioning is detected: IRT item calibration and scoring in the presence of DIF. *Applied Psychological Measurement*, 40, 573-591.
- Cui, Y., Gierl, M., & Chang, H.-H. (2012). Estimating classification consistency and accuracy for cognitive diagnostic assessment. *Journal of Educational Measurement*, 49(1), 19–38. <https://doi.org/10.1111/j.1745-3984.2011.00158.x>
- Cui, Y., Leighton, J. P., Gierl, M. J., & Hunka, S. (2006, April). *A person-fit statistic for the attribute hierarchy method: The hierarchy consistency index*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Council on Measurement in Education, San Francisco, CA.
- De Carlo, L. T. (2012). Recognizing Uncertainty in the Q-matrix via a Bayesian Extension of the DINA Model. *Applied Psychological Measurement*, 36(6), 447–468. <https://doi.org/10.1177/0146621612449069>
- de la Torre, J. (2008). An empirically-based method of Q-matrix validation for the DINA model: Development and applications. *Journal of Educational Measurement*, 45(4), 343-362. <https://doi.org/10.1111/j.1745-3984.2008.00069.x>
- de la Torre, J. (2009). DINA model and parameter estimation: a didactic. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 34, 115–130.
- de la Torre, J., & Chiu, C. Y. (2016). A general method of empirical Q-matrix validation. *Psychometrika*, 81(2), 253-273. <https://doi.org/10.1007/s11336-015-9467-8>

- de la Torre, J., ve Douglas, J. A. (2004). Higher-order latent trait models for cognitive diagnosis. *Psychometrika* 69, 333–353. doi: 10.1007/BF02295640
- de la Torre, J., & Lee, Y. S. (2010). A note on the invariance of the DINA model parameters. *Journal of Educational Measurement*, 47(1), 115-127.
- de la Torre, J., Hong, Y., & Deng, W. (2010). Factors affecting the item parameter estimation and classification accuracy of the DINA model. *Journal of Educational Measurement*, 47(2), 227-249. <https://doi.org/10.1111/j.1745-3984.2010.00110.x>
- de la Torre, J. (2011). The generalized DINA model framework. *Psychometrika*, 76(2), 179-199. <http://dx.doi.org/10.1007/s11336-011-9214-8>
- de la Torre, J., & Lee, Y. S. (2013). Evaluating the Wald test for item-level comparison of saturated and reduced models in cognitive diagnosis. *Journal of Educational Measurement*, 50(4), 355-373.
- Demir, E. K. (2013). *DINA Model ile geliştirilen bir testin psikometrik özelliklerinin belirlenmesi*, Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara. <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Elkonca, F. (2020). *ABİDE Özyeterlik ölçeği DMF kaynaklarının gizil sınıf yaklaşımıyla incelenmesi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara. <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Feng, Y. (2021). *Effect Size Measures For Differential Item Functioning In Cognitive Diagnostic Models* (Doctoral dissertation, Indiana University).
- Gao, M., Miller, M., & Liu, R. (2017). The Impact of Q-matrix Misspecification and Model Misuse on Classification Accuracy in the Generalized DINA Model. *Journal of Measurement and Evaluation in Education and Psychology*, 8(4) , 391-403 <https://doi.org/10.21031/epod.332712>
- Gierl, M. J., Leighton, J. E., & Hunka, S. M. (2007). *Using the attribute hierarchy method to make diagnostic inferences about respondents' cognitive skills*. In J. E. Leighton & M. J. Gierl (Eds.), *Cognitive diagnostic assessment for education: Theory and applications* (pp. 242-274). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Goodman, L. A., & Kruskal, W. H. (1954). Measures of association for cross classifications. *Journal of the American Statistical Association*, 49, 732–764.

- Gu, Y. Xu G. (2019). The sufficient and necessary condition for the identifiability and estimability of the DINA model. *Psychometrika*, 84, 468-483.
<https://doi.org/10.1007/s11336-018-9619-8>
- Haertel, E. H. (1989). Using restricted latent class models to map the skill structure of achievement items. *Journal of Educational Measurement*, 26, 333–352.
- Hambleton, R. K., & Rogers, H. J. (1989). Detecting potentially biased test items: Comparison of IRT area and Mantel-Haenszel methods. *Applied Measurement in Education*, 2(4), 313-334.
- Hartz, S. M. (2002). *A Bayesian framework for the Unified Model for assessing cognitive abilities: Blending theory with practicality*. (Unpublished doctoral dissertation). Champaign , IL : University of Illinois.
- Henson, R., & Douglas, J. (2005). Test construction for cognitive diagnosis. *Applied Psychological Measurement*, 29(4), 262-277. doi: 10.1177/0146621604272623
- Henson, R. A., Templin, J. L., & Willse, J. T. (2009). Defining a family of cognitive diagnosis models using log-linear models with latent variables. *Psychometrika*, 74, 191-210.
<https://doi.org/10.1007/s11336-008-9089-5>
- Holland, P. W., & Wainer, H.(Eds.) (1993). *Differential item functioning*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Hou, L. (2013). *Differential item functioning assessment in cognitive diagnostic modeling: Applying the Wald test to investigate DIF in the generalized DINA model framework*. University of Delaware, Newark.
- Hou, L., de la Torre, J. D., & Nandakumar, R. (2014). Differential item functioning assessment in cognitive diagnostic modeling: Application of the Wald test to investigate DIF in the DINA model. *Journal of Educational Measurement*, 51, 98-125.
- Hu, J., Miller, M. D., Huggins-Manley, A. C., & Chen, Y. H. (2016). Evaluation of Model Fit in Cognitive Diagnosis Models, *International Journal of Testing*, 16:2, 119-141, DOI: 10.1080/15305058.2015.1133627

- Jang, E. E. (2005). *A validity narrative: Effects of reading skills diagnosis on teaching and learning in the context of NG TOEFL*. (Unpublished doctoral dissertation). University of Illinois, Philosophy in Education, Urbana-Champaign.
- Johnson, M. S., & Sinharay, S. (2018). Measures of agreement to assess attribute-level classification accuracy and consistency for cognitive diagnostic assessments. *Journal of Educational Measurement*, 55(4), 635–664. <https://doi.org/10.1111/jedm.12196>
- Junker, B. W., & Sijtsma, K. (2001). Cognitive assessment models with few assumptions, and connections with nonparametric item response theory. *Applied Psychological Measurement*, 25(3), 258-272.
- Kalaycıoğlu, D. B., & Kelecioğlu, H. (2011). Öğrenci Seçme Sınavı'nın madde yanlılığı açısından incelenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 36(161).
- Kalkan, Ö. K. (2016). *Bilişsel tanı modellerinin değişen koşullar altında karşılaştırılması: DINA, RDINA, HODINA ve HORDINA Modelleri*. (Doktora tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Kirk, R. E. (2013). *Experimental design: Procedures for the behavioral sciences*. SAGE Publications. Edition:4
- Köhn, H. F., & Chiu, C. Y. (2016). A proof of the duality of the DINA model and the DINO model. *Journal of Classification*, 33, 171-184.
- Kunina-Habenicht, O., Rupp, A. A., & Wilhelm, O. (2012). The impact of model misspecification on parameter estimation and item-fit assessment in log-linear diagnostic classification models. *Journal of Educational Measurement*, 49(1), 59-81.
- Leighton, J. P., & Gierl, M. J. (Eds.). (2007). *Cognitive diagnostic assessment for education: Theory and applications*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Leighton, J. P., Gierl, M. J., & Hunka, S. M. (2004). The attribute hierarchy method for cognitive assessment: A variation on Tatsuoaka's rule-space approach. *Journal of educational measurement*, 41(3), 205-237.
- Li, F. (2008). *A modified higher-order DINA model for detecting differential item functioning and differential attribute functioning* (Doctoral dissertation, University of Georgia). Retrieved from https://getd.libs.uga.edu/pdfs/li_feiming_200812_phd.pdf

- Li, H., Hunter, C. V. & Lei, P. (2016). The selection of cognitive diagnostic models for a reading comprehension test. *Language Testing*, 33(3), 391-409.
- Li, X., & Wang, W. C. (2015). Assessment of differential item functioning under cognitive diagnosis models: The DINA model example. *Journal of Educational Measurement*, 52(1), 28-54.
- Liu, Y., Yin, H., Xin, T., Shao, L., & Yuan, L. (2019). A comparison of differential item functioning detection methods in cognitive diagnostic models. *Frontiers in Psychology*, 10, 1137.
- Lix, L. M., Keselman, J. C., & Keselman, H. J. (1996). Consequences of Assumption Violations Revisited: A Quantitative Review of Alternatives to the One-Way Analysis of Variance “F” Test. *Review of Educational Research*, 66(4), 579. doi:10.2307/1170654
- Ma, W. (2017). *A sequential cognitive diagnosis model for graded response: model development, Q-matrix validation, and model comparison* (Doctoral dissertation). Retrieved from <https://rucore.libraries.rutgers.edu/rutgers-lib/55582/>
- Ma, W., Iaconangelo, C., & de la Torre, J. (2016). Model similarity, model selection and attribute classification. *Applied Psychological Measurement*, 40, 200-217. <https://doi.org/10.1177/0146621615621717>
- Ma, W., Terzi, R., & de la Torre, J. (2021). Detecting differential item functioning using multiple-group cognitive diagnosis models. *Applied Psychological Measurement*, 45(1), 37-53.
- Macready, G. B., & Dayton, C. M. (1977). The use of probabilistic models in the assessment of mastery. *Journal of Educational Statistics*, 2,(2), 99–120.
- Madison, M. J., & Bradshaw, L. P. (2015). The effects of Q-matrix design on classification accuracy in the log-linear cognitive diagnosis model. *Educational and Psychological Measurement*, 75(3), 491-511.
- Maris, E. (1999). Estimating multiple classification latent class models. *Psychometrika*, 64(2), 187-212.

- Milewski, G. B., Baron, P. A. (2002, April) *Extending DIF methods to inform aggregate report on cognitive skills*. In: Paper presented at the annual meeting of the National Council of Measurement in Education, New Orleans, Louisiana.
- Nájera, P., Abad, F. J., & Sorrel, M. A. (2021). Determining the number of attributes in cognitive diagnosis modeling. *Frontiers in Psychology*, 12, 321.
- Norton, D. W. (1952). *An empirical investigation of the effects of nonnormality and heterogeneity upon the F-test of analysis of variance*. (Unpublished doctoral dissertation). State University of Iowa.
- No Child Left Behind Act of 2001 (NCLB) Public Law 107-110.
- Öğretmen, T. (1995). *Differential Item Functioning Analysis of the Verbal Ability Section of the First Stage of the University Entrance Examination in Turkey*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Pan-Lou, L. I. U., Qian-Meng, Z. H. A. N. G., Zong-Jun, Z. H. E. N. G., & Hao, Y. U. N. (2019). The Robustness of the Item-level Model Comparison Statistics in Cognitive Diagnostic Models. *Journal of Psychological Science*, (5), 1251.
- Paulsen, J., Svetina, D., Feng, Y., & Valdivia, M. (2020). Examining the impact of differential item functioning on classification accuracy in cognitive diagnostic models. *Applied Psychological Measurement*, 44(4), 267-281.
- R Core Team (2021). *R: A language and environment for statistical computing* (Version 4.1.2). R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- Raju, N. S., Bode, R. K., & Larsen, V. S. (1989). An empirical assessment of the Mantel-Haenszel for studying differential item performance. *Applied Measurement in Education*, 2(1), 1-13.
- Ravand, H. (2016). Application of a Cognitive Diagnostic Model to a High-Stakes Reading Comprehension Test. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 34(8), 782-799.

- Roberts, M. R., ve Gierl, M. J. (2010). Developing Score Reports for Cognitive Diagnostic Assessments. *Educational Measurement: Issues and Practice*. Fall 2010, 29(3), 25-38.
- Robitzsch, A., Kiefer, T., George, A. C., & Uenlue, A. (2020). *CDM: Cognitive Diagnosis Modeling* (R Package Version 7.5-15). <http://CRAN.R-project.org/package=CDM>.
- Roussos, L. A., Templin, J. L., & Henson, R. A. (2007). Skills diagnosis using IRT-based latent class models. *Journal of Educational Measurement*, 44(4), 293-311.
- Rupp, A. A., & Templin, J. L. (2007, April). Unique characteristics of cognitive diagnosis models. In annual meeting of the National Council on Measurement in Education, Chicago, IL.
- Rupp, A. A., & Templin, J. (2008). The effects of Q-matrix misspecification on parameter estimates and classification accuracy in the DINA model. *Educational and Psychological Measurement*, 68(1), 78-96. <https://doi.org/10.1177/0013164407301545>
- Rupp, A., Templin, J., & Henson, R. (2010). *Diagnostic Measurement: Theory, Methods, and Applications*. New York: The Guildford Press.
- Rutherford, A. (2011). *ANOVA and ANCOVA: A GLM Approach*. UK: John Wiley & Sons.
- Sessoms, J., & Henson, R. A. (2018). Applications of diagnostic classification models: A literature review and critical commentary. *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives*, 16(1), 1-17. doi:10.1080/15366367.2018.1435104
- Sarıtaş Akyol, S. ve Çakan M. (2022). Bilişsel Tanı Çerçevesinde GDINA, DINA, DINO Model Uyumlarının Madde ve Test Düzeyinde Gerçek Veriye Dayalı Olarak Karşılaştırılması. *Gazi University Journal of Gazi Educational Faculty (GUJGEF)*, 42(2).
- Shu, Z., Henson, R., & Willse, J. (2013). Using neural network analysis to define methods of DINA model estimation for small sample sizes. *Journal of Classification*, 30, 173-194.
- Sinharay, S., & Johnson, M. S. (2019). *Measures of agreement: Reliability, classification accuracy, and classification consistency*. In Handbook of diagnostic classification models (pp. 359-377). Springer, Cham.

- Sünbül, S. Ö. (2013). *Bilişsel tanı modellerinde parametre kestirimini ve sınıflama tutarlılığını etkileyen faktörlerin incelenmesi*. (Doktora tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Svetina, D., Feng, Y., Paulsen, J., Valdivia, M., Valdivia, A., & Dai, S. (2018). Examining DIF in the context of CDMs when the Q-matrix is misspecified. *Frontiers in Psychology*, 9, Article 696.
- Tan, Ş. (2016). *Spss ve excel uygulamalı temel istatistik 1*. Ankara: Pegem Akademi.
- Templin, J., & Bradshaw, L. (2013). Measuring the reliability of diagnostic classification model examinee estimates. *Journal of Classification*, 30, 251-275.
- Templin, J. L., & Henson, R. A. (2006). Measurement of psychological disorders using cognitive diagnosis models. *Psychological Methods*, 11(3), 287-305. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.11.3.287>
- Terzi, R. (2017). *New Q-matrix validation procedures* (Doctoral dissertation). Retrieved from <https://rucore.libraries.rutgers.edu/rutgers-lib/55750/>
- Toker, T. (2010). *Cognitive diagnostic assessment of TIMSS-2007 mathematics achievement items for 8th graders in Turkey*. (Yüksek Lisans Tezi), University of Denver, in Denver, Colorado. <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Toprak, T. E. (2015). *Cognitive diagnostic assessment of second language reading comprehension: Application of the log-linear cognitive diagnosis modeling to language testing*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi), Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Uyumaz, G. (2016). *DINA Modelde Q-matrisinin hatalı belirlenmesinin farklı örneklem büyüklüklerinde parametre kestirime ve bireylerin sınıflandırılmasına etkisi*. Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara. (Yayımlanmamış Doktora tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- von Davier, M. (2005). *A general diagnostic model applied to language testing data* (Research Report No. RR-05-16). Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- von Davier, M. (2014). *The Log-Linear Cognitive Diagnostic Model (LCDM) as a Special Case of the General Diagnostic Model (GDM)*. (ETS Research Report No. RR-14-40). Princeton, NJ: Educational Testing Service.

- Wang, S., & Douglas, J. (2015). Consistency of nonparametric classification in cognitive diagnosis. *Psychometrika*, 80(1), 85-100. <https://doi.org/10.1007/S11336-013-9372Y>
- Wang, W., Song, L., Ding, S., Meng, Y., Cao, C., & Jie, Y. (2018). An EM-Based Method for Q-matrix Validation. *Applied Psychological Measurement*, 42(6), 446–459. <https://doi.org/10.1177/0146621617752991>
- Wickham, H., Chang, W., Henry, L., Pedersen, T. L., Takahashi, K., Wilke, C., Woo, K., Yutani, H., & Dunnington, D. (2023, April). *ggplot2* [software package in R]. Retrieved from <https://cran.r-project.org/web/packages/ggplot2/index.html>
- Yakar, L., Doğan, N., Dost, Ş., & Sezen Yüksel, N. (2021). Monitoring Student Achievement with Cognitive Diagnosis Model. *Journal of Measurement and Evaluation in Education and Psychology*, 12(3), 303-320. doi: 10.21031/epod.903084
- Yavuz, E. (2021). *Parametrik olmayan bilişsel tanılama, yapay sinir ağı ve DINO modelinin sınıflandırma performanslarının karşılaştırılması*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi), Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara. <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Yenal, E. (1995). Differential Item Functioning Analysis of the Quantitative Ability Section of the First Stage of the University Entrance Examination in Turkey. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi) Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Yi, Y. (2012). *Implementing a cognitive diagnostic assessment in an institutional test: A new networking model in language testing and experiment with a new psychometric model and task type*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi), University of Illinois, Philosophy in Educational Psychology, Urbana-Champaign.
- Zhang, W. (2006). *Detecting differential item functioning using the DINA model*. (Unpublished Doctoral Dissertation), The University of North Carolina, Greensboro. Retrieved from <https://libres.uncg.edu/ir/uncg/listing.aspx?id=1075>
- Zumbo, B. D. (2007). Three generations of DIF analyses: Considering where it has been, where it is now, and where it is going. *Language Assessment Quarterly*, 4, 223-233.

EKLER



EK 1. DINA Modeline İlişkin ÖDSO Değerleri Etkileşim Etkileri İçin Yapılan Manidarlık Testleri

Ek 1. Tablo 1. Referans grup ÖDSO değerlerinin DMF türü düzeylerinde DMF büyüklüğü ile DMF’li madde yüzdesi değişkenleri ile faktöriyel ANOVA bulguları

Kaynak	DMF türü					
	Tek biçimli			Tek biçimli olmayan		
	F	p	η_p^2	F	p	η_p^2
B	19,233	0,000*	0,012	0,041	0,989	0,000
%	38,005	0,000*	0,008	0,033	0,855	0,000
B * %	1,682	0,169	0,001	0,055	0,983	0,000

*p<.001, B: DMF büyüklüğü, %: DMF yüzdesi

Ek 1. Tablo 2. Referans grup ÖDSO değerlerinin DMF türü düzeylerinde DMF büyüklüğü ile DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı değişkenleri ile faktöriyel ANOVA bulguları

Kaynak	DMF türü					
	Tek biçimli			Tek biçimli olmayan		
	F	p	η_p^2	F	p	η_p^2
B	20,088	0,000*	0,012	0,041	0,989	0,000
K	38,005	0,000*	0,047	0,040	0,961	0,000
B * K	1,682	0,169	0,005	0,014	1,000	0,000

*p<.001, B: DMF büyüklüğü, K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı

Ek 1. Tablo 3. Referans grup ÖDSO değerlerinin DMF’li maddelerin ölçtüğü nitelik sayısı düzeylerinde DMF türü ile DMF’li madde yüzdesi değişkenleri ile faktöriyel ANOVA bulguları

K	Kaynak	F	p	η_p^2
1 Nitelik	Tür	355,079	0,000*	0,100
	%	27,229	0,000*	0,008
	Tür * %	27,994	0,000*	0,009
2 Nitelik	Tür	39,640	0,000*	0,012
	%	2,291	0,130	0,001
	Tür * %	2,479	0,115	0,001
3 Nitelik	Tür	19,150	0,000*	0,006
	%	0,897	0,344	0,000
	Tür * %	1,558	0,212	0,000

*p<.001, Tür: DMF türü, %: DMF’li madde yüzdesi, K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı

Ek 1. Tablo 4. Odak grup ÖDSO değerlerinin DMF’li maddelerin ölçtüğü nitelik sayısı düzeylerinde nitelik sayısı ile DMF’li madde yüzdesi değişkenleri ile faktöriyel ANOVA bulguları

K	Kaynak	F	p	η_p^2
1 Nitelik	Ni	12677,673	0,000*	0,799
	%	800,550	0,000*	0,200
	Ni * %	24,158	0,000*	0,008
2 Nitelik	Ni	79853,578	0,000*	0,962
	%	329,769	0,000*	0,094

	Ni * %	7,665	0,006	0,002
3 Nitelik	Ni	95896,361	0,000*	0,968
	%	319,065	0,000*	0,091
	Ni * %	21,809	0,000*	0,007

*p<.001, Ni: Nitelik sayısı, %: DMF’li madde yüzdesi, K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı

Ek 1. Tablo 5. Odak grup ÖDSO değerlerinin DMF türü düzeylerinde DMF büyüklüğü ile DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı değişkenleri ile faktöriyel ANOVA bulguları

Kaynak	DMF türü					
	Tek biçimli			Tek biçimli olmayan		
	F	p	η_p^2	F	p	η_p^2
B	19,233	0,000*	0,010	48,347	0,000*	0,029
K	38,005	0,000*	0,034	343,739	0,000*	0,126
B * K	1,682	0,169	0,004	11,711	0,000*	0,014

*p<.001, B: DMF büyüklüğü, K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı

Ek 1. Tablo 6. Odak grup ÖDSO değerlerinin DMF türü tek biçimli olmayan düzeyinde DMF büyüklüğüne göre DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısının ikili karşılaştırmaları

DMF büyüklüğü	(I) K	(J) K	DMF türü: TBO
			Ortalama farkı (I-J)
0,075	1 Nitelik	2 Nitelik	-,038*
		3 Nitelik	-,046*
	2 Nitelik	3 Nitelik	-,007
0,10	1 Nitelik	2 Nitelik	-,051*
		3 Nitelik	-,058*
	2 Nitelik	3 Nitelik	-,007
0,15	1 Nitelik	2 Nitelik	-,074*
		3 Nitelik	-,082*
	2 Nitelik	3 Nitelik	-,007
0,20	1 Nitelik	2 Nitelik	-,095*
		3 Nitelik	-,104*
	2 Nitelik	3 Nitelik	-,008

*p<.001, K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı, TBO: Tek biçimli olmayan

Ek 1. Tablo 7. Odak grup ÖDSO değerlerinin DMF türü düzeylerinde DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısına göre DMF büyüklüğünün ikili karşılaştırmaları

K	(I)DMF büyüklüğü	(J)DMF büyüklüğü	DMF türü: TBO
			Ortalama farkı (I-J)
1 Nitelik	0,075	0,10	,017
		0,15	,050*
		0,20	,077*
	0,10	0,15	,033*
		0,20	,059*

	0,15	0,20	,026*
2 Nitelik	0,075	0,10	,005
		0,15	,014
		0,20	,020
	0,10	0,15	,010
		0,20	,015
	0,15	0,20	,006
3 Nitelik	0,075	0,10	,005
		0,15	,014
		0,20	,019
	0,10	0,15	,009
		0,20	,014
	0,15	0,20	,005

*p<.001, K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı, TBO: Tek biçimli olmayan

Ek 1. Tablo 8. Odak grup ÖDSO değerlerinin DMF’li maddelerin ölçtüğü nitelik sayısı düzeylerinde DMF türü ile DMF’li madde yüzdesi değişkenleri ile faktöriyel ANOVA bulguları

K	Kaynak	F	p	η_p^2
1 Nitelik	B	76,366	0,000*	0,067
	%	173,023	0,000*	0,051
	B * %	4,968	0,002	0,005
2 Nitelik	B	6,387	0,000*	0,006
	%	12,754	0,000*	0,004
	B * %	0,414	0,743	0,000
3 Nitelik	B	4,587	0,003	0,004
	%	10,324	0,001	0,003
	B * %	0,465	0,707	0,000

*p<.001, Tür: DMF türü, %: DMF’li madde yüzdesi, K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı

Ek 1. Tablo 9. Odak grup ÖDSO değerlerinin DMF’li maddelerin ölçtüğü nitelik sayısı düzeylerinde DMF türü ile DMF’li madde yüzdesi değişkenleri ile faktöriyel ANOVA bulguları

K	Kaynak	F	p	η_p^2
1 Nitelik	Tür	266,127	0,000*	0,077
	%	175,427	0,000*	0,052
	Tür * %	21,606	0,000*	0,007
2 Nitelik	Tür	21,753	0,000*	0,007
	%	12,779	0,000*	0,004
	Tür * %	0,798	0,372	0,000
3 Nitelik	Tür	13,397	0,000*	0,004
	%	10,335	0,001	0,003
	Tür * %	1,047	0,306	0,000

*p<.001, Tür: DMF türü, %: DMF’li madde yüzdesi, K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı

EK 2. DINO Modeline İlişkin NDSO Değerleri Etkileşim Etkileri İçin Yapılan Manidarlık Testleri

Ek 2. Tablo 1. Referans grup NDSO değerlerinin nitelik sayısı düzeylerinde DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF’li madde yüzdesi ve DMF’li maddelerin ölçtüğü nitelik sayısı ile faktöriyel ANOVA bulguları

Kaynak	Nitelik sayısı					
	4			6		
	F	p	η_p^2	F	p	η_p^2
B	55,600	0,000*	0,034	1112,595	0,000*	0,413
Tür	1356,188	0,000*	0,222	120,078	0,000*	0,025
%	152,430	0,000*	0,031	364,484	0,000*	0,071
K	349,684	0,000*	0,128	82,112	0,000*	0,033
B * Tür	66,904	0,000*	0,041	2153,606	0,000*	0,576
B * %	12,920	0,000*	0,008	764,260	0,000*	0,325
B * K	16,987	0,000*	0,021	80,158	0,000*	0,092
Tür * %	170,721	0,000*	0,035	226,826	0,000*	0,046
Tür * K	387,596	0,000*	0,140	251,599	0,000*	0,096
% * K	37,943	0,000*	0,016	252,828	0,000*	0,096
B * Tür * %	10,541	0,000*	0,007	164,322	0,000*	0,094
B * Tür * K	12,156	0,000*	0,015	40,184	0,000*	0,048
B * % * K	7,588	0,000*	0,009	59,063	0,000*	0,069
Tür * % * K	80,580	0,000*	0,033	11,229	0,000*	0,005
B * Tür * % * K	4,483	0,000*	0,006	123,369	0,000*	0,135

*p<.001, B: DMF büyüklüğü, Tür: DMF türü, %: DMF’li madde yüzdesi, K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı

Ek 2. Tablo 2. Referans grup NDSO değerlerinin nitelik sayısı 4 ve DMF türü düzeylerinde DMF büyüklüğü ile DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı değişkenleri ile faktöriyel ANOVA bulguları

Nitelik sayısı	Kaynak	DMF türü					
		Tek biçimli			Tek biçimli olmayan		
		F	p	η_p^2	F	p	η_p^2
4	B	94,881	0,000*	0,107	5167	0,001	0,006
	K	593,061	0,000*	0,332	5,217	0,005	0,004
	B * K	16,613	0,000*	0,040	8,229	0,000*	0,020

*p<.001, B: DMF büyüklüğü, K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı

Ek 2. Tablo 3. Referans grup NDSO değerlerinin nitelik sayısı 4 ve DMF türü düzeylerinde DMF büyüklüğüne göre DMF’li madde nitelik sayısının ikili karşılaştırmaları

DMF büyüklüğü	(I) K	(J) K	Nitelik sayısı: 4	
			DMF türü	
			TB	TBO
0,075	1 Nitelik	2 Nitelik	,003*	,000
		3 Nitelik	,007*	,000
	2 Nitelik	3 Nitelik	,004*	,000
0,10	1 Nitelik	2 Nitelik	,002	-,004*

		3 Nitelik	,009*	-,003*
	2 Nitelik	3 Nitelik	,007*	,001
0,15	1 Nitelik	2 Nitelik	,001	,000
		3 Nitelik	,011*	,000
	2 Nitelik	3 Nitelik	,010*	,001
0,20	1 Nitelik	2 Nitelik	,001	,000
		3 Nitelik	,013*	,001
	2 Nitelik	3 Nitelik	,013*	,000

*p<.001 K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı, TB: Tek biçimli, TBO: Tek biçimli olmayan

Ek 2. Tablo 4. Referans grup NDSO değerlerinin değerlerinin nitelik sayısı 4 ve DMF türü düzeylerinde DMF’li madde nitelik sayısına göre DMF büyüklüğünün ikili karşılaştırmaları

K	(I)DMF büyüklüğü	(J)DMF büyüklüğü	Nitelik sayısı: 4	
			DMF türü	
			TB	TBO
			Ortalama fark(I-J)	Ortalama fark(I-J)
1 Nitelik	0,075	0,10	,001	,004*
		0,15	,003*	,000
		0,20	,005*	,000
	0,10	0,15	,001	-,004*
		0,20	,003*	-,004*
	0,15	0,20	,002	,000
2 Nitelik	0,075	0,10	,000	-,001
		0,15	,001	-,001
		0,20	,002*	,000
	0,10	0,15	,001	,000
		0,20	,002	,001
	0,15	0,20	,001	,001
3 Nitelik	0,075	0,10	,003*	,000
		0,15	,006*	,000
		0,20	,011*	,000
	0,10	0,15	,003*	,000
		0,20	,008*	,000
	0,15	0,20	,004*	,000

*p<.001 K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı, TB: Tek biçimli, TBO: Tek biçimli olmayan

Ek 2. Tablo 5. Referans grup NDSO değerlerinin nitelik sayısı 4 ve DMF türü düzeylerinde DMF yüzdesi ile DMF’li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı değişkenleri ile faktöriyel ANOVA bulguları

Nitelik sayısı	Kaynak	DMF türü					
		Tek biçimli			Tek biçimli olmayan		
		F	p	η_p^2	F	p	η_p^2
4	%	267,779	0,000*	0101	0,243	0,622	0,000
	K	606,892	0,000*	0,336	5,144	0,006	0,004
	% * K	87,599	0,000*	0,068	12,104	0,000*	0,010

*p<.001, %: DMF yüzdesi, K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı

Ek 2. Tablo 6. Referans grup NDSO değerlerinin nitelik sayısı 4 ve DMF türü düzeylerinde DMF yüzdesine göre DMF’li madde nitelik sayısı arasında yapılan ikili karşılaştırmalar

				DMF türü	
				TB	TBO
Nitelik sayısı	DMF yüzdesi	(I) K	(J) K	Ortalama farkı(I-J)	Ortalama farkı(I-J)
4	%20	1 Nitelik	2 Nitelik	,003*	,000
			3 Nitelik	,007*	,001
		2 Nitelik	3 Nitelik	,005*	,001
	%30	1 Nitelik	2 Nitelik	,001	-,002*
			3 Nitelik	,013*	-,002*
		2 Nitelik	3 Nitelik	,013*	,000

*p<.001, %: DMF yüzdesi, TB: Tek biçimli, TBO: Tek biçimli olmayan

Ek 2. Tablo 7. Referans grup NDSO değerlerinin nitelik sayısı 4 ve DMF türü düzeylerinde DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısına göre DMF yüzdesinin ikili karşılaştırmaları

Nitelik sayısı	DMF türü	K	(I) DMF yüzdesi	(J) DMF yüzdesi	Ortalama fark(I-J)
4	TB	1 Nitelik	%20	%30	,003*
		2 Nitelik	%20	%30	,001
		3 Nitelik	%20	%30	,009*
	TBO	1 Nitelik	%20	%30	,001*
		2 Nitelik	%20	%30	,000
		3 Nitelik	%20	%30	-,001

*p<.001 K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı, TB: Tek biçimli, TBO: Tek biçimli olmayan

Ek 2. Tablo 8. Referans grup NDSO değerleri nitelik sayısı 6 ve DMF türü düzeylerinde DMF büyüklüğü, DMF yüzdesi ve DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı değişkenleri ile faktöriyel ANOVA bulguları

Nitelik sayısı: 6						
DMF türü		Tek biçimli			Tek biçimli olmayan	
Kaynak	F	p	η_p^2	F	p	η_p^2
B	136,005	0,000*	0,147	3541,970	0,000*	0,817
%	520,285	0,000*	0,180	9,240	0,000*	0,004
K	213,365	0,000*	0,152	107,553	0,000*	0,083
B * %	112,779	0,000*	0,125	912,486	0,000*	0,535
B * K	27,855	0,000*	0,066	101,375	0,000*	0,204
% * K	97,063	0,000*	0,076	176,612	0,000*	0,129
B * % * K	26,323	0,007	0,062	173,957	0,000*	0,305

*p<.001, B: DMF büyüklüğü, %: DMF’li maddelerin yüzdesi, K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı

Ek 2. Tablo 9. Referans grup NDSO değerlerinin nitelik sayısı 6, DMF türü ve DMF yüzdesi düzeylerinde DMF büyüklüğü ve DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı değişkenleri ile faktöriyel ANOVA bulguları

Nitelik sayısı: 6							
DMF türü		Tek biçimli			Tek biçimli olmayan		
%	Kaynak	F	p	η_p^2	F	p	η_p^2
%20	B	29,718	0,000*	0,070	2854,813	0,000*	0,878
	K	74,680	0,000*	0,112	236,092	0,000*	0,284
	B * K	2,640	0,015	0,013	231,130	0,000*	0,539
%30	B	230,709	0,000*	0,368	1403,412	0,000*	0,780
	K	245,653	0,000*	0,293	18,678	0,000*	0,030
	B * K	54,545	0,000*	0,216	14,979	0,000*	0,070

*p<.001, B: DMF büyüklüğü, %: DMF’li maddelerin yüzdesi, K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı

Ek 2. Tablo 10. Referans grup NDSO değerlerinin nitelik sayısı 6, DMF türü ve DMF yüzdesi düzeylerinde DMF büyüklüğüne göre DMF’li madde nitelik sayısının ikili karşılaştırmaları

Nitelik sayısı: 6						
		DMF türü	TB		TBO	
		DMF yüzde	%20	%30	%20	%30
DMF büyüklüğü	(I) K	(J) K	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)
0,075	1 Nitelik	2 Nitelik	,002	,001	,028*	-,005*
		3 Nitelik	,002	,004*	,006*	-,006*
	2 Nitelik	3 Nitelik	,001	,003*	-,022*	-,001
0,10	1 Nitelik	2 Nitelik	,003*	-,014*	,001	,000
		3 Nitelik	,005*	,000	,001	,000
	2 Nitelik	3 Nitelik	,001	-,014*	,000	,000
0,15	1 Nitelik	2 Nitelik	,004*	-,001	,000	-,001
		3 Nitelik	,005*	,006*	,000	-,001
	2 Nitelik	3 Nitelik	,001	,006*	,000	,000
0,20	1 Nitelik	2 Nitelik	,003*	,000	-,001	,000
		3 Nitelik	,006*	,008*	-,001	,000
	2 Nitelik	3 Nitelik	,003*	,007*	,000	,000

*p<.001 K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı, TB: Tek biçimli, TBO: Tek biçimli olmayan

Ek 2. Tablo 11. Referans grup NDSO değerlerinin nitelik sayısı 6, DMF türü ve DMF yüzdesi düzeylerinde DMF’li madde nitelik sayısına göre DMF büyüklüğünün ikili karşılaştırmaları

Nitelik sayısı: 6						
		DMF türü	TB		TBO	
		DMF yüzde	%20	%30	%20	%30
K	(I)DMF büyüklüğü	(J)DMF büyüklüğü	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)
1 Nitelik	0,075	0,10	-,001	,017*	-,019*	-,007*
		0,15	,000	,003*	-,019*	-,021*
		0,20	,002	,005*	-,018*	-,021*

	0,10	0,15	,001	-,013*	,001	-,014*
		0,20	,003*	-,012*	,002	-,014*
	0,15	0,20	,002	,001	,001	-,001
2 Nitelik	0,075	0,10	,001	,002	-,047*	-,001
		0,15	,002	,002	-,047*	-,016*
		0,20	,003	,004*	-,047*	-,015*
	0,10	0,15	,002	,000	,000	-,015*
		0,20	,003	,002	,000	-,014*
		0,20	,001	,002	,000	,001
3 Nitelik	0,075	0,10	,002	,013*	-,025*	-,001
		0,15	,003*	,006*	-,024*	-,016*
		0,20	,006*	,009*	-,025*	-,015*
	0,10	0,15	,002	-,007*	,001	-,015*
		0,20	,004*	-,004*	,000	-,014*
		0,20	,003	,003*	,000	,001

* $p < .001$ K: DMF'li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı, TB: Tek biçimli, TBO: Tek biçimli olmayan

Ek 2. Tablo 12. Odak grup NDSO değerlerinin nitelik sayısı düzeylerinde DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF'li madde yüzdesi ile DMF'li maddelerin ölçtüğü nitelik sayısı değişkenleriyle faktöriyel ANOVA bulguları

Kaynak	Nitelik sayısı					
	4			6		
	F	p	η_p^2	F	p	η_p^2
B	295,333	0,000*	0,157	665,226	0,000*	0,296
Tür	1242,551	0,000*	0,207	3053,656	0,000*	0,391
%	1016,288	0,000*	0,176	1071,809	0,000*	0,184
K	3154,752	0,000*	0,570	791,891	0,000*	0,250
B * Tür	25,620	0,000*	0,016	1835,982	0,000*	0,537
B * %	37,336	0,000*	0,023	135,838	0,000*	0,079
B * K	55,735	0,000*	0,066	472,453	0,000*	0,374
Tür * %	168,736	0,000*	0,034	17,835	0,000*	0,004
Tür * K	75,621	0,000*	0,031	452,162	0,000*	0,160
% * K	336,269	0,000*	0,124	101,948	0,000*	0,041
B * Tür * %	2,057	0,104	0,001	132,100	0,000*	0,077
B * Tür * K	5,156	0,000*	0,006	254,297	0,000*	0,243
B * % * K	2,254	0,036	0,003	70,206	0,000*	0,081
Tür * % * K	7,582	0,001	0,003	112,895	0,000*	0,045
B * Tür * % * K	2,458	0,022	0,003	111,926	0,000*	0,124

* $p < .001$, B: DMF büyüklüğü, Tür: DMF türü, %: DMF'li madde yüzdesi, K: DMF'li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı

Ek 2. Tablo 13. Odak grup NDSO değerleri nitelik sayısı 4 düzeyinde DMF büyüklüğüne göre DMF türünün ikili karşılaştırmaları

Nitelik sayısı	DMF büyüklüğü	(I) DMF türü	(J) DMF türü	Ortalama farkı (I-J)
4	0,075	TB	TBO	,004*
	0,10	TB	TBO	,005*
	0,15	TB	TBO	,007*

0,20	TB	TBO	,008*
------	----	-----	-------

*p<.001, TB: Tek biçimli, TBO: Tek biçimli olmayan.

Ek 2. Tablo 14. Odak grup NDSO değerleri nitelik sayısı 4 düzeyinde DMF türüne göre DMF büyüklüğünün ikili karşılaştırmaları

Nitelik sayısı	DMF türü	(I)DMF büyüklüğü	(J)DMF büyüklüğü	Ortalama fark(I-J)
4	TB	0,075	0,10	0,009*
			0,15	0,003*
			0,20	0,004*
		0,10	0,15	-0,006*
			0,20	-0,004*
		0,15	0,20	,001
	TBO	0,075	0,10	-,021*
			0,15	-,021*
			0,20	-,019*
		0,10	0,15	,001
			0,20	,002*
		0,15	0,20	,001

*p<.001, TB: Tek biçimli, TBO: Tek biçimli olmayan.

Ek 2. Tablo 15. Odak grup NDSO değerleri nitelik sayısı 4 düzeyinde DMF büyüklüğüne göre DMF yüzdesinin ikili karşılaştırmaları

Nitelik sayısı	DMF büyüklüğü	(I) DMF yüzdesi	(J) DMF yüzdesi	Ortalama fark(I-J)
4	0,075	%20	%30	,004*
	0,10	%20	%30	,004*
	0,15	%20	%30	,006*
	0,20	%20	%30	,008*

*p<.001.

Ek 2. Tablo 16. Odak grup NDSO değerleri nitelik sayısı 4 düzeyinde DMF yüzdesine göre DMF büyüklüğünün ikili karşılaştırmaları

Nitelik sayısı	%	(I)DMF büyüklüğü	(J)DMF büyüklüğü	Ortalama fark(I-J)
4	%20	0,075	0,10	0,001
			0,15	0,003*
			0,20	0,004*
		0,10	0,15	0,002
			0,20	0,003*
		0,15	0,20	,001
	%30	0,075	0,10	,002
			0,15	,005*
			0,20	,009*
		0,10	0,15	,004*
			0,20	,007*
		0,15	0,20	,003*

*p<.001, %: DMF'li madde yüzdesi.

Ek 2. Tablo 17. Odak grup NDSO değerleri nitelik sayısı 4 düzeyinde DMF büyüklüğüne göre DMF’li madde nitelik sayısının ikili karşılaştırmaları

Nitelik sayısı	DMF büyüklüğü	(I) K	(J) K	Ortalama farkı (I-J)
4	0,075	1 Nitelik	2 Nitelik	,004*
			3 Nitelik	,012*
		2 Nitelik	3 Nitelik	,008*
	0,10	1 Nitelik	2 Nitelik	,003*
			3 Nitelik	,014*
		2 Nitelik	3 Nitelik	,011*
	0,15	1 Nitelik	2 Nitelik	,002*
			3 Nitelik	,017*
		2 Nitelik	3 Nitelik	,015*
	0,20	1 Nitelik	2 Nitelik	,002*
			3 Nitelik	,019*
		2 Nitelik	3 Nitelik	,017*

*p<.001 K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı.

Ek 2. Tablo 18. Odak grup NDSO değerleri nitelik sayısı 4 düzeyinde DMF’li madde nitelik sayısına göre DMF büyüklüğünün ikili karşılaştırmaları

Nitelik sayısı	K	(I)DMF büyüklüğü	(J)DMF büyüklüğü	Ortalama farkı (I-J)
4	1 Nitelik	0,075	0,10	,001
			0,15	,003*
			0,20	,004*
		0,10	0,15	-,001
			0,20	,002
			0,20	,003*
	2 Nitelik	0,075	0,10	,000
			0,15	,002
			0,20	,003*
		0,10	0,15	,002
			0,20	,003*
			0,20	,001
	3 Nitelik	0,075	0,10	,003*
			0,15	,008*
			0,20	,012*
		0,10	0,15	,005*
			0,20	,009*
			0,20	,004*

*p<.001 K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı.

Ek 2. Tablo 19. Odak grup NDSO değerlerinin nitelik sayısı 4 düzeyinde DMF türüne göre DMF yüzdesi arasında yapılan ikili karşılaştırmalar

Nitelik sayısı	DMF türü	(I)DMF yüzdesi	(J)DMF yüzdesi	Ortalama fark(I-J)
4	TB	%20	%30	,003*
	TBO	%20	%30	,008*

*p<.001, TB: Tek biçimli, TBO: Tek biçimli olmayan.

Ek 2. Tablo 20. Odak grup NDSO değerlerinin nitelik sayısı 4 düzeyinde DMF yüzdesine göre DMF türü arasında yapılan ikili karşılaştırmalar

Nitelik sayısı	DMF yüzdesi	(I)DMF türü	(J)DMF türü	Ortalama farkı(I-J)
4	%20	TB	TBO	,004*
	%30	TB	TBO	,008*

*p<.001, TB: Tek biçimli, TBO: Tek biçimli olmayan.

Ek 2. Tablo 21. Odak grup NDSO değerlerinin nitelik sayısı 4 düzeyinde DMF türüne göre DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı arasında yapılan ikili karşılaştırmalar

Nitelik sayısı	DMF türü	(I) K	(J) K	Ortalama farkı(I-J)
4	TB	1 Nitelik	2 Nitelik	,004*
			3 Nitelik	,014*
		2 Nitelik	3 Nitelik	,010*
	TBO	1 Nitelik	2 Nitelik	,002*
			3 Nitelik	,017*
		2 Nitelik	3 Nitelik	,015*

*p<.001, TB: Tek biçimli, TBO: Tek biçimli olmayan.

Ek 2. Tablo 22. Odak grup NDSO değerlerinin nitelik sayısı 4 düzeyinde DMF’li madde nitelik sayısına göre DMF yüzdesi arasında yapılan ikili karşılaştırmalar

Nitelik sayısı	K	(I) DMF türü	(J) DMF türü	Ortalama fark(I-J)
4	1 Nitelik	TB	TBO	,005*
	2 Nitelik	TB	TBO	,004*
	3 Nitelik	TB	TBO	,009*

*p<.001 K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı.

Ek 2. Tablo 23. Odak grup NDSO değerlerinin nitelik sayısı 4 düzeyinde DMF yüzdesine göre DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı arasında yapılan ikili karşılaştırmalar

Nitelik sayısı	DMF yüzdesi	(I) K	(J) K	Ortalama farkı(I-J)
4	%20	1 Nitelik	2 Nitelik	,003*
			3 Nitelik	,011*
		2 Nitelik	3 Nitelik	,008*
	%30	1 Nitelik	2 Nitelik	,003*
			3 Nitelik	,020*
		2 Nitelik	3 Nitelik	,017*

*p<.001, K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı.

Ek 2. Tablo 24. Odak grup NDSO değerlerinin nitelik sayısı 4 düzeyinde DMF’li madde nitelik sayısına göre DMF yüzdesi arasında yapılan ikili karşılaştırmalar

Nitelik sayısı	K	(I) DMF yüzdesi	(J) DMF yüzdesi	Ortalama fark(I-J)
4	1 Nitelik	%20	%30	,003*
	2 Nitelik	%20	%30	,002*

3 Nitelik	%20	%30	,012*
-----------	-----	-----	-------

*p<.001 K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı.

Ek 2. Tablo 25. Odak grup NDSO değerleri nitelik sayısı 6 ve DMF türü düzeylerinde DMF büyüklüğü, DMF yüzdesi ve DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı değişkenleri ile faktöriyel ANOVA bulguları

Nitelik sayısı: 6						
DMF türü	Tek biçimli			Tek biçimli olmayan		
Kaynak	F	p	η_p^2	F	p	η_p^2
B	282,205	0,000*	0,263	2139,453	0,000*	0,730
%	713,650	0,000*	0,231	389,862	0,000*	0,141
K	297,924	0,000*	0,200	919,505	0,000*	0,436
B * %	278,680	0,000*	0,260	1,146	0,000*	0,001
B * K	157,436	0,000*	0,284	552,397	0,000*	0,582
% * K	155,932	0,000*	0,116	62,897	0,000*	0,050
B * % * K	149,343	0,000*	0,274	37,576	0,000*	0,087

*p<.001, B: DMF büyüklüğü, %: DMF’li maddelerin yüzdesi, K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı

Ek 2. Tablo 26. Odak grup NDSO değerlerinin nitelik sayısı 6, DMF türü ve DMF yüzdesi düzeylerinde DMF büyüklüğü ve DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı değişkenleri ile faktöriyel ANOVA bulguları

Nitelik sayısı: 6							
	DMF türü	Tek biçimli			Tek biçimli olmayan		
	Kaynak	F	p	η_p^2	F	p	η_p^2
%20	B	24,257	0,000*	0,070	1058,322	0,000*	0,728
	K	103,164	0,000*	0,112	276,480	0,000*	0,318
	B * K	2,810	0,010	0,014	181,677	0,000*	0,479
%30	B	5547,077	0,000*	0,580	1083,571	0,000*	0,732
	K	355,740	0,000*	0,375	729,123	0,000*	0,551
	B * K	310,112	0,000*	0,610	420,539	0,000*	0,680

*p<.001, B: DMF büyüklüğü, %: DMF’li maddelerin yüzdesi, K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı

Ek 2. Tablo 27. Odak grup NDSO değerlerinin nitelik sayısı 6, DMF türü ve DMF’li madde yüzdesi düzeylerinde DMF büyüklüğüne göre DMF’li madde nitelik sayısının ikili karşılaştırmaları

Nitelik sayısı: 6						
		DMF türü	TB		TBO	
		DMF yüzde	%20	%30	%20	%30
DMF büyüklüğü	(I) K	(J) K	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)
0,075	1 Nitelik	2 Nitelik	,001	,001	,026*	,001
		3 Nitelik	,003*	,004*	,006*	,004*
		2 Nitelik	,002	,003*	-,019*	,003*
0,10	1 Nitelik	2 Nitelik	,002	-,033*	-,002	,033*

		3 Nitelik	,005*	-,017*	,003*	-,017*
	2 Nitelik	3 Nitelik	,003*	,016*	,005*	,016*
0,15	1 Nitelik	2 Nitelik	,003*	,001	,003*	,001
		3 Nitelik	,006*	,009*	,010*	,009*
	2 Nitelik	3 Nitelik	,003*	,009*	,007*	,009*
0,20	1 Nitelik	2 Nitelik	,002	,003*	,004*	,003*
		3 Nitelik	,006*	,012*	,013*	,012*
	2 Nitelik	3 Nitelik	,005*	,009*	,009*	,009*

*p<.001 K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı, TB: Tek biçimli, TBO: Tek biçimli olmayan

Ek 2. Tablo 28. Odak grup NDSO değerlerinin nitelik sayısı 6, DMF türevi DMF’li madde yüzdesi düzeylerinde DMF’li madde nitelik sayısına göre DMF büyüklüğünün ikili karşılaştırmaları

		Nitelik sayısı: 6				
		DMF türü	TB		TBO	
		DMF yüzde	%20	%30	%20	%30
K	(I)DMF büyüklüğü	(J)DMF büyüklüğü	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)
1 Nitelik	0,075	0,10	,000	,034*	-,012*	,034*
		0,15	,001	,001	-,015*	,001
		0,20	,002	,002	-,015*	,002
	0,10	0,15	,001	-,033*	-,003	-,033*
		0,20	,002	-,033*	-,003	-,033*
	0,15	0,20	,001	,000	,000	,000
2 Nitelik	0,075	0,10	,001	,001	-,039*	,001
		0,15	,003*	,001	-,037*	,001
		0,20	,003	,004*	-,036*	,004*
	0,10	0,15	,002	,000	,002	,000
		0,20	,002	,003*	,003	,003*
	0,15	0,20	,000	,003	,001	,003
3 Nitelik	0,075	0,10	,002	,013*	-,015*	,013*
		0,15	,004*	,006*	-,011*	,006*
		0,20	,005*	,009*	-,008*	,009*
	0,10	0,15	,002	-,007*	,004*	-,007*
		0,20	,003*	-,004*	,006*	-,004
	0,15	0,20	,001	,003*	,003	-,003*

*p<.001 K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı, TB: Tek biçimli, TBO: Tek biçimli olmayan

EK 3. DINO Modeline İlişkin ÖDSO Değerleri Etkileşim Etkileri İçin Yapılan Manidarlık Testleri

Ek 3. Tablo 1. Referans grup ÖDSO değerlerinin nitelik sayısı düzeylerinde DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF’li madde yüzdesi ile DMF’li maddelerin ölçtüğü nitelik sayısı ile faktöriyel ANOVA bulguları

Kaynak	Nitelik sayısı					
	4			6		
	F	p	η_p^2	F	p	η_p^2
B	47,848	0,000*	0,029	2364,053	0,000*	0,599
Tür	1144,421	0,000*	0,194	1250,456	0,000*	0,208
%	108,359	0,000*	0,022	1208,949	0,000*	0,203
K	348,360	0,000*	0,128	312,499	0,000*	0,116
B * Tür	55,223	0,000*	0,034	3248,501	0,000*	0,672
B * %	9,727	0,000*	0,006	1549,688	0,000*	0,495
B * K	17,670	0,000*	0,022	94,452	0,000*	0,107
Tür * %	141,244	0,000*	0,029	35,768	0,000*	0,007
Tür * K	362,217	0,000*	0,132	488,817	0,000*	0,171
% * K	36,366	0,000*	0,015	231,060	0,000*	0,089
B * Tür * %	6,143	0,000*	0,004	115,891	0,000*	0,068
B * Tür * K	12,882	0,000*	0,016	65,173	0,000*	0,076
B * % * K	8,460	0,000*	0,011	55,305	0,000*	0,065
Tür * % * K	82,855	0,000*	0,034	47,473	0,000*	0,020
B * Tür * % * K	4,140	0,000*	0,005	122,168	0,000*	0,134

*p<.001, B: DMF büyüklüğü, Tür: DMF türü, %: DMF’li madde yüzdesi, K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı

Ek 3. Tablo 2. Referans grup ÖDSO değerlerinin nitelik sayısı 4 ve DMF türü düzeylerinde DMF büyüklüğü ile DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı değişkenleri ile faktöriyel ANOVA bulguları

Nitelik sayısı	Kaynak	DMF türü					
		Tek biçimli			Tek biçimli olmayan		
		F	p	η_p^2	F	p	η_p^2
4	B	84,583	0,000*	0,096	3,048	0,028	0,004
	K	599,801	0,000*	0,334	2,533	0,080	0,002
	B * K	21,676	0,000*	0,052	4,663	0,000*	0,012

*p<.001, B: DMF büyüklüğü, K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı

Ek 3. Tablo 3. Referans grup ÖDSO değerlerinin nitelik sayısı 4 ve DMF türü düzeylerinde DMF büyüklüğüne göre DMF’li madde nitelik sayısının ikili karşılaştırmaları

DMF büyüklüğü	Nitelik sayısı: 4			
	DMF türü			
	TB		TBO	
	(I) K	(J) K	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)
0,075	1 Nitelik	2 Nitelik	,008*	,001
		3 Nitelik	,022*	,000
	2 Nitelik	3 Nitelik	,014*	-,001
0,10	1 Nitelik	2 Nitelik	,004	-,010

		3 Nitelik	,026*	-,008*
	2 Nitelik	3 Nitelik	,023*	,002
0,15	1 Nitelik	2 Nitelik	,001	-,001
		3 Nitelik	,033*	,001
	2 Nitelik	3 Nitelik	,033*	,002
0,20	1 Nitelik	2 Nitelik	,000	,001
		3 Nitelik	,043*	,002
	2 Nitelik	3 Nitelik	,043*	,000

*p<.001 K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı, TB: Tek biçimli, TBO: Tek biçimli olmayan.

Ek 3. Tablo 4. Referans grup ÖDSO değerlerinin nitelik sayısı 4 ve DMF türü düzeylerinde DMF’li madde nitelik sayısına göre DMF büyüklüğünün ikili karşılaştırmaları

			Nitelik sayısı: 4	
			DMF türü	
			TB	TBO
K	(I)DMF büyüklüğü	(J)DMF büyüklüğü	Ortalama fark(I-J)	Ortalama fark(I-J)
1 Nitelik	0,075	0,10	,005	,008*
		0,15	,008*	-,001
		0,20	,013*	,000
	0,10	0,15	,004	-,009*
		0,20	,008*	-,009*
	0,15	0,20	,004	,000
2 Nitelik	0,075	0,10	,001	-,002
		0,15	,002	-,002
		0,20	,005	,000
	0,10	0,15	,001	,000
		0,20	,004	,002
	0,15	0,20	,004	,002
3 Nitelik	0,075	0,10	,009*	,001
		0,15	,020*	,001
		0,20	,034*	,001
	0,10	0,15	,011*	,000
		0,20	,025*	,001
	0,15	0,20	,014*	,001

*p<.001 K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı, TB: Tek biçimli, TBO: Tek biçimli olmayan

Ek 3. Tablo 5. Referans grup ÖDSO değerlerinin nitelik sayısı 4 ve DMF büyüklüğü düzeylerinde DMF yüzdesi ile DMF’li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı değişkenleri ile faktöriyel ANOVA bulguları

Nitelik sayısı	DMF büyüklüğü	Kaynak	F	p	η_p^2
4	0,075	%	0,690	0,406	0,001
		K	29,696	0,000*	0,047
		% * K	4,485	0,011	0,007
	0,10	%	40,543	0,000*	0,033
		K	38,902	0,000*	0,061
		% * K	4,798	0,008	0,008

0,15	%	14,691	0,000*	0,012
	K	73,173	0,000*	0,109
	% * K	5,450	0,004	0,009
0,20	%	31,514	0,000*	0,026
	K	102,499	0,000*	0,147
	% * K	21,644	0,000*	0,035

*p<.001, %: DMF yüzdesi, K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı.

Ek 3. Tablo 6. Referans grup ÖDSO değerlerinin nitelik sayısı 4 ve DMF büyüklüğü düzeylerinde DMF yüzdesine göre DMF’li madde nitelik sayısı arasında yapılan ikili karşılaştırmalar

Nitelik sayısı	DMF büyüklüğü	%	(I) K	(J) K	Ortalama farkı (I-J)
4	0,075	%20	1 Nitelik	2 Nitelik	,005
				3 Nitelik	,008*
			2 Nitelik	3 Nitelik	,003
		%30	1 Nitelik	2 Nitelik	,003
				3 Nitelik	,014*
			2 Nitelik	3 Nitelik	,011*
	0,10	%20	1 Nitelik	2 Nitelik	,001
				3 Nitelik	,012*
			2 Nitelik	3 Nitelik	,010*
		%30	1 Nitelik	2 Nitelik	-,008*
				3 Nitelik	,007*
			2 Nitelik	3 Nitelik	,014*
	0,15	%20	1 Nitelik	2 Nitelik	,000
				3 Nitelik	,012*
			2 Nitelik	3 Nitelik	,013*
		%30	1 Nitelik	2 Nitelik	,001
				3 Nitelik	,022*
			2 Nitelik	3 Nitelik	,022*
	0,20	%20	1 Nitelik	2 Nitelik	,003
				3 Nitelik	,014*
			2 Nitelik	3 Nitelik	,010*
		%30	1 Nitelik	2 Nitelik	-,002
				3 Nitelik	,031*
			2 Nitelik	3 Nitelik	,033*

*p<.001, %: DMF yüzdesi, K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı.

Ek 3. Tablo 7. Referans grup ÖDSO değerlerinin nitelik sayısı 4 ve DMF büyüklüğü düzeylerinde DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısına göre DMF yüzdesinin ikili karşılaştırmaları

Nitelik sayısı	DMF büyüklüğü	K	(I)DMF yüzdesi	(J)DMF yüzdesi	Ortalama fark(I-J)
4	0,075	1 Nitelik	%20	%30	,000
		2 Nitelik	%20	%30	-,002
		3 Nitelik	%20	%30	,006
	0,10	1 Nitelik	%20	%30	,012*
		2 Nitelik	%20	%30	,003
		3 Nitelik	%20	%30	,007*
	0,15	1 Nitelik	%20	%30	,001
		2 Nitelik	%20	%30	,003

0,20	3 Nitelik	%20	%30	,011*
	1 Nitelik	%20	%30	,005
	2 Nitelik	%20	%30	-,001
	3 Nitelik	%20	%30	,021*

*p<.001, K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı.

Ek 3. Tablo 8. Referans grup ÖDSO değerlerinin nitelik sayısı 4 ve DMF türü düzeylerinde DMF yüzdesi ile DMF’li maddenin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı değişkenleri ile faktöriyel ANOVA bulguları

Nitelik sayısı	Kaynak	DMF türü					
		Tek biçimli			Tek biçimli olmayan		
		F	p	η_p^2	F	p	η_p^2
4	%	212,375	0,000*	0,081	1,015	0,314	0,000
	K	604,937	0,000*	0,336	2,518	0,081	0,002
	% * K	94,582	0,000*	0,073	7,970	0,000*	0,007

*p<.001, %: DMF yüzdesi, K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı

Ek 3. Tablo 9. Referans grup ÖDSO değerlerinin nitelik sayısı 4 ve DMF türü düzeylerinde DMF yüzdesine göre DMF’li madde nitelik sayısı arasında yapılan ikili karşılaştırmalar

Nitelik sayısı	DMF türü	DMF yüzdesi	(I) K	(J) K	Ortalama farkı (I-J)
4	TB	%20	1 Nitelik	2 Nitelik	,005
				3 Nitelik	,006*
			2 Nitelik	3 Nitelik	,002
		%30	1 Nitelik	2 Nitelik	,009*
				3 Nitelik	,012*
			2 Nitelik	3 Nitelik	,002

Not: *p<.001, %: DMF yüzdesi, TB: Tek biçimli

Ek 3. Tablo 10. Referans grup ÖDSO değerlerinin nitelik sayısı 4 ve DMF türü düzeylerinde DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısına göre DMF yüzdesinin ikili karşılaştırmaları

Nitelik sayısı	DMF türü	K	(I) DMF yüzdesi	(J) DMF yüzdesi	Ortalama farkı (I-J)
4	TB	1 Nitelik	%20	%30	,006*
		2 Nitelik	%20	%30	,002
		3 Nitelik	%20	%30	,027*

Not: *p<.001 K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı, TB: Tek biçimli.

Ek 3. Tablo 11. Referans grup ÖDSO değerleri nitelik sayısı 6 ve DMF türü düzeylerinde DMF büyüklüğü, DMF yüzdesi ve DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı değişkenleri ile faktöriyel ANOVA bulguları

Nitelik sayısı: 6						
DMF türü		Tek biçimli			Tek biçimli olmayan	
Kaynak	F	p	η_p^2	F	p	η_p^2
B	340,491	0,000*	0,301	5701,204	0,000*	0,878
%	768,764	0,000*	0,244	450,473	0,000*	0,159
K	719,825	0,000*	0,377	25,944	0,000*	0,021

B * %	408,599	0,000*	0,340	1330,805	0,000*	0,627
B * K	125,727	0,000*	0,241	25,907	0,000*	0,061
% * K	198,219	0,000*	0,143	70,054	0,000*	0,056
B * % * K	103,499	0,000*	0,207	71,405	0,000*	0,153

Not: *p<.001, B: DMF büyüklüğü, %: DMF'li maddelerin yüzdesi, K: DMF'li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı

Ek 3. Tablo 12. Referans grup ÖDSO değerlerinin nitelik sayısı 6, DMF türü ve DMF yüzdesi düzeylerinde DMF büyüklüğü ve DMF'li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı değişkenleri ile faktöriyel ANOVA bulguları

Nitelik sayısı: 6							
%	DMF türü	Tek biçimli			Tek biçimli olmayan		
	Kaynak	F	p	η_p^2	F	p	η_p^2
%20	B	19,320	0,000*	0,047	3805,847	0,000*	0,906
	K	227,014	0,000*	0,277	70,694	0,000*	0,106
	B * K	8,982	0,010	0,043	74,116	0,000*	0,272
%30	B	798,217	0,000*	0,668	3156,694	0,000*	0,889
	K	735,734	0,000*	0,553	19,865	0,000*	0,032
	B * K	240,598	0,000*	0,549	17,094	0,000*	0,079

Not: *p<.001, B: DMF büyüklüğü, %: DMF'li maddelerin yüzdesi, K: DMF'li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı

Ek 3. Tablo 13. Referans grup ÖDSO değerlerinin nitelik sayısı 6, DMF türü ve DMF yüzdesi düzeylerinde DMF büyüklüğüne göre DMF'li madde nitelik sayısının ikili karşılaştırmaları

Nitelik sayısı: 6						
	DMF türü	TB		TBO		
		DMF yüzde	%20	%30	%20	%30
DMF büyüklüğü	(I) K	(J) K	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)
0,075	1 Nitelik	2 Nitelik	,009	,010*	,059*	-,023*
		3 Nitelik	,014*	,027*	,014*	-,024*
0,10	2 Nitelik	3 Nitelik	,005	,016*	-,045*	-,002
		1 Nitelik	,017*	-,090*	,001	,002
0,15	1 Nitelik	2 Nitelik	,022*	,015*	,000	-,001
		3 Nitelik	,035*	,049*	,002	-,003
0,20	2 Nitelik	3 Nitelik	,013*	,034*	,002	-,002
		1 Nitelik	,021*	,019*	-,002	-,001
		3 Nitelik	,040*	,063*	-,003	,000
	2 Nitelik	3 Nitelik	,019*	,043*	-,001	,001

Not: *p<.001 K: DMF'li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı, TB: Tek biçimli, TBO: Tek biçimli olmayan

Ek 3. Tablo 14. Referans grup ÖDSO değerlerinin nitelik sayısı 6, DMF türü ve DMF yüzdesi düzeylerinde DMF’li madde nitelik sayısına göre DMF büyüklüğünün ikili karşılaştırmaları

		Nitelik sayısı: 6				
K	(I)DMF büyüklüğü	DMF türü	TB		TBO	
		DMF yüzde	%20	%30	%20	%30
		(J)DMF büyüklüğü	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)
1 Nitelik	0,075	0,10	-,006	,107*	-,106*	-,028*
		0,15	-,006	,001	-,104*	-,110*
		0,20	-,002	,000	-,101*	-,111*
	0,10	0,15	,001	-,106*	,002	-,082*
		0,20	,004	-,107*	,005	-,083*
	0,15	0,20	,004	-,001	,003	-,001
	0,075	0,10	,002	,007	-,164*	-,003
		0,15	,008	,006	-,163*	-,089*
		0,20	,010	,009	-,162*	-,090*
2 Nitelik	0,10	0,15	,005	-,001	,001	-,086*
		0,20	,007	,003	,002	-,087*
		0,20	,002	,004	,001	-,001
	0,15	0,10	,006	,080*	-,119*	-,003
		0,15	,015*	,024*	-,116*	-,089*
		0,20	,024*	,036*	-,118*	-,087*
	0,10	0,15	,009	-,057*	,004	-,086*
		0,20	,018*	-,044*	,002	-,084*
		0,20	,009	,013*	-,002	,002
3 Nitelik	0,075	0,10	,006	,080*	-,119*	-,003
		0,15	,015*	,024*	-,116*	-,089*
		0,20	,024*	,036*	-,118*	-,087*
	0,10	0,15	,009	-,057*	,004	-,086*
		0,20	,018*	-,044*	,002	-,084*
		0,20	,009	,013*	-,002	,002
	0,15	0,10	,006	,080*	-,119*	-,003
		0,15	,015*	,024*	-,116*	-,089*
		0,20	,024*	,036*	-,118*	-,087*

Not: *p<.001 K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı, TB: Tek biçimli, TBO: Tek biçimli olmayan

Ek 3. Tablo 15. Odak grup ÖDSO değerlerinin nitelik sayısı düzeylerinde DMF büyüklüğü, DMF türü, DMF’li madde yüzdesi ile DMF’li maddelerin ölçtüğü nitelik sayısı değişkenleriyle faktöriyel ANOVA bulguları

Kaynak	Nitelik sayısı					
	4			6		
	F	p	η_p^2	F	p	η_p^2
B	241,656	0,000*	0,132	1557,549	0,000*	0,496
Tür	1037,602	0,000*	0,179	3611,493	0,000*	0,432
%	823,193	0,000*	0,148	1261,050	0,000*	0,210
K	3494,710	0,000*	0,595	3175,480	0,000*	0,572
B * Tür	16,022	0,000*	0,010	3265,820	0,000*	0,673
B * %	26,826	0,000*	0,017	375,483	0,000*	0,192
B * K	83,679	0,000*	0,096	498,328	0,000*	0,386
Tür * %	129,277	0,000*	0,026	50,229	0,000*	0,010
Tür * K	138,757	0,000*	0,055	583,319	0,000*	0,197
% * K	450,149	0,000*	0,159	362,711	0,000*	0,132
B * Tür * %	1,831	0,139	0,001	157,146	0,000*	0,090
B * Tür * K	1,119	0,348	0,001	223,053	0,000*	0,220
B * % * K	6,519	0,000*	0,008	134,552	0,000*	0,145
Tür * % * K	12,504	0,000*	0,005	166,473	0,000*	0,065
B * Tür * % * K	0,292	0,941	0,000	137,294	0,000*	0,148

Not: *p<.001, B: DMF büyüklüğü, Tür: DMF türü, %: DMF'li madde yüzdesi, K: DMF'li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı

Ek 3. Tablo 16. Odak grup ÖDSO değerleri nitelik sayısı 4 düzeyinde DMF büyüklüğüne göre DMF türünün ikili karşılaştırmaları

Nitelik sayısı	DMF büyüklüğü	(I) DMF türü	(J) DMF türü	Ortalama farkı (I-J)
4	0,075	TB	TBO	,012*
	0,10	TB	TBO	,015*
	0,15	TB	TBO	,021*
	0,20	TB	TBO	,021*

Not: *p<.001, TB: Tek biçimli, TBO: Tek biçimli olmayan.

Ek 3. Tablo 17. Odak grup ÖDSO değerleri nitelik sayısı 4 düzeyinde DMF türüne göre DMF büyüklüğünün ikili karşılaştırmaları

Nitelik sayısı	DMF türü	(I)DMF büyüklüğü	(J)DMF büyüklüğü	Ortalama fark(I-J)
4	TB	0,075	0,10	0,003
			0,15	0,009*
			0,20	0,014*
		0,10	0,15	0,006*
			0,20	0,011*
		0,15	0,20	,005
	TBO	0,075	0,10	0,006
			0,15	0,017*
			0,20	0,023*
		0,10	0,15	,011*
			0,20	,017*
		0,15	0,20	,006

Not: *p<.001, TB: Tek biçimli, TBO: Tek biçimli olmayan.

Ek 3. Tablo 18. Odak grup ÖDSO değerleri nitelik sayısı 4 düzeyinde DMF büyüklüğüne göre DMF yüzdesinin ikili karşılaştırmaları

Nitelik sayısı	DMF büyüklüğü	(I) DMF yüzdesi	(J) DMF yüzdesi	Ortalama fark(I-J)
4	0,075	%20	%30	,010*
	0,10	%20	%30	,012*
	0,15	%20	%30	,016*
	0,20	%20	%30	,023*

Not: *p<.001.

Ek 3. Tablo 19. Odak grup ÖDSO değerleri nitelik sayısı 4 düzeyinde DMF yüzdesine göre DMF büyüklüğünün ikili karşılaştırmaları

Nitelik sayısı	%	(I)DMF büyüklüğü	(J)DMF büyüklüğü	Ortalama fark(I-J)
4	%20	0,075	0,10	0,004
			0,15	0,010*
			0,20	0,012*

%30	0,10	0,15	0,006
		0,20	0,009*
	0,15	0,20	,002
	0,075	0,10	,005
		0,15	,016*
		0,20	,025*
	0,10	0,15	,010*
		0,20	,019*
	0,15	0,20	,009*

Not: *p<.001, %: DMF’li madde yüzdesi.

Ek 3. Tablo 20. Odak grup ÖDSO değerleri nitelik sayısı 4 düzeyinde DMF büyüklüğüne göre DMF’li madde nitelik sayısının ikili karşılaştırmaları

Nitelik sayısı	DMF büyüklüğü	(I) K	(J) K	Ortalama farkı (I-J)
4	0,075	1 Nitelik	2 Nitelik	,009*
			3 Nitelik	,036*
		2 Nitelik	3 Nitelik	,027*
	0,10	1 Nitelik	2 Nitelik	,006
			3 Nitelik	,043*
		2 Nitelik	3 Nitelik	,037*
	0,15	1 Nitelik	2 Nitelik	,005
			3 Nitelik	,055*
		2 Nitelik	3 Nitelik	,050*
	0,20	1 Nitelik	2 Nitelik	,007*
			3 Nitelik	,068*
		2 Nitelik	3 Nitelik	,061*

Not: *p<.001 K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı.

Ek 3. Tablo 21. Odak grup ÖDSO değerleri nitelik sayısı 4 düzeyinde DMF’li madde nitelik sayısına göre DMF büyüklüğünün ikili karşılaştırmaları

Nitelik sayısı	K	(I)DMF büyüklüğü	(J)DMF büyüklüğü	Ortalama farkı (I-J)
4	1 Nitelik	0,075	0,10	,003
			0,15	,008*
			0,20	,008*
		0,10	0,15	,004
			0,20	,005
		0,15	0,20	,001
	2 Nitelik	0,075	0,10	,000
			0,15	,004
			0,20	,006
		0,10	0,15	,004
			0,20	,006
		0,15	0,20	,002
	3 Nitelik	0,075	0,10	,010*
			0,15	,027*
			0,20	,041*
		0,10	0,15	,017*
			0,20	,030*
		0,15	0,20	,013*

Not: *p<.001 K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı.

Ek 3. Tablo 22. Odak grup ÖDSO değerlerinin nitelik sayısı 4 düzeyinde DMF türüne göre DMF yüzdesi arasında yapılan ikili karşılaştırmalar

Nitelik sayısı	DMF türü	(I)DMF yüzdesi	(J)DMF yüzdesi	Ortalama fark(I-J)
4	TB	%20	%30	,009*
	TBO	%20	%30	,021*

Not: *p<.001, TB: Tek biçimli, TBO: Tek biçimli olmayan.

Ek 3. Tablo 23. Odak grup ÖDSO değerlerinin nitelik sayısı 4 düzeyinde DMF yüzdesine göre DMF türü arasında yapılan ikili karşılaştırmalar

Nitelik sayısı	DMF yüzdesi	(I)DMF türü	(J)DMF türü	Ortalama farkı(I-J)
4	%20	TB	TBO	,011*
	%30	TB	TBO	,023*

Not: *p<.001, TB: Tek biçimli, TBO: Tek biçimli olmayan.

Ek 3. Tablo 24. Odak grup ÖDSO değerlerinin nitelik sayısı 4 düzeyinde DMF türüne göre DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı arasında yapılan ikili karşılaştırmalar

Nitelik sayısı	DMF türü	(I) K	(J) K	Ortalama farkı(I-J)
4	TB	1 Nitelik	2 Nitelik	,009*
			3 Nitelik	,042*
		2 Nitelik	3 Nitelik	,033*
	TBO	1 Nitelik	2 Nitelik	,005*
			3 Nitelik	,059*
		2 Nitelik	3 Nitelik	,054*

Not: *p<.001, TB: Tek biçimli, TBO: Tek biçimli olmayan.

Ek 3. Tablo 25. Odak grup ÖDSO değerlerinin nitelik sayısı 4 düzeyinde DMF’li madde nitelik sayısına göre DMF yüzdesi arasında yapılan ikili karşılaştırmalar

Nitelik sayısı	K	(I) DMF türü	(J) DMF türü	Ortalama fark(I-J)
4	1 Nitelik	TB	TBO	,013*
	2 Nitelik	TB	TBO	,009*
	3 Nitelik	TB	TBO	,029*

Not: *p<.001 K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı.

Ek 3. Tablo 26. Odak grup ÖDSO değerlerinin nitelik sayısı 4 düzeyinde DMF yüzdesine göre DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı arasında yapılan ikili karşılaştırmalar

Nitelik sayısı	DMF yüzdesi	(I) K	(J) K	Ortalama farkı(I-J)
4	%20	1 Nitelik	2 Nitelik	,007*
			3 Nitelik	,033*
		2 Nitelik	3 Nitelik	,027*
	%30	1 Nitelik	2 Nitelik	,007
			3 Nitelik	,067*
		2 Nitelik	3 Nitelik	,060*

Not: *p<.001, K: DMF'li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı.

Ek 3. Tablo 27. Odak grup ÖDSO değerlerinin nitelik sayısı 4 düzeyinde DMF'li madde nitelik sayısına göre DMF yüzdesi arasında yapılan ikili karşılaştırmalar

Nitelik sayısı	K	(I) DMF yüzdesi	(J) DMF yüzdesi	Ortalama fark(I-J)
4	1 Nitelik	%20	%30	,004
	2 Nitelik	%20	%30	,004*
	3 Nitelik	%20	%30	,038*

Not: *p<.001 K: DMF'li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı.

Ek 3. Tablo 28. Odak grup ÖDSO değerleri nitelik sayısı 6 ve DMF türü düzeylerinde DMF büyüklüğü, DMF yüzdesi ve DMF'li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı değişkenleri ile faktöriyel ANOVA bulguları

Nitelik sayısı: 6						
DMF türü	Tek biçimli			Tek biçimli olmayan		
Kaynak	F	p	η_p^2	F	p	η_p^2
B	456,891	0,000*	0,366	4518,018	0,000*	0,851
%	874,678	0,000*	0,269	419,621	0,000*	0,150
K	812,039	0,000*	0,406	3029,504	0,000*	0,718
B * %	490,760	0,000*	0,383	24,470	0,000*	0,030
B * K	221,612	0,000*	0,359	510,551	0,000*	0,563
% * K	220,231	0,000*	0,156	312,393	0,000*	0,208
B * % * K	186,663	0,000*	0,320	81,250	0,000*	0,170

Not: *p<.001, B: DMF büyüklüğü, %: DMF'li maddelerin yüzdesi, K: DMF'li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı

Ek 3. Tablo 29. Odak grup ÖDSO değerlerinin nitelik sayısı 6, DMF türü ve DMF yüzdesi düzeylerinde DMF büyüklüğü ve DMF'li maddenin ölçtüğü nitelik sayısı değişkenleri ile faktöriyel ANOVA bulguları

Nitelik sayısı: 6							
	DMF türü	Tek biçimli			Tek biçimli olmayan		
%	Kaynak	F	p	η_p^2	F	p	η_p^2
%20	B	16,728	0,000*	0,041	2178,716	0,000*	0,846
	K	281,033	0,000*	0,321	692,435	0,000*	0,538
	B * K	8,377	0,000*	0,041	114,234	0,000*	0,366
%30	B	921,392	0,000*	0,699	2386,636	0,000*	0,858
	K	746,334	0,000*	0,557	2891,271	0,000*	0,830
	B * K	395,815	0,000*	0,667	522,461	0,000*	0,725

Not: *p<.001, B: DMF büyüklüğü, %: DMF'li maddelerin yüzdesi, K: DMF'li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı

Ek 3. Tablo 30. Odak grup ÖDSO değerlerinin nitelik sayısı 6, DMF türü ve DMF'li madde yüzdesi düzeylerinde DMF büyüklüğüne göre DMF'li madde nitelik sayısının ikili karşılaştırmaları

Nitelik sayısı: 6							
-------------------	--	--	--	--	--	--	--

		DMF türü		TB		TBO	
		DMF yüzde	%20	%30	%20	%30	
DMF büyüklüğü	(I) K	(J) K	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	
0,075	1 Nitelik	2 Nitelik	,009	,010*	,055*	,062*	
		3 Nitelik	,018*	,029*	,016*	,006*	
	2 Nitelik	3 Nitelik	,010	,019*	-,039*	-,056*	
0,10	1 Nitelik	2 Nitelik	,013*	-,130*	-,017*	-,025*	
		3 Nitelik	,029*	-,034	,042*	,130*	
	2 Nitelik	3 Nitelik	,016*	,096*	,025*	,106*	
0,15	1 Nitelik	2 Nitelik	,019*	,014*	,025*	,027*	
		3 Nitelik	,037*	,057*	,063*	,103*	
	2 Nitelik	3 Nitelik	,018*	,043*	,038*	,076*	
0,20	1 Nitelik	2 Nitelik	,015*	,024*	,032*	,039*	
		3 Nitelik	,042*	,074*	,080*	,130*	
	2 Nitelik	3 Nitelik	,027*	,050*	,048*	,092*	

Not: *p<.001 K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı, TB: Tek biçimli, TBO: Tek biçimli olmayan

Ek 3. Tablo 31. Odak grup ÖDSO değerlerinin nitelik sayısı 6, DMF türü ve DMF’li madde yüzdesi düzeylerinde DMF’li madde nitelik sayısına göre DMF büyüklüğünün ikili karşılaştırmaları

		Nitelik sayısı: 6				
		DMF türü		TB		TBO
		DMF yüzde	%20	%30	%20	%30
K	(I)DMF büyüklüğü	(J)DMF büyüklüğü	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)
1 Nitelik	0,075	0,10	-,002	,142*	-,105*	-,122*
		0,15	-,002	-,002	-,109*	-,123*
		0,20	,000	-,005	-,113*	-,131*
	0,10	0,15	,002	-,144*	-,004	-,001
		0,20	,000	-,146*	-,008	-,009
	0,15	0,20	,001	-,003	-,004	-,008
2 Nitelik	0,075	0,10	,003	,001	-,143*	-,159*
		0,15	,009	,003	-,139*	-,157*
		0,20	,006	,009	-,136*	-,155*
	0,10	0,15	,006	,001	,004	,002
		0,20	,004	,008	,007	,005
	0,15	0,20	-,003	,007	,003	,003
3 Nitelik	0,075	0,10	,009	,079*	-,079*	,003
		0,15	,017*	,026*	-,062*	-,025*
		0,20	,024*	,040*	-,049*	-,006
	0,10	0,15	,008	-,052*	,017*	-,028*
		0,20	,015*	-,038*	,030*	-,009
	0,15	0,20	,007	,014*	,013*	,019*

Not: *p<.001 K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı, TB: Tek biçimli, TBO: Tek biçimli olmayan.

EK 4. Üçüncü Araştırma Sorusuna Ait Anlamlı Olan Ortak Etkilerin İkili veya Çoklu Karşılaştırmaları

Ek 4. Tablo 1. Nitelik sayısı faktörü için modeller arasında referans ve odak grupta pratik anlamlılığı olan ortak etkilerin ikili karşılaştırmaları

Nitelik sayısı	(I)Model	(J)Model	Referans grup		Odak grup	
			NDSO	ÖDSO	NDSO	ÖDSO
			Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)
4	DINA	DINO		-.058*		-.066*
6	DINA	DINO		-.073*		-.091*

Not: *p<.001

Ek 4. Tablo 2. DMF büyüklüğü faktörü için modeller arasında pratik anlamlılığı olan ortak etkilerin ikili karşılaştırmaları

DMF büyüklüğü	(I)Model	(J)Model	Referans grup		Odak grup	
			NDSO	ÖDSO	NDSO	ÖDSO
			Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)
0,075	DINA	DINO			-.012*	
0,10	DINA	DINO			-.017*	
0,15	DINA	DINO			-.022*	
0,20	DINA	DINO			-.025*	

Not: *p<.001

Ek 4. Tablo 3. Modellere göre DMF büyüklüğü düzeyleri arasında pratik anlamlılığı olan ortak etkilerin ikili karşılaştırmaları

Model	(I) DMF büyüklüğü	(J) DMF büyüklüğü	Referans grup		Odak grup	
			NDSO	ÖDSO	NDSO	ÖDSO
			Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)
DINA	0,075	0,10			.002*	
		0,15			.008*	
		0,20			.013*	
	0,10	0,15			.005*	
		0,20			.010*	
	0,15	0,20			.005*	
DINO	0,075	0,10			-.002*	
		0,15			-.002*	
		0,20			-.001	
	0,10	0,15			.000	
		0,20			.002	
	0,15	0,20			.002	

Not: *p<.001

Ek 4. Tablo 4. DMF türü faktörü düzeylerinde modeller arasında pratik anlamlılığı olan ortak etkilerin ikili karşılaştırmaları

			Referans grup		Odak grup	
			NDSO	ÖDSO	NDSO	ÖDSO
DMF türü	(I)Model	(J)Model	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)
TB	DINA	DINO	-,018*			
TBO	DINA	DINO	-,010*			

Not: *p<.001, TB: Tek biçimli, TBO: Tek biçimli olmayan.

Ek 4. Tablo 5. Modellere göre DMF türü düzeyleri arasında pratik anlamlılığı olan ortak etkilerin ikili karşılaştırmaları

			Referans grup		Odak grup	
			NDSO	ÖDSO	NDSO	ÖDSO
Model	(I)DMF türü	(J)DMF türü	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)
DINA	TB	TBO	-,010*			
DINO	TB	TBO	-,002*			

Not: *p<.001

Ek 4. Tablo 6. DMF’li madde nitelik sayısı faktörü için modeller arasında pratik anlamlılığı olan ortak etkilerin ikili karşılaştırmaları

			Referans grup		Odak grup	
			NDSO	ÖDSO	NDSO	ÖDSO
DMF’li madde nitelik sayısı	(I)Model	(J)Model	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)
1	DINA	DINO	-,021*		-,040*	-,133*
2	DINA	DINO	-,013*		-,014*	-,074*
3	DINA	DINO	-,009*		-,003*	-,028*

Not: *p<.001

Ek 4. Tablo 7. Modellere göre DMF’li madde nitelik sayısı düzeyleri arasında pratik anlamlılığı olan ortak etkilerin ikili karşılaştırmaları

				Referans grup		Odak grup	
				NDSO	ÖDSO	NDSO	ÖDSO
Model	(I) DMF’li madde nitelik sayısı	(J) DMF’li madde nitelik sayısı		Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)	Ortalama farkı (I-J)
DINA	1 Nitelik	2		-,008*		-,022*	-,047*
		3		-,009*		-,026*	-,054*
	2 Nitelik	3		-,002		-,003*	-,006
DINO	1 Nitelik	2		,001		,003*	,011*
		3		,004*		,011*	,051*
	2 Nitelik	3		,003*		,009*	,039*

Not: *p<.001

Ek 4. Tablo 8. Referans grup için modeller ve DMF büyüklüğüne göre elde edilen ortalama NDSO ve ÖDSO değerleri

Modeller	DMF büyüklüğü	NDSO	ÖDSO
DINA	0,075	0,931	0,741
	0,10	0,93	0,738
	0,15	0,929	0,734
	0,20	0,927	0,729
DINO	0,075	0,941	0,788
	0,10	0,943	0,796
	0,15	0,945	0,812
	0,20	0,944	0,808

Ek 4. Tablo 9. Odak grup için modeller ve DMF büyüklüğüne göre elde edilen ortalama NDSO ve ÖDSO değerleri

Modeller	DMF büyüklüğü	NDSO	ÖDSO
DINA	0,075	0,926	0,725
	0,10	0,923	0,719
	0,15	0,918	0,705
	0,20	0,913	0,695
DINO	0,075	0,938	0,779
	0,10	0,940	0,792
	0,15	0,940	0,796
	0,20	0,938	0,791

Ek 4. Tablo 10. Referans grup için modeller ve DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısına göre elde edilen ortalama NDSO değerleri

Modeller	K	NDSO	ÖDSO
DINA	1 nitelik	0,924	0,723
	2 nitelik	0,931	0,74
	3 nitelik	0,933	0,744
DINO	1 nitelik	0,945	0,807
	2 nitelik	0,944	0,804
	3 nitelik	0,941	0,792

Not: K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı.

Ek 4. Tablo 11. Odak grup için modeller ve DMF’li maddenin ölçtüğü nitelik sayısına göre elde edilen ortalama NDSO ve ÖDSO değerleri

Modeller	K	NDSO	ÖDSO
DINA	1 nitelik	0,904	0,678
	2 nitelik	0,926	0,725
	3 nitelik	0,93	0,731
DINO	1 nitelik	0,944	0,81
	2 nitelik	0,941	0,799
	3 nitelik	0,932	0,76

Not: K: DMF’li maddelerin Q-matrisinde ölçtüğü nitelik sayısı.

Ek 5. Araştırmada Kullanılan 4 ve 6 Niteliğe Sahip Q-Matrislerin Tanımlanabilirlik Sonuçları

```
> din_identifiability(Q_30_4)
```

```
$index_single
```

```
...1 ...2 ...3 ...4
```

```
1 2 3 4
```

```
$is_single
```

```
...1 ...2 ...3 ...4
```

```
TRUE TRUE TRUE TRUE
```

```
$is_three_items
```

```
...1 ...2 ...3 ...4
```

```
TRUE TRUE TRUE TRUE
```

```
$submat_distinct
```

```
[1] TRUE
```

```
$q.matrix
```

```
# A tibble: 30 × 4
```

```
...1 ...2 ...3 ...4
```

```
<dbl> <dbl> <dbl> <dbl>
```

```
1 1 0 0 0
```

```
2 0 1 0 0
```

```
3 0 0 1 0
```

```
4 0 0 0 1
```

```
5 1 0 0 0
```

```
6 0 1 0 0
```

```
7 0 0 1 0
```

```
8 0 0 0 1
```

```
9 1 0 0 0
```

```
10 0 1 0 0
```

```
# ... with 20 more rows
```

```
$l
```

```
[1] 30
```

```
$k
```

```
[1] 4
```

```
$qmat_stat
```

```
$qmat_stat$item_M
```

```
[1] 2
```

```
$qmat_stat$skills_items
```

```
...1 ...2 ...3 ...4
```

```
15 15 15 15
```

```
$dina_identified
```

```
[1] TRUE
```

```
attr("class")
```

```
[1] "din_identifiability"
```

```
> din_identifiability(Q_30_6)
```

```
> din_identifiability(Q_30_6)
```

```
$index_single
```

```
...1 ...2 ...3 ...4 ...5 ...6
```

```
1 2 3 4 5 6
```

```

$sis_single
...1 ...2 ...3 ...4 ...5 ...6
TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE
$sis_three_items
...1 ...2 ...3 ...4 ...5 ...6
TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE
$submat_distinct
[1] TRUE
$q.matrix
# A tibble: 30 × 6
  ...1 ...2 ...3 ...4 ...5 ...6
  <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl>
1     1     0     0     0     0     0
2     0     1     0     0     0     0
3     0     0     1     0     0     0
4     0     0     0     1     0     0
5     0     0     0     0     1     0
6     0     0     0     0     0     1
7     1     0     0     0     0     0
8     0     1     0     0     0     0
9     0     0     0     0     1     0
10    0     0     0     0     0     1
# ... with 20 more rows
$I
[1] 30
$K
[1] 6
$qmat_stat
$qmat_stat$item_M
[1] 2
$qmat_stat$skills_items
...1 ...2 ...3 ...4 ...5 ...6
  10  10  10  10  10  10
$dina_identified
[1] TRUE
attr("class")
[1] "din_identifiability"

```



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR..