



**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ PROGRAMI**

**FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ VE İLKÖĞRETİM MATEMATİK
ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMLARINDA ÖĞRENİM GÖREN
ÖĞRENCİLERİN BÜYÜKLÜK VE UZAKLIK KAVRAMLARINDAKİ
DEĞİŞİMLERİN KESİTSEL OLARAK İNCELENMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Dursun ÖZGÖKMEN

Danışman
Prof. Dr. Hüseyin KALKAN

SAMSUN
2025

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ PROGRAMI



FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ VE İLKÖĞRETİM MATEMATİK
ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMLARINDA ÖĞRENİM GÖREN
ÖĞRENCİLERİN BÜYÜKLÜK VE UZAKLIK KAVRAMLARINDAKİ
DEĞİŞİMLERİN KESİTSEL OLARAK İNCELENMESİ

Yüksek Lisans Tezi

Dursun ÖZGÖKMEN

Danışman
Prof. Dr. Hüseyin KALKAN

SAMSUN
2025

TEZ KABUL VE ONAYI

Dursun ÖZGÖKMEN tarafından, **Prof. Dr. Hüseyin KALKAN** danışmanlığında hazırlanan “**Fen Bilgisi Öğretmenliği ve İlköğretim Matematik Öğretmenliği Programlarında Öğrenim Gören Öğrencilerin Büyüklük ve Uzaklık Kavramlarındaki Değişimlerin Kesitsel Olarak İncelenmesi**” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 28.1.2025 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı Adı Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	Sonuç
Başkan (Danışman)	Prof. Dr. Hüseyin KALKAN Ondokuz Mayıs Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü Fen Bilgisi Ana Bilim Dalı	<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret
Üye	Prof. Dr. Nazan OCAK İSKELELİ Ondokuz Mayıs Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü Fen Bilgisi Ana Bilim Dalı	<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input checked="" type="checkbox"/> Ret
Üye	Prof. Dr. Cumhuri TÜRK Samsun Üniversitesi İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi İletişim Tasarımı ve Yönetimi Bölümü	<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

Prof. Dr. Faik Ahmet SESLİ
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım Yüksek Lisans tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

Etik Kurul Gerekli mi ?

Evet (Gerekli ise ekler kısmına ekleyiniz)

Hayır

31/01/2025
Dursun ÖZGÖKMEN

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı : Fen Bilgisi Öğretmenliği ve İlköğretim Matematik Öğretmenliği Programlarında Öğrenim Gören Öğrencilerin Büyüklük ve Uzaklık Kavramlarındaki Değişimlerin Kesitsel Olarak İncelenmesi

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 18/12/2024 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 15

Tek kaynak oranı : % 4 çıkmıştır.

31/01/2025
Prof. Dr. Hüseyin KALKAN

ÖZET

FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ VE İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMLARINDA ÖĞRENİM GÖREN ÖĞRENCİLERİN BÜYÜKLÜK VE UZAKLIK KAVRAMLARINDAKİ DEĞİŞİMLERİN KESİTSEL OLARAK İNCELENMESİ

Dursun ÖZGÖKMEN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı

Fen Bilgisi Eğitimi Programı

Yüksek Lisans, Ocak/2025

Danışman: Prof. Dr. Hüseyin KALKAN

Büyüklik ve uzaklık kavramları içinde bulunduğumuz doğanın anlaşılmasında çok önemli bir yer tutmaktadır. Bu kavramların müfredat programları içindeki matematiksel kavramların uygulama alanı olarak da önemli bir yer tuttuğu yadsınamaz bir gerçektir. Ortaokullarda okutulan Fen Bilimleri ve Matematik derslerinde de en önemli kavramlardan olan büyüklik ve uzaklık kavramlarının öğrencilere öğretilmesinde ileriki öğretim yaşantılarında asıl görevi üstlenecek fen bilgisi ve ilköğretim matematik öğretmen adaylarının, bu kavramları kavrama düzeylerinin ne olduğunu tespit etmenin, mümkünse anlamlı ölçüdeki farklılıkları belirlemenin ve öğretmenlik programları müfredatlarının ne derecede etkili olduğunun belirlenmesinin büyük bir gereklilik olduğu düşünülmektedir. Bu çalışma, öğretmen adaylarının sahip oldukları büyüklik ve uzaklık kavramlarını kavrayışlarının hangi seviyede olduğunu hem makro (gözle görülebilen ve astronomik) hem mikro (gözle görülebilene yakın) hem de nano ve nano altı (mm' nin milyonda biri ve altındaki büyüklükte parçacık ve tanecik) boyutlarda incelenmesi üzerine kurgulanmıştır. Araştırmanın nicel araştırma türü üzerine kurgulanmasıyla birlikte araştırmanın modeli, tarama modeli çeşitlerinden genel tarama modelidir ve deseni ise kesit alma (enlemsel) desenidir. Araştırmanın örneklemini Karadeniz Bölgesi'nde bulunan bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesinin Fen Bilgisi Öğretmenliği ve İlköğretim Matematik Öğretmenliği bölümlerinde 1., 2., 3. ve 4. sınıflarda okuyan 246 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışmada araştırmacılar tarafından, 5 seçenekli 13 çoktan seçmeli sorudan oluşan "10'un Kuvvetlerinde Büyüklik ve Uzaklıklar Kavrama Testi" (OKBUKT) geliştirilmiş ve katılımcılara çevrimiçi veya yüz yüze biçimde uygulanmıştır. Veriler Excel ve SPSS olmak üzere iki adet paket istatistik programı ile analiz edilmiştir. Analizlerde temel olarak Kruskal-Wallis H ve çoklu karşılaştırmalar için Tamhane's T2 testi uygulanmıştır. Araştırmada sonuç olarak; her iki bölüm öğretmen adaylarının kendi içlerinde hazır bulunuşlarının düşük olduğu ve 4 yıl boyunca en azından büyüklik ve uzaklık kavramları açısından bu alandaki kavrama düzeylerini yeterince geliştiremedikleri ortaya konulmuştur. Ayrıca, fen bilgisi öğretmenliği programında uygulanan müfredatın ilköğretim matematik öğretmenliği programında uygulanan müfredattan büyüklik ve uzaklık kavramlarının kavranılması açısından daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Fen eğitimi, Matematik eğitimi, Büyüklik ve uzaklık kavramları, Ölçek kavramı, Ortaokul matematik ve fen bilimleri müfredatları

ABSTRACT

THE CROSS-SECTIONAL EXAMINATION OF THE CHANGES IN THE CONCEPTS OF SIZE AND DISTANCE OF STUDENTS STUDYING IN SCIENCE EDUCATION TEACHING AND PRIMARY MATHEMATICS TEACHING EDUCATION PROGRAMS

Dursun ÖZGÖKMEN
Ondokuz Mayıs University
Institute of Graduate Studies
Department of Mathematics and Science Education
Science Education Programme
Master, January/2025
Supervisor: Prof. Dr. Hüseyin KALKAN

The concepts of size and distance hold a significant place in understanding the natural world we live in. It is an undeniable fact that these concepts also play a crucial role as application areas for mathematical concepts within curriculum programs. In middle school science and mathematics courses, size and distance are among the most important concepts to be taught. Determining the level of comprehension of these concepts among prospective middle school science and primary school mathematics teachers—who will play a central role in teaching the concepts in future educational settings—is essential. Additionally, identifying significant differences in their understanding and assessing the effectiveness of teacher education program curricula are considered necessary steps. This study is designed to examine the level of comprehension that prospective teachers have regarding the concepts of size and distance across various scales: macro (visible to eye and astronomical), micro (near-visible to eye), and nano and sub-nano (particles and units at the scale of one-millionth of a millimeter or smaller). The study employs a quantitative research approach, utilizing the general survey model—a type of descriptive survey models—with a cross-sectional pattern. The sample of the research comprises 246 students enrolled in the Science Education and Middle School Mathematics Education departments at faculty of education of a public university in the Black Sea Region of Turkey, spanning 1st, 2nd, 3rd, and 4th-year levels. The researchers developed the "Understanding Size and Distances on Powers of 10 Test" (OKBUKT), consisting of 13 multiple-choice questions of five options each. This test was administered to participants either online or face-to-face. Data were analyzed using two statistical software packages, Excel and SPSS. The main statistical methods employed included the Kruskal-Wallis H test and Tamhane's T2 test for multiple comparisons. The findings revealed that the readiness levels of prospective teachers in both programs were low and that their comprehension levels regarding size and distance concepts (at least for these concepts) did not improve sufficiently over the four years of education. Furthermore, it was determined that the curriculum implemented in the Science Education program is more effective in fostering an understanding of magnitude and distance concepts than the curriculum in the Primary School Mathematics Education program.

Keywords: Science education, Mathematics education, Concepts of size and distance, Scale concept, Middle school mathematics and science curricula

ÖN SÖZ VE TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim ve tezimi yazma sürem boyunca akademik birikimini, manevi ve psikolojik açıdan en büyük desteğini üzerimden esirgemeyen sayın hocam ve tez danışmanım Prof. Dr. Hüseyin KALKAN'a minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

Beni bu günlere getiren ve eğitimimim hususunda her zaman beni cesaretlendiren ve destekleyen canım babam Cevdet ÖZGÖKMEN ve canım annem Fatma ÖZGÖKMEN'e sonsuz teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimimim esnasında, sevgili yeğenim İnci, canım kardeşim Ayşegül ve eşi Kerem YELKENCİ'ye her pes edişimde beni yeniden başlattıkları için teşekkür ederim.

Beni yüksek lisans eğitimimim süresince gerek manevi ve psikolojik açıdan gerekse akademik yönden destekleyen saygıdeğer arkadaşlarım Hüseyin BİRİNCİ, Adnan BELOVACIKLI, Barış ÇIRPICI, Bilal İLDEMİR, Eren FİDAN, Hüseyin GÖKMEN ve Bora PEKMEZCİ'ye teşekkürlerimi sunarım.

Dursun ÖZGÖKMEN

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAYI	i
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI	ii
TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
TABLOLAR DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Araştırmanın Problemi	5
1.2. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi	8
1.3. Araştırmanın Amacı	10
1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları	11
1.5. Araştırmanın Varsayımları	12
2. KURAMSAL ÇERÇEVE	13
2.1. Ölçek Kavramı ve Ölçek Türleri	13
2.2. 10'un Farklı Kuvvetleri ve Bilimsel Gösterim	13
2.3. Büyüklük ve Uzaklık Kavramlarıyla İlgili Ortaokul Fen Bilimleri Dersi Kazanımları ile Derslerine Göre Fen Bilgisi Öğretmenliği ve İlköğretim Matematik Öğretmenliği Konuları	15
3. YÖNTEM	17
3.1. Araştırma Deseni	17
3.2. Çalışma Evreni ve Örneklem	17
3.3. Veri Toplama Aracı	18
3.3.1. OKBUKT'un Geliştirme Aşamaları	18
3.3.2. Konu - Soru Dağılım Tabloları.....	19
3.3.3. Pilot Uygulama	23
3.3.4. İstatistik Analiz	23
3.3.5. Güvenirlik ve Madde Analizine Bağlı Çıkarma-Düzeltilme İşlemleri ...	24
3.3.6. Geçerlik	25
3.3.7. OKBUKT'taki Maddelere İlişkin Açıklamalar	28
3.3.7.1. Madde-1	28
3.3.7.2. Madde-2	29
3.3.7.3. Madde-3	30
3.3.7.4. Madde-4	30
3.3.7.5. Madde-5	31
3.3.7.6. Madde-6	31
3.3.7.7. Madde-7	32
3.3.7.8. Madde-8	32
3.3.7.9. Madde-9	33
3.3.7.10. Madde-10	33
3.3.7.11. Madde-11	34
3.3.7.12. Madde-12	34
3.3.7.13. Madde-13	35
3.4. Verilerin Toplanması	35

3.5. Verilerin Analizi	36
4. BULGULAR	37
4.1. Tanımlayıcı İstatistikler	38
4.2. Çıkarımsal İstatistikler	39
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	46
6. ÖNERİLER	50
7. KAYNAKÇA	52
EKLER	59
EK – 1. 10'un Kuvvetlerinde Büyüklük ve Uzaklıklar Kavrama Testi (OKBUKT).....	59
EK – 2. 10'un Kuvvetlerinde Büyüklük ve Uzaklıklar Kavrama Testi Cevap Anahtarı.....	60
EK – 3. Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurul Kararı	61
EK – 4. Uzman Görüşleri Belgesi	62
ÖZ GEÇMİŞ	63



SİMGELER VE KISALTMALAR

α	: Cronbach's alpha Coefficient
AU	: Astronomical Unit
BBC	: British Broadcasting Corporation
FS2C	: The Framework for Characterizing and Scaffolding Size and Scale Cognition
IBM SPSS	: International Business Machines - Statistical Package for the Social Sciences
KMO	: Kaiser-Meyer-Olkin Uygunluk Ölçüsü
NASA	: National Aeronautics and Space Administration
OKBUKT	: 10'un Kuvvetlerinde Büyüklük ve Uzaklıklar Kavrama Testi
post-hoc	: Bundan sonra (Latince)
SI	: International System of Units
T.C. MEB	: Türkiye Cumhuriyeti Millî Eğitim Bakanlığı
YKS	: Yükseköğretim Kurumları Sınavı
YÖK	: Yükseköğretim Kurulu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Görelî büyüklük ve mutlak büyüklük	5
Şekil 3.1. OKBUKT'un geliştirilme sürecinde izlenen adımlar	18
Şekil 3.2. Google Formlarda oluşturulan testin yönerge ile maddeler ve seçeneklerinin görünümü	35
Şekil 4.1. Çalışmanın ana amacı ve alt amaçları	37
Şekil 4.2. Sınıflara ve bölümlere göre alınan ortalama puanlar	38
Şekil 4.3. Bölümlerde alınan ortalama puanların sınıf seviyesine göre artış eğilimleri	39
Şekil 4.4. Verilerin normal dağılımdan sapmasını gösteren histogram	42



TABLolar DİZİNİ

Tablo 1.1. SI Birimlerinin Önekleri	4
Tablo 2.1. Makro, mikro ve nano ölçeklerde tanımlayıcı büyüklük aralıkları	13
Tablo 2.2. Büyüklük ve uzaklık kavramlarıyla ilgili ortaokul fen bilimleri dersi kazanımları	15
Tablo 2.3. Derslerine göre büyüklük ve uzaklık kavramlarıyla ilgili Fen Bilgisi Öğretmenliği lisans programı ders içerikleri	16
Tablo 2.4. Derslerine göre büyüklük ve uzaklık kavramlarıyla ilgili İlköğretim Matematik Öğretmenliği lisans programı ders içerikleri	16
Tablo 3.1. Çalışmanın cinsiyet ve sınıf değişkenlerine göre katılımcıları	18
Tablo 3.2. Fen Bilimleri ve Matematik dersleri müfredatlarında büyüklük ve uzaklık kavramlarının test maddeleriyle ilişkisini gösteren kazanım – soru dağılım tablosu	20
Tablo 3.3. Fen Bilgisi Öğretmenliği Lisans Programı ders içeriklerindeki büyüklük ve uzaklık kavramlarının test maddeleriyle ilişkisini gösteren konu - soru dağılım tablosu	21
Tablo 3.4. İlköğretim Matematik Öğretmenliği Lisans Programı ders içeriklerindeki büyüklük ve uzaklık kavramlarının test maddeleriyle ilişkisini gösteren konu - soru dağılım tablosu	22
Tablo 3.5. OKBUKT maddelerinin güçlük (p_j) ve ayırt edicilik (r_{jx}) indeksleri	23
Tablo 3.6. Madde güçlük endeksinin (p_j) yorumlanması	24
Tablo 3.7. OKBUKT için Kaiser-Meyer-Olkin ve Barlett'in küresellik testi sonuçları	26
Tablo 3.8. OKBUKT'un 2. formuna ait açımlayıcı faktör analizi örüntü tablosu	27
Tablo 4.1. Uygulama sonucunda bütün sınıflardan elde edilen puanların tanımlayıcı istatistikleri	38
Tablo 4.2. Madde 2, 3, 5, 8 ve 13'ten oluşan yapının bölüm ve sınıflara göre aritmetik ortalamaları	41
Tablo 4.3. Tüm puanlara ait dağılımın ortalama, basıklık ve çarpıklık değerleri	41
Tablo 4.4. Kolmogorov-Smirnov testi sonuçları	42
Tablo 4.5. OKBUKT testinin Kruskal-Wallis H sonuçları	43
Tablo 4.6. Tamhane's T2 testine göre tüm gruplara ait çoklu karşılaştırmalar sonuçları	43
Tablo 4.7. Fen bilgisi ve ilköğretim matematik öğretmenliği bölümlerinin kendi içlerinde Kruskal Wallis H testi sonuçları	44
Tablo 4.8. Tamhane's T2 Testi'ne göre bölümlere göre çoklu karşılaştırmalar sonuçları	44
Tablo 5.1. Bölümlerin YKS yerleştirme sonuçlarına göre 2020, 2021, 2022 ve 2023 yıllarında aldığı minimum puanlar	47

1. GİRİŞ

İnsan evrenin akıl almaz büyüklüğü içinde ne kadar önemsiz ve görece küçükse dünyamız üzerindeki karbon temelli yaşamı mümkün kılan organik moleküllerin, insanın tecrübesi dışındaki küçük boyutlarına kıyasla da o kadar önemli ve büyüktür.

Astronomi biliminde, evrendeki büyüklük ve uzaklıkları belirtirken milyon, milyar, katrilyon, milyar kere milyar, vb. yerine matematiksel olarak bol sıfırlı (0'lı) çok büyük sayılar kullanılır. Astronomide kullanılan bu büyüklük ve uzaklıklara örnek verecek olursak, Güneş – Dünya arası uzaklık ortalama ve yaklaşık olarak 150 000 000 km ve 1 ışık yılı da 9 460 000 000 000 km'ye karşılık gelmektedir.

Bu örneklerdeki çok büyük sayılardan görece çok daha küçük sayılarla ifade ederken, metrenin, gramın, vb. binde, milyonda, milyarda, vb. birini kullanmak durumundayızdır. Örneğin; protonun çapı, yaklaşık olarak metrenin milyar kere milyonda biri veya diğer deyişle katrilyonda biri; $1/1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000 = 0,0000000000000001$ sayısı ile ifade edilebilecek bir büyüklüktür (Jones, Taylor & Falvo, 2009, s. 49).

“Evrendeki tüm yıldızların sayısı, Dünya'daki bütün kumsallardaki kum taneciklerinin sayısından fazla.” Bu iddiayı, Amerikalı gök bilimci Carl Sagan, 1980'lerdeki televizyon şovu Kozmoz'da dile getirmişti (BBC News World Service, 2018).

Bilim adamları, Samanyolu'nda yaklaşık 200 milyar; 200 000 000 000 yıldız olduğunu ve gözlemlenebilir evrende ise yaklaşık 100 milyar; yani $\sim 100\ 000\ 000\ 000$ galaksi olduğunu tahmin ediyorlar. Bu ise bizi şu sonuca götürüyor: Evren'de $\sim 20\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000$ (20 Sekstilyon) yıldız bulunmaktadır. Bu 2' nin yanındaki 22 sıfırlı sayıyı hem yazmakta hem akılda tutmakta zorlanacağımızı kuvvetle öngörebiliriz. Bunu kısaca $2 \cdot 10^{22}$ ile göstermek ise hem çok daha akılda kalıcı hem de yapılabilecek matematiksel işlemler açısından kolaylık sağlayıcıdır. Tabi ki bu $2 \cdot 10^{22}$ değeri sadece gözlemleyebildiğimiz evrenin sınırlarındaki tahmini yıldız sayısıdır. Dünya üzerindeki kum tanesi sayısı hesabına geldiğimizde bu soruya cevap verebilmek için yapılan yukarıdakine benzer basit matematiksel hesaplar sonucunda, uzmanlarca Dünya üzerinde bulunan kum tanesi sayısı $4 \cdot 10^{21}$ olarak bulunmuştur. $2 \cdot 10^{22} = 20 \cdot 10^{21}$ dönüşümü kullanıldığında, bu hesaplamalar Carl Sagan'ın haklı olduğunu göstermektedir. (Matematiksel, 2020)

Evrendeki tahmini toplam yıldız sayısı ve elektronun kütlesi ile ilgili matematiksel değerler gerçekten de insanın çıplak gözle ölçümünü yapabilmesinden çok çok uzak, algılamasının ve hatta hayal etmeye çalışmasının çok dışında kavramlardır.

Bunun yanında 10'un kuvveti kullanarak yapılacak bir başka büyüklük gösterimi ise elektronun kütlesi ile ilgili: elektronun kütlesi $9,11 \cdot 10^{-31}$ gramdır. Bu gösterimdeki 10'un - 31. kuvveti, evrendeki tahmini toplam yıldız sayısı ve dünya kumsallarındaki kum taneciği sayılarındaki gibi çok büyük sayısal değerlere kıyasla yine insan algısının dışında kalan çok çok küçük bir sayıyı ifade etmektedir (Britannica, 2024).

Büyüklik kavramı, karşılaştırma yardımıyla görece yükçe daha çok ya da az, görece kütlece daha fazla ya da az vb. şeklinde ve uzaklık özel kategorisi altında görece daha uzun ya da daha kısa şeklinde ölçüm yapmaktan çıkarsanabilir. Nesnelere ölçek yardımıyla, görece büyüklük kullanılarak, büyüklüklerine ve aralarındaki uzaklıklara göre karşılaştırılabilir. Matematiksel bir kavram olarak ölçek, 7. sınıftaki Matematik müfredatında geçtiği gibi "temsil edilenin gerçekte olana oranı" biçiminde ele alınır. (T.C. Milli Eğitim Bakanlığı [T.C. MEB], 2018a)

Büyüklik ve uzaklık kavramlarını 10'un alt (negatif) ve üst (pozitif) kuvvetlerinde ele alan önemli görsel dokümanlardan biri Charles Eames ve eği Ray Eames'ın hazırladığı 1977 yapımı "Powers of Ten" belgeselidir. Belgeselin girişinde, bir örtü üzerinde piknik yapan bir çiftin görüntüsü verilmektedir. Kamera, bu çifti öncelikle tam 1 metre yukarıdan görüntülemektedir. Bu görüntünün ardından kamera açısındaki üstten görünüm her 10 saniyede bir 10 metre uzaklaşmaktadır. Böylelikle önce bu piknik yeri çevresindeki göl ve otoyollar görünür, ardından da şehrin kuşbakışı görüntüsü her biri 10'un bir kuvvetine karşılık gelecek şekilde aynı ekranı doldurmaktadır. Belgesel ilerledikçe sırasıyla gezegenleri, Güneş Sistemi'ni, galaksileri görmeye başlamaktayız. En sonunda belgeselin evrenin sınırlarını zorlamaya başlamasının ardından, yolculuk tam aksi istikamette seyretmeye başlamaktadır. Ekranda görülen yapılar her 10 saniyede bir 10 metre yakınlaşarak filmi geri sarmaktadır ve örtü üzerinde piknik yapan çiftimizi tekrar görmekteyiz. Bunun ardından ekrana sığan görüntü, birbirini takip eder şekilde, kameranın insan tenindeki gözeneklerden içeri giriyormuş efektini takiben, vücudumuzdaki mikroskopik yapılar, hücre ve çekirdeği, kalıtımsal yapılar, molekül ve atom ile

atomaltı parçacıklara kadar uzanmaktadır. Tüm belgeselde, görsel olarak her ekran için o büyüklüğe ya da uzaklığa karşılık gelen 10'un kuvvetleri ve işitsel olarak açıklayıcı bir anlatımla sürdürülmektedir. Tüm belgesel bir bütün olarak düşünüldüğünde, insanın evrendeki muazzam büyüklükteki yerinin ne kadar önemsenbilir olduğunu ve vücudumuzun ise adeta bambaşka bir evreni barındırdığını bize sorgulatmaktadır. (Eames & Eames, 1977)

Ölçeği, “Görüntüdeki büyüklüğün gerçek büyüklüğe oranı” olarak tanımlarsak, Powers of Ten belgeselinde de hep aynı büyüklükte olan bir ekranda onar kat olarak artış gösteren büyüklük ve uzaklıklar sıralı şekilde geçiş halindeyken matematiksel olarak ölçek küçülmektedir. Ölçek, matematiksel değer olarak küçüldükçe astronomik olarak Dünya'mızın ekvatorial çevresinden Evren'in ölçülebilir büyüklük sınırlarına kadar uzanmamız mümkündür. (Smorynski, 2007, s. 49; T.C. MEB, 2018a, s.66)

Buraya kadar, evrendeki tüm yıldızların sayısının dünyadaki bütün kumsallardaki kum taneciklerinin sayısı ile kıyaslanmasında ve ‘Powers of Ten’ belgeselinde ölçeğe bağlı olarak gerçekleşen değişimlerde büyüklük ve uzaklık kavramlarının göreceli büyüklük ve uzaklık boyutu ele alınmıştır. Ancak büyüklük ve uzaklık kavramlarının mutlak büyüklük ve mutlak uzaklık boyutu da bulunmaktadır. Bir büyüklük veya miktarın herhangi başka bir büyüklük veya miktarla karşılaştırmasını yapmadan nesnenin başka bir nesneye bakarak herhangi bir özelliğini üstün tutmadan gerçekte ölçüldüğü şekilde verilmesi mutlak büyüklüktür. (Wouters, 2019) Burada mutlak büyüklük ifade edilirken kullanılacak matematiksel birimler Tablo 1.1.'de verilmiştir.

Gerçekte $9,46 \cdot 10^{15}$ metre olan ışık yılını ele aldığımızda bunun yuvarlaması olan $10 \cdot 10^{15} = 10^{16}$ metrenin, aşağıdaki tabloda “Üskatlar”dan 10 petametreye (Pm) denk geldiğini görmekteyiz.

Aynı tablonun “Askatlar” bölümünden örnek olarak alınacak orta boyutta bir molekülün büyüklüğünün 1 nanometre = 1 nm = 10^{-9} metreye karşılık geldiğini okumamız mümkündür. (Bars & Terning, 2010)

Tablo 1.1. SI Birimlerinin önekleri (Tübitak Ulusal Metroloji Enstitüsü, t.y.)

ÜSKATLAR		
Bilimsel Gösterim	SI Öneki - Sembol	Çarpı Katsayısı
10^{30}	Kuetta (Q)	1 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000
10^{27}	Ronna (R)	1 000 000 000 000 000 000 000 000 000
10^{24}	Yotta (Y)	1 000 000 000 000 000 000 000 000
10^{21}	Zetta (Z)	1 000 000 000 000 000 000 000
10^{18}	Exa (E)	1 000 000 000 000 000 000
10^{15}	Peta (P)	1 000 000 000 000 000
10^{12}	Tera (T)	1 000 000 000 000
10^9	Giga (G)	1 000 000 000
10^6	Mega (M)	1 000 000
10^3	kilo (k)	1 000
10^2	hekto (h)	100
10^1	deka (da)	10
10^0	–	1
ASKATLAR		
Bilimsel Gösterim	SI Öneki - Sembol	Çarpı Katsayısı
10^{-1}	desi (d)	0,1
10^{-2}	centi (c)	0,01
10^{-3}	milli (m)	0,001
10^{-6}	micro (μ)	0,000 001
10^{-9}	nano (n)	0,000 000 001
10^{-12}	pico (p)	0,000 000 000 001
10^{-15}	femto (f)	0,000 000 000 000 001
10^{-18}	atto (a)	0,000 000 000 000 000 001
10^{-21}	zepto (z)	0,000 000 000 000 000 000 001
10^{-24}	yocto (y)	0,000 000 000 000 000 000 000 001
10^{-27}	ronto (r)	0,000 000 000 000 000 000 000 000 001
10^{-30}	kuecto (q)	0,000 000 000 000 000 000 000 000 000 001

Tablo dışında bir örnek verecek olursak; Dünya'mızın ekvatorial çevresi, $40\,003,2\text{ km} = 4,00302 \cdot 10^4\text{ km}$ iken; Evrenin ölçülebilir sınırları (çapı) ise 93 milyar ışık yılı yani;

$$93 \cdot 1\,000\,000\,000 \cdot 9\,460\,800\,000\,000 = 8,798544 \cdot 10^{23}\text{ km}$$

(1 ışık yılı = $9\,460\,800\,000\,000\text{ km}$ olarak alınmıştır) olarak hesaplanacaktır. Bu şu anlama gelir; Evrenimizin bu büyüklüğünü km cinsinden yaklaşık olarak belirtmek istersek 9'un yanına tam 23 adet "0" yazmamız gerekmektedir. Bu sayı insanın tecrübesi dışında ve akıl almayacak bir büyüklüğü tarif etmektedir (National Aeronautics and Space Administration [NASA], t.y. a).



Şekil 1.1. Göreli büyüklük ve mutlak büyüklük (Hamouda, 2021; Siberianart, t.y.)

Yukarıdaki şekli ele aldığımızda iki resmin boyutu da (en ve boy) aynıdır. Soldaki resim kendi başına ele alındığında Güneş Sistemimizdeki sekiz gezegenin birbirine göreli olarak büyüklükleri görülmektedir. İki resim birlikte ele alındığında ise resimlere aynı perspektiften bakıldığında boyutlar (en ve boy) olarak aynı olmasına rağmen bunların mutlak büyüklüklerinin aynı olmadığını kesin bir şekilde söylemeliyiz. Soldaki resimde temsil edilen Güneş Sistemi makro ölçekte ele alınması gereken bir sistemken sağdaki resimdeki bakteri, virüs, kromozom vb. yapılar mikro ve hatta nano ölçekte ele alınması gereken yapılardır.

Yukarıda da anlatıldığı gibi büyüklük ve uzaklık kavramlarının, içinde bulunduğumuz doğanın anlaşılmasında çok önemli bir yer tuttuğu ortadayken müfredat programları içindeki matematiksel kavramların uygulama alanı olarak da önemli bir yer tuttuğu aşikârdır.

1.1. Araştırmanın Problemi

Büyüklük ve uzaklık kavramlarının alan yazındaki yeri incelendiğinde bilimsel çalışmaların,

- astronomi (Resnick et. al., 2017; Kalkan vd., 2007; Miller & Brewer, 2010; Kalkan ve Kıroğlu, 2007; Güneş, 2010; Türk, 2010),
- fizik (Baybars ve Küçüközer, 2014),
- kimya (Kılıçoğlu, 2019; Kenan ve Özmen, 2010),
- biyoloji (Tatar ve Cansüğü Koray, 2005),
- nanobilim ve nanoteknoloji (Boyraz, 2022; Bryan et al., 2015; Şenel Zor ve Aslan, 2018; Light et al., 2007; Batt et al., 2008)

bilim dallarında yapıldığı görülmektedir.

Türk vd. (2017), 4. sınıfta öğrenim gören 90 Fen Bilgisi öğretmen adayıyla yürüttükleri çalışmada, çeşitli metot ve teknikler yardımıyla farklılaştırılmış 14 haftalık astronomi dersinin öğretmen adaylarının başarıları üzerine etkisini incelemişlerdir. Uygulanan ders programının, öğrencilerin özel olarak evrensel büyüklük, evrensel uzaklık ve göreceli uzaklık açısından sahip oldukları alternatif kavramları azalttığı tespit edilmiştir.

Delgado vd. (2007), 7., 9., 10., 11. sınıf ve üniversite öğrencileriyle yürüttükleri çalışmalarında, kart sıralama görevi ve görüşmeler aracılığıyla öğrencilerin sıralama, gruplandırma, bir objenin diğerinden kaç kat daha büyük veya küçük olduğu ve mutlak büyüklük şeklinde belirtilebilecek dört boyut kavramı arasında ne kadar iyi derecede ve nasıl bir sıralamada bağlantılar kurduğunu tespit etmeye çalışmışlardır. Öğrencilerin (özellikle üniversite öğrencileri dışındakiler) büyüklük ve ölçek kavramları tamamen bağlantısız olanlardan bağlantılı olanlara kadar bir yelpazede yer almaktadır. Alınan bilim dersleri ve akademik beceri, bağlantılılığın yordayıcılarıken, cinsiyet, ırk ve sınıf seviyesi değildir. Bir objenin diğerinden kaç kat daha büyük veya küçük olduğu ve mutlak büyüklük arasındaki kavramsal bağlantıların kurulması ortaokul ve lise öğrencileri için zor olduğundan öğrencilerin dahil olabilecekleri, oran ve orantı konularında aktivitelerin yardımcı olabileceği ve bu etkinliklerin ortaokul ve lise seviyesinde düzenlenebileceği araştırmacılar tarafından önerilmiştir.

Cin (2007), 65 Türk ortaokul öğrencisiyle yürüttüğü çalışmada öğrencilerin Güneş, Dünya ve Ay'ın büyüklükleri ve Dünya'nın Ay'a ve Güneş'e olan uzaklıkları konularında birçok kavram yanılgısına sahip olduklarını ortaya koymuştur.

Rajpaul vd. (2018), 41 öğretmen adayıyla yürüttükleri çalışmada tahmini olarak büyüklük ve uzaklık; Güneş ve Dünya'nın göreceli büyüklükleri, Güneş Sistemi, Gözlemlenebilir Evren, yıldızlar, gezegenler gibi sistemlerin büyüklük ve uzaklık sıralamaları temalarında yürüttükleri çalışmalarında öğretmen adaylarının önemli bilgi eksikliklerinin olduğunu tespit etmişlerdir.

Sharp ve Kuerbis (2005) 9 ila 11 yaşındaki öğrencilerle yürüttükleri çalışmalarında öğrencilerin Güneş Sistemi alanında çok düşük bir bilgi seviyesine sahip olduklarını tespit etmişlerdir. Yarı deneysel olan bu çalışmada deney grubunda uygulanan yapılandırmacı yaklaşıma dayalı eğitim etkinliklerinin, -onlara göre- zaten

var olan kapasiteleri sayesinde öğrencileri Güneş sistemi ve elemanlarını tanımlayıp uzaklık ve büyüklüklerine göre sıralamada daha üst seviyeye çıkardığını tespit etmişlerdir.

Fanetti (2001), Astronomi ve Fizik dersini alan 50 üniversite öğrencisiyle yaptığı görüşme ve Astronomi'ye Giriş dersini alan fen dışı bölümlerde öğrenim gören 700'den fazla üniversite öğrencisiyle yaptığı açık uçlu ankete dayalı yürüttüğü çalışmada, hangisi olursa olsun, geleneksel ya da özelleştirilmiş öğretimin, öğrencilerin Dünya-Ay uzaklığının ve Dünya ve Ay'ın göreceli boyutlarının anlaşılmasında yardımcı olduğu ve dolayısıyla Ay'ın evrelerinin anlaşılması konusunda asıl engeli kaldırdığını ortaya koymuştur.

Türk vd. (2015)'nin fen bilgisi ve sınıf öğretmen adaylarıyla boylamsal olarak yaptıkları çalışmada, geliştirilen 'Temel Astronomi Testi' (Basic Astronomy Test) vasıtasıyla aynı grupların hem 1. sınıfta hem de 4. sınıftaki belirli astronomi kavramlarını tespit etmeye çalışmışlardır. Çalışma sonucunda fen bilgisi ve sınıf öğretmenliği öğrencilerinin test sonuçlarında 1. sınıflar açısından anlamlı farklılıklar bulunmazken mezuniyet senesinde fen bilgisi öğretmen adaylarının sınıf öğretmen adaylarından anlamlı biçimde daha iyi sonuçlar elde ettikleri tespit edilmiştir. Çalışmada ele alınan kavramlardan ve aynı zamanda sorulan 14 maddeden üçü: "Büyüklikler", "Dünya'dan uzaklık" ve "Yapay uyduların Dünya'ya uzaklığı"dır. Bu maddelerin ayrıca yapılan incelemelerine bakacak olursak bu üç maddenin tamamında fen bilgisi öğretmen adaylarının kavram yanılgılarında azalma ve sınıf öğretmen adaylarının kavram yanılgılarında artış olduğu görülmüştür. Yazarlar, fen bilgisi öğretmenliği programında bulunan astronomi dersinin, sınıf öğretmenliği programında ayrı bir ders olarak bulunmayışının, bu kavram yanılgılarının azalma ve artışının nedenlerinden biri olabileceğini öne sürmektedirler.

Swarat vd. (2010), üniversite öğrencileriyle yürüttükleri çalışmalarında öğrencilerin büyüklük ve ölçeği kavramalarında görsel tecrübelerle sahip olmanın etkisinin büyük olduğunu tespit etmişlerdir. Örneğin bir cetvel, bir saç teli, insan bedeni, filin büyüklüğü, vb. nano, mikro ve makro ölçekler arasında büyüklük karşılaştırmada etkili olabilir. Çalışmada büyüklük ve ölçek kavrayışların en kapsamlısının logaritmik anlayış olduğu öne sürülmüş ve logaritmik anlayışın temellerinin; nano, mikro ve makro ölçeklerin sürekliliği, nesnelere büyüklüklerini hesaplarken çıkarma yerine bölme yapma ve 1 kuvvetin farkının temsil edilmesinde

10'un kuvvetlerini kullanmada yattığını belirtmişlerdir. Çalışmanın öneriler bölümünde uzunluk, alan, hacim, deprem büyüklüğünü ölçmede kullanılan Richter ölçeği, desibel sistemi gibi konularda da çalışmaların yapılmasının, bu çalışmanın tipolojisinin daha da net biçimde anlaşılabilmesi için yararlı olabileceği öne sürülmüştür.

Magana vd. (2012), yaptıkları çalışmada mikro ve nano ölçeklerdeki büyüklük ve uzaklıkları ifadede matematiksel gösterimin (bilimsel gösterim; $1 \mu\text{m} = 1.10^{-6} \text{ m}$; $2,71.10^{-9} \text{ mm}$ vb.) önemini belirtmiştir. Araştırmacılar büyüklük ve uzaklık kavramlarının öğretime yönelik bir çerçeve taslak olan "the framework for characterizing and scaffolding size and scale cognition" (FS2C) ve bununla örtüşecek, öğrencilerin büyüklük ve uzaklık kavramlarını kavrayışlarını ölçebilecek bir ölçme ve değerlendirme sistemi geliştirmişlerdir. Ayrıca 224 öğretmen adayıyla yürütülen bu çalışmada, farklı ölçeklerdeki büyüklükleri sıralamada, görel ve mutlak büyüklükleri tahmin etmede katılımcıların yaşadıkları zorluklar ortaya koyulmuştur.

Büyüklük ve uzaklık kavramları açısından Fen Bilgisi ve İlköğretim Matematik öğretmen adaylarının yukarıda belirtilen şekilde muhtemelen yaşadıkları zorlukları ortaya koymak ve müfredat programlarının etkinliğini tespit etmeye yönelik planlanan bu araştırmanın ana problem cümlesi şudur:

- Fen Bilgisi Öğretmenliği ve İlköğretim Matematik Öğretmenliği Programlarında okuyan öğrencilerin, doğanın işleyiş mekanizmasında etkili olan büyüklük ve uzaklık kavramlarını algılayışlarındaki kesitsel farklılıklar nelerdir?

Bu ana problem cümlesine ait araştırma yapılacak alt problemler ise şunlardır:

- Fen Bilgisi Öğretmenliği Program müfredatının, üniversite 1, 2, 3 ve 4. sınıf öğretmen adaylarının büyüklük ve uzaklık kavramlarını kazanabilmeleri üzerindeki etkisi nedir?
- İlköğretim Matematik Öğretmenliği Program müfredatının üniversite 1, 2, 3 ve 4. sınıf öğretmen adaylarının büyüklük ve uzaklık kavramlarını kazanabilmeleri üzerindeki etkisi nedir?
- Fen Bilgisi Öğretmenliği ve İlköğretim Matematik Öğretmenliği Programlarında okuyan üniversite 1, 2, 3 ve 4. sınıf öğretmen adaylarının büyüklük ve uzaklık kavramlarını kavrayışlarındaki değişimde anlamlı bir farklılık var mıdır?

1.2. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi

Literatürde, makro, mikro ve nano ölçeklerde, büyüklük ve uzaklık kavramlarının, interdisipliner yaklaşımla da (fen bilimleri, nanobilim ve matematik birlikte), (Jones et al., 2007; Chesnutt, 2017; Kobak vd., 2019; Tretter, 2004; Chesnutt et al., 2019; Magana, 2014; Miller & Melott, 1999) ele alındığı görülmektedir.

Tsihouridis vd. (2024), 105 Lise-1 öğrencisiyle yürüttükleri çalışmalarında 3-Boyutlu görsel modellerin, çeşitli astronomik kavramların kazanılmasındaki etkisini incelemiştir. Çalışmadaki öğretim hedeflerinden, büyüklük ve uzaklık kavramları ile ilgili öğretimsel hedefler şunlardır: Güneş sisteminin elemanlarının neler olduğu, Güneş Sistemi'ndeki gezegenlerin ve yörüngelerinin konumları, Güneş Sistemi'ndeki elemanların göreceli büyüklükleri. Ayrıca çalışmada etkinlik temelli öğretimin ve aktif katılımın öğrencilerin astronomik kavramlara merakını artırıcı nitelikte olduğu vurgulanmıştır.

Alonzo ve Gotwals (2012), öğrenim progresyonlarının (öğrenim ilerlemelerinin) tanımlanması ve geçerliliğinin sağlanması amaçlı gerçekleştirdiği çalışmalarında büyüklük ve uzaklık kavramlarını astronominin büyük fikirlerinden biri olarak tanımlamışlardır.

Lelliot ve Rollnick (2010), yaptıkları astronomi eğitimi ile ilgili doküman analizi çalışmalarında 1974-2008 yılları arasında, büyüklük ve uzaklık kavramlarını içeren 9 adet bilimsel çalışmayı taramışlardır. Bu dokuz çalışma büyüklük ve uzaklık kavramlarını tek başına değil, çalışmaların bir bölümü olarak ele almışlardır.

Jones vd. (2007), ortaokul öğrencileri ve tecrübeli Fen Bilgisi öğretmenleri ile gerçekleştirdikleri çalışmada, Giriş bölümünde sözü edilen "10'un Kuvvetleri" (Powers of Ten) belgeselini izlemenin; katılımcıların makro, mikro ve nano ölçeklerdeki büyüklük ve uzaklıkları anlamalarındaki olumlu etkisini göstermişlerdir ve bu belgeseli bir öğretim materyali olarak önermişlerdir. Çalışmada bilimsel gösterim ve birimler konuları da ele alınmıştır.

Bryan vd. (2015), tarama çalışmalarında 7-12 yılları arası öğrenciler için nanobilim müfredatında, büyüklük ve ölçek kavramlarının, ana öğrenme amaçlarından olduğunu belirtmişlerdir. Tarama türünde olan bu çalışmada, 26 nanobilim çalışmasından 15'inin ya tek başına ya da diğer temel amaçlarla beraber, büyüklük ve ölçek kavramları ile ilgili olduğunu belirtmişlerdir. Taranan çalışmalardaki tüm temel

amaçlar arasında, büyüklük ve ölçek kavramları en büyük paya sahiptir (%57).

Ateş ve Üce (2017), lise öğrencileriyle (9, 10, 11 ve 12. sınıfın tümünden katılımcılarla) yaptıkları çalışmalarında, katılımcıların nanobilim ve nanoteknolojiye yönelik ilgi ve meraklarının hayli yüksek olduğunu ve nanobilim ve nanoteknoloji içerikli ders ve kurslar istediklerini ortaya koymuştur. Ayrıca çalışmada, öğrencilerin nanobilim ve nanoteknolojiyi çok sıklıkla nanometre, küçük boyut, atom, mikroskobik canlı, nanoparçacık vb. kavramlarla ilişkilendirdikleri gösterilmektedir.

Dorouka ve Kalogiannakis (2023), 150 ikinci sınıf öğrencisiyle yürüttükleri çalışmalarında iki ayrı dijital teknoloji ürünü olan bilgisayar veya tablet kullanımının nano ölçekteki büyüklük kavramlarının anlaşılmasındaki etkisini incelemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, tablet temel alınan öğretimin bilgisayar temel alınan öğretime göre daha etkili olduğunu ortaya koyulmuştur. Ayrıca tablet kullanımlı öğretimin ve dijital ortamda yapılan etkinliklerin, öğrencilerin büyüklük ve uzaklık kavramlarını, ister ana bilimsel isterse disiplinler arası açıdan öğrenmelerine teşvik edici olacağı çalışmada ortaya konulmuştur.

Ortaokullarda okutulan Fen Bilimleri ve Matematik derslerinde de en önemli kavramlardan olan büyüklük ve uzaklık kavramlarının, ortaokul öğrencilerine öğretilmesinde gelecekte temel rol sahibi olacak Fen Bilgisi ve İlköğretim Matematik öğretmen adaylarının, bu kavramları kavrama düzeylerinin ne olduğunu tespit etmenin, varsa anlamlı farklılıkları ortaya koymanın ve öğretmenlik programları müfredatlarının etkinliğinin belirlenmesinin büyük bir gereklilik olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışma 2018 yılında yayımlanan Fen Bilgisi Öğretmenliği Programı'nı ve İlköğretim Matematik Öğretmenliği Programı'nı hem kendi içlerinde hem de bu anabilim dalları arasında bir karşılaştırma imkânı sunacaktır. Çalışma öğretmen adaylarının sahip oldukları büyüklük ve uzaklık kavramlarını kavrayışlarının hangi seviyede olduğunu hem makro (gözle görülebilen ve astronomik) hem mikro (gözle görülebileneye yakın) hem de nano ve nano altı (mm' nin milyonda biri ve altındaki büyüklükte parçacık ve tanecik) boyutlarda incelemiştir.

1.3. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı geliştirilen 10'un Kuvvetlerinde Büyüklük ve Uzaklıklar Kavrama Testi [OKBUKT] ile fen bilgisi öğretmenliği ve ilköğretim matematik öğretmenliği programlarında öğrenim gören öğrencilerin büyüklük ve uzaklık kavramlarındaki değişimlerin kesitsel olarak araştırılmasıdır. Bu ana amaca ulaştıracak alt amaçlar ise şunlardır:

- 10'un kuvvetlerindeki sayılarla ifade edilebilecek; çok büyük ve çok küçük sayılar ve evrende yer alan nano, mikro ve makro ölçeklerde bunlara karşılık gelecek büyüklük ve uzaklık kavramlarının kazanılabilmesi açısından fen bilgisi öğretmenliği programında ve ilköğretim matematik öğretmenliği programında öğrenim gören üniversite öğrencilerinin karşılaştırılmasını sağlayabilecek, geçerli ve güvenilir bir kavrama testi geliştirmek.
- Geliştirilen 10'un Kuvvetlerinde Büyüklük ve Uzaklıklar Kavrama Testi'ni fen bilgisi öğretmenliği programında ve ilköğretim matematik öğretmenliği programında okuyan üniversite 1., 2., 3. ve 4. sınıf öğrencilerine kesitsel olarak (enlemsel çalışma) uygulamak.
- Fen bilgisi öğretmenliği programında ve ilköğretim matematik öğretmenliği programında okuyan üniversite öğrencilerine uygulanacak OKBUKT'un uygulama sonuçlarını istatistiksel olarak paket istatistik programları yardımıyla analiz ederek, elde edilecek bulguları yorumlamak.
- Fen Bilgisi Öğretmenliği Programı'nda ve İlköğretim Matematik Öğretmenliği Programı'nda uygulanan müfredat programlarının, öğretmen adaylarının, sınıf seviyesine bağlı olarak, büyüklük ve uzaklık kavramlarını kavrayışlarındaki değişimleri -varsa- kesitsel olarak belirlemek.

1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmanın sınırlılıkları şunlardır:

- Çalışma örneklemini 2023 – 2024 eğitim – öğretim yılı bahar döneminde Karadeniz Bölgesi'nde bulunan bir devlet üniversitesinin eğitim

fakültesinde öğrenim gören 1, 2, 3 ve 4. sınıf fen bilgisi öğretmenliği öğrencileri ve 1, 2, 3 ve 4. sınıf ilköğretim matematik öğretmenliği öğrencileri oluşturmaktadır.

- OKBUKT’ndeki soruların büyüklük ve uzaklık kavramlarını hedeflediği gibi ölçme derecesi, çalışmada uygulanan kapsam ve yapı geçerliği ve iç tutarlık ile ilgili güvenilirlik analizlerinin sonucunda elde edilen bulgular ve çıkarsamalar ile sınırlıdır.

1.5. Araştırmanın Varsayımları

Araştırmanın varsayımları şunlardır:

- Yazılı şekilde ve çevrimiçi olarak verilerin toplanması sırasında öğrencilerin içten ve ciddi biçimde davrandıkları ve herhangi bir yardıma başvurmadıkları varsayılmaktadır.
- Çalışmanın yaklaşımının kesitsel olmasının doğasından ötürü birbirinden ayrı gruplar halinde olan sınıf seviyelerindeki öğrencilerden alınan verilerin, aynı gruptan alınıyormuş gibi elde edildiği varsayılmaktadır.

2. KURAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Ölçek Kavramı ve Ölçek Türleri

Bu çalışmada 10'un kuvvetlerinde büyüklük ve uzaklık kavramlarını ele alırken kullanacağımız 3 temel bakış açısı: makro ölçek, mikro ölçek ve nano ölçek olarak Tablo 2.1.'deki gibi belirlenmiştir.

Tablo 2.1. Makro, mikro ve nano ölçeklerde tanımlayıcı büyüklük aralıkları

Ölçek Çeşidi	Tanım	x: büyüklük ifade etmek üzere,	
		Aralık (birim)	Aralık (metre cinsi 10'un kuvveti)
Makro	Çıplak gözle görülebilen ve daha büyük nesnelerin ve ölçülerin bulunduğu ölçeği ifade eder. (Reif, 1965)	$100\mu\text{m} \leq x$	$10^{-4}\text{m} \leq x$ $1\text{E}-4\text{m} \leq x$
Mikro	Gözle görülebilenin altında, $100\mu\text{m}$ 'den küçük ve 100nm 'den büyük olan aralıktaki büyüklükleri ve bu birimlerdeki ölçüleri ifade eder. (Bilim Genç, 2015; Yang, 2008)	$100\text{nm} \leq x < 100\mu\text{m}$	$10^{-7}\text{m} \leq x < 10^{-4}\text{m}$ $1\text{E}-7\text{m} \leq x < 1\text{E}-4\text{m}$
Nano	1nm ila 100nm arası büyüklükleri ve bu birimlerle ilgili ölçüleri ifade eder. (Hornyak, et al., 2009; Premaratne, et al., 2021; T.C. MEB, 2018a)	$1\text{nm} \leq x < 100\text{nm}$	$10^{-9}\text{m} \leq x < 10^{-7}\text{m}$ $1\text{E}-9\text{m} \leq x < 1\text{E}-7\text{m}$

$a \cdot 10^n = aEn = aen$ şeklinde tanımlanır. Örneğin, $6,022 \cdot 10^{23} = 6,022\text{E}23 = 6,022\text{e}23$

2.2. 10'un Farklı Kuvvetleri ve Bilimsel Gösterim

10'un pozitif ve negatif kuvvetleri, bilimsel gösterim yardımıyla en kolay anlaşılır ve nesnelerin büyüklük veya küçüklüğünü en net ortaya koyacak biçimde ifade edilir. Bilimsel gösterim, 8. Sınıf matematik müfredatında sayılar ve işlemler öğrenme alanının "Üslü İfadeler" alt öğrenme alanında yerini almıştır. 10'un kuvvetleri ve bilimsel gösterim kavramlarıyla ilgili ortaokul 8. sınıf matematik kazanımları şu şekildedir:

- **M.8.1.2.4.** Verilen bir sayıyı 10'un farklı tam sayı kuvvetlerini kullanarak ifade eder.
Örneğin; $51,2 \times 10^5$ sayısı 512×10^4 veya $5,12 \times 10^6$ şeklinde ifade edilebilir.
- **M.8.1.2.5.** Çok büyük ve çok küçük sayıları bilimsel gösterimle ifade eder ve karşılaştırır.

$|a|$ 1 veya 1'den büyük, 10'dan küçük bir gerçel sayı ve n bir tam sayı olmak üzere $a \cdot 10^n$ gösterimi “bilimsel gösterim” dir. a 'nın pozitif olduğu durumlarla sınırlı kalınır. (T.C. MEB, 2018a)

Burada şu belirtilmelidir ki, bilimsel gösterimde $n > 1$ olan durumlarda (kuvvet pozitif olduğunda) belirli bir sınır olmamakla beraber ‘çok büyük sayı’ ve $n < 1$ (kuvvet negatif olduğunda) olduğu durumlarda ise yine belirli bir sınır olmamakla beraber ‘çok küçük sayı’ ifadelerini kullanırız. (Böge ve Akıllı, 2021, s. 32)

Birçok büyük veya çok küçük sayıyı bilimsel ifade ile göstermek, o sayının görelili olarak 10'un ne kadar üst ya da alt katı olduğunu anlamamızı kolaylaştırmanın yanında akılda kalıcılığı ve bu sayılarla kolay işlem yapma avantajını da sağlamaktadır. (Mason, et al. 2004)

Bazı durumlarda çok büyük ve çok küçük sayılarda duruma uygun uluslararası birim sistemi SI'da (Uluslararası Birimler Sistemi [International System of Units]) karşılığı bulunan başka birimler kullanılabilir. Örneğin astronomideki Astronomik Birim ve Parsek ile fizikteki Ångström.

1 Astronomik Birim = 1 AU = 149.597.870.691 ± 30 metre. Güneş ile Dünya arasındaki ortalama mesafe (Wikipedia, Özgür Ansiklopedi, 2024, 20 Haziran).

1 Parsek = 1pc = 3.08567758 × 10¹⁶ metredir. Paralaksı 1 olan bir gök cisminin uzaklığına denktir (NASA Imagine The Universe, t.y. b).

Vikipedi'ye göre;

“Ångström, ışığın dalga boyunu ölçmekte kullanılan uzunluk ölçü birimidir. Anders Jonas Ångström tarafından tanımlandığından onun adıyla anılır. Ångström birimi kısaca Å olarak gösterilir ve 10⁻¹⁰ m'ye eşittir. Diğer bir ifadeyle, 1 Ångström, santimetrenin yüz milyonda biridir.” (Wikipedia Özgür Ansiklopedi, 2024, 1 Mayıs)

Matematiğin bilimin ifadesinde kullanılışı ile ilgili Galileo; “Doğanın harika kitabı matematiksel bir dille yazılmıştır.” demiştir (Gaarder, 1994). Burada doğada halihazırda var olan bilimsel temellerin karşılıkları olan matematiksel ifadeler bilim adamlarının adeta birbiriyle matematik dilini kullanarak hatasız bir şekilde iletişime geçmelerini sağlamaktadır (Mason, et al. 2004). Albert Einstein'ın ünlü $E=mc^2$ denklemi üzerinde hesap yapmak isteyen dünya üzerindeki her fizikçi ‘c’ değerini

yaklaşık olarak; $c = 300\,000\,000 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ almak ve c 'nin karesini hesaplamak istediğinde ise; $c^2 = (3 \cdot 10^8)^2 \text{ m}^2/\text{s}^2 = 9 \cdot 10^{16} \text{ m}^2/\text{s}^2 = 9 \cdot 10^{16} \text{ m}^2/\text{s}^2$ eşitlik ve işlemlerini kullanmak durumundadır.

Kimyadan da buna benzer olarak verilebilecek diğer bir örnek ise Avogadro sabitidir. Herhangi bir elementin ya da bir bileşiğin 1 molündeki atom ya da molekül sayısıdır. Avogadro sabiti hayal bile edilemeyecek büyüklükte bir sayı olan $6,022 \times 10^{23}$ 'e eşittir. Bu sayının büyüklüğünün ne kadar muazzam olduğu Ünal'a (2015) göre:

Peki, biraz bu sayıyı inceleyelim; $6,022 \times 10^{23}$ sayısı hayal bile edemeyeceğimiz kadar büyük bir sayıdır. Bugün Türkiye'nin nüfusu yaklaşık olarak 75 milyondur ve bu insanların tamamından 24 saat durmadan saniyede 1 atom saymasını isteyelim. Böylelikle 1 insan, 1 dakikada 60 atom, 1 saatte 3600 atom ve 1 günde ise 86400 atom sayacaktır. 1 yılda sayacağı atom sayısı yaklaşık olarak $31,5 \times 10^6$ tanedir. Ve toplam 75 milyon insanın 1 yıl sonunda ulaşacağı rakam [sayı] $2,36 \times 10^{15}$ 'tir. Avogadro sayısına ulaşabilmek için yaklaşık olarak aradan 255 milyon yıl geçmesi gerekir bu da hayalden başka bir şey değildir ve Avogadro sayısının büyüklüğünün ispatıdır.

şeklinde açıklanmıştır (LabMedya, 2015, 02 Aralık).

2.3. Büyüklük ve Uzaklık Kavramlarıyla İlgili Ortaokul Fen Bilimleri Dersi Kazanımları ile Derslerine Göre Fen Bilgisi Öğretmenliği ve İlköğretim Matematik Öğretmenliği Konuları

Tablo 2.2. Büyüklük ve uzaklık kavramlarıyla ilgili ortaokul fen bilimleri dersi kazanımları

Kazanım no.	Kavramlar
F.5.1.1.2., F.5.1.2.1., F.6.1.1.1., F.6.1.1.2.	Dünya, Güneş ve Ay ve Güneş Sistemindeki gezegenlerin büyüklükleri ve yakınlıkları
F.7.1.2.2.	Gök cisimleri arasındaki uzaklığın ışık yılı cinsinden ifade edilmesi
F.6.5.3.1.	Sesin farklı ortamlardaki sürati ve ışık hızının karşılaştırılması
F.5.2.1.1., F.7.2.1.1., F.8.2.1.1.	Mikroskobik canlılar ile hücre ve kalıtsal yapıların incelenmesi
F.6.4.1.1., F.7.4.1.1.	Atomun yapısı ve temel parçacıklarının incelenmesi

Tablo 2.2.'de de görüldüğü üzere 10'un kuvvetlerinde büyüklük ve uzaklık kavramları sınıf seviyesine göre Ortaokul Fen Bilimleri Dersi'nin bazı kazanımlarıyla ilişkili görülmektedir. Bunlar; Dünya, Güneş ve Ay ve Güneş Sistemi'ndeki gezegenlerin büyüklükleri ve yakınlıkları (F.5.1.1.2, F.5.1.2.1., F.6.1.1.1., F.6.1.1.2.), gök cisimleri arasındaki uzaklığın ışık yılı cinsinden ifade edilmesi (F.7.1.2.2.), sesin

farklı ortamlardaki sürati ve ışık hızının karşılaştırılması (F.6.5.3.1.), mikroskopik canlılar ile hücre ve kalıtsal yapıların incelenmesi (F.5.2.1.1., F.7.2.1.1., F.8.2.1.1.), atomun yapısı ve temel parçacıklarının incelenmesi (F.6.4.1.1., F.7.4.1.1.) şeklinde beş başlık altında toplanabilir. (T.C. MEB, 2018b).

Fen bilgisi ve ilköğretim matematik öğretmenliği lisans programlarında okutulan büyüklük ve uzaklık kavramlarıyla ilgili ders içeriklerinin ise, sınıf, yarıyıl ve derslerine göre aşağıda verilen Tablo 2.3. ve Tablo 2.4.'teki gibi olabileceği belirlenmiştir.

Tablo 2.3. Derslerine göre büyüklük ve uzaklık kavramlarıyla ilgili Fen Bilgisi Öğretmenliği lisans programı ders içerikleri (Yükseköğretim Kurulu [YÖK], 2018a)

Sınıf	Yarıyıl	Ders	Konular
1	1	Fizik-1	SI birim sistemi; boyut analizi
		Kimya-1	Atomun kütlesi; mol kavramı; Avogadro sayısı
2	2	Biyoloji 1	Canlılığın temel birimi (hücre, hücrenin yapısı ve işlevi)
	3	Fizik-3	Işığın yapısı, hızı ve kaynakları; optik araçlar, büyüteç, gözlük, mikroskop, vb.
	4	Biyoloji-3	Holistik olarak mikrobiyoloji, kalıtım ve biyoteknoloji ile ilgili konular
3	5	Yer Bilimi	Yerküre ile ilgili genel bilgiler; yer yuvarının şekli ve boyutları
		Astronomi	Astronomide birimler; Güneş sistemi; Dünya, Ay ve Güneş'in hareketleri; Güneş Sistemi elemanları; yıldızlar, bir yıldız olarak Güneş; takımyıldızları, galaksiler, Samanyolu Galaksisi, evren ve evrenin yapısı

Tablo 2.4. Derslerine göre büyüklük ve uzaklık kavramlarıyla ilgili İlköğretim Matematik Öğretmenliği lisans programı ders içerikleri (YÖK, 2018b)

Sınıf	Yarıyıl	Ders	Konular
1	1	Matematiğin temelleri 1	Oran ve orantı; üslü ifadeler
		Matematiğin temelleri 2	Uzunluk ölçme
3	5	Sayıların öğretimi	Oran-orantı kavramları; üslü çokluklar konularının öğretimi
		Geometri ve Ölçme Öğretimi	Uzunluk ölçme konularının öğretimi
	6	Matematik Öğretiminde İlişkilendirme	<ul style="list-style-type: none"> Matematisel kavram ve kuralları farklı gösterim biçimleri ile ifade etme Matematiği diğer derslerle ilişkilendirme Matematiği günlük hayatla ilişkilendirme
4	7	Mantıksal Akıl Yürütme	İşlem ve ölçümlerin sonucuna dair tahminlerde bulunma; yuvarlama
	8	Matematik Öğretiminde Modelleme	Tahmin ve doğrulama

3. YÖNTEM

3.1. Araştırma Deseni

Araştırmanın türü nicel araştırmadır. Araştırmanın modeli, tarama modeli çeşitlerinden genel tarama modelidir ve deseni ise kesit alma (enlemsel) desendir. Kesit alma (cross-sectional) deseninde, Karasar'a (2022) göre, "...gelişim, çeşitli gelişmişlik evrelerini temsil ettiği kabul edilen, birbirinden ayrı gruplar üzerinde ve aynı zamanda (ansal olarak) yapılacak gözlemlerle belirlenmeye çalışılır" (s.113). Bu çalışmada da süre kısıtlaması nedeniyle, fen bilgisi ve ilköğretim matematik öğretmen adaylarına 1. sınıftan 4. sınıfa kadar, aynı dönemde, OKBUKT uygulanmış ve böylece büyüklük ve uzaklık kavramlarının durum tespitinde kesit alma deseni esas alınmıştır.

Kesit alma deseni genellikle birçok özellikteki topluluğun kapsandığı desendir. Bu desene uygun olarak ayrı sınıf düzeyleri çalışmanın kesit boyutunu oluşturmaktadır Aynı zamanda bu, çalışmanın bağımsız değişkenidir. Bağımlı değişken ise öğretmen adaylarının büyüklük ve uzaklık kavramlarındaki değişimdir.

3.2. Çalışma Evreni ve Örneklem

Araştırmanın evrenini Türkiye'de Karadeniz Bölgesi'nde bulunan bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesinin fen bilgisi öğretmenliği ve ilköğretim matematik öğretmenliği programında okuyan tüm öğretmen adayları oluşturmaktadır. İçerdiği Fen Bilimleri ve Matematik dersleri kazanımları açısından, ortaokul seviyesindeki öğrencilere eğitim verecek ve büyüklük ve uzaklık kavramlarını kazandırabilecek iki temel sayısal bölümün Fen Bilgisi ve İlköğretim Matematik Öğretmenliği bölümleri oluşu evren oluşturulurken bu iki bölümün seçilmesindeki temel etken olmuştur.

Çalışmada kullanılan örnekleme yöntemi uygun örneklemedir. Uygun örnekleme yöntemiyle zamansal ve maddi olarak maksimum tasarrufu sağlayacak biçimde örneklem oluşturulabilir (Büyüköztürk, Akgün, Demirel, Karadeniz, Ş. ve Çakmak, 2012, s. 92). Kılıç'a (2013) göre, "Uygun veya elverişlilik (convenience) örnekleme, araştırmaya hız kazandıran bir yöntemdir. Çünkü bu yöntemde araştırmacı, yakın ve erişilmesi kolay olan bir durumu seçer. Bu yöntem çoğu zaman araştırmacının diğer örnekleme yöntemini kullanma olanağının olmadığı durumlarda kullanılır." Buna örnek oluşturacak şekilde bu çalışmada da örneklem olarak, Karadeniz Bölgesi'nde bulunan bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesi fen bilgisi eğitimi ve ilköğretim matematik öğretmenliği bölümlerinde okuyan 246 öğrenci seçilmiştir.

Tablo 3.1. Çalışmanın cinsiyet ve sınıf değişkenlerine göre katılımcıları

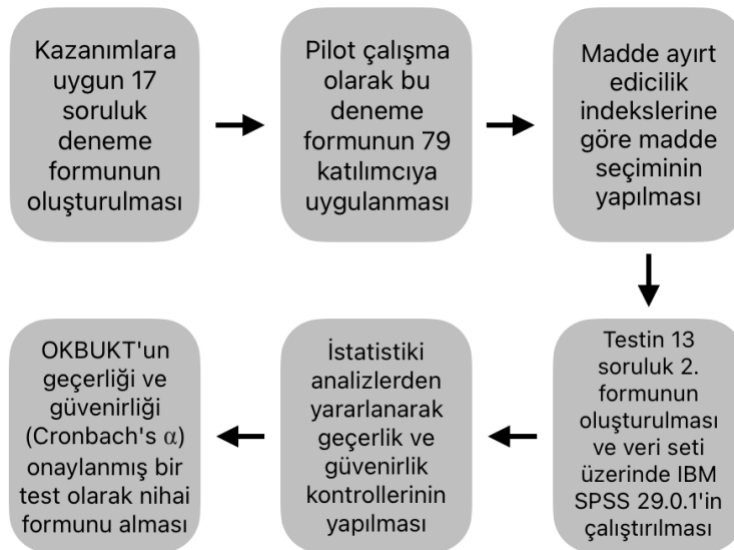
Sınıf	Fen Bilgisi Öğretmenliği (N=141)		İlköğretim Matematik Öğretmenliği (N=105)		Toplam (N: 246)	
	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın
1.	7	33	7	16	14	49
2.	7	26	8	24	15	50
3.	10	36	2	18	12	54
4.	4	18	10	20	14	38
Toplam	28	113	27	78	55	191

Çalışmanın örneklemini, Tablo 3.1.'de de görüldüğü gibi 2023-2024 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde Karadeniz Bölgesi'nde bulunan bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesi, fen bilgisi eğitimi bölümünde 1., 2., 3. ve 4. sınıflarda okuyan 141 ve ilköğretim matematik öğretmenliği bölümünde 1., 2., 3. ve 4. sınıflarda okuyan 105 öğrenci olmak üzere toplam 246 öğretmen adayı oluşturmaktadır.

3.3. Veri Toplama Aracı

Büyüklik ve uzaklık kavramları açısından, fen bilgisi ve ilköğretim matematik öğretmen adaylarının kavrama düzeylerini ortaya koymak ve müfredat programlarının etkinliğini tespit etmek için, 5 seçenekli 13 çoktan seçmeli sorudan oluşan "10'un Kuvvetlerinde Büyüklik ve Uzaklıklar Kavrama Testi" (OKBUKT), pilot çalışma ve gerekli düzenlemelerle oluşturulacak 2. form ölçek üzerinde yapılan araştırmalar sonucunda elde edilen verilerin ışığında geliştirilmiştir.

3.3.1. OKBUKT'un Geliştirme Aşamaları



Şekil 3.1. OKBUKT'un geliştirilme sürecinde izlenen adımlar

OKBUKT geliştirme aşamaları Şekil 3.1.'de de görüldüğü üzere şu şekildedir:

- Ortaokul fen bilimleri ve matematik müfredatlarındaki kazanımlar ile fen bilgisi ve ilköğretim matematik öğretmenliği lisans programı ders içerikleri incelenerek gerekli kazanım ve konu tabloları oluşturulmuş, bu kazanımlar ve konularla ilişkili ve literatürle uyumlu olacak bir şekilde maddelerin yazımı yapılmıştır.
- Pilot çalışma olarak uygulanmak üzere 17 sorudan oluşan kazanım ve ders içerikleriyle uyumlu bir deneme formu – taslak ölçek oluşturulmuştur.
- Uygulama ve istatistiki incelemeler sonucunda pilot çalışma deneme formu üzerinde, madde ayırt edicilik indekslerine göre maddelerin taslak ölçekten çıkarılması ve madde düzenlemeleri yapıldıktan sonra 10'un kuvvetlerinde büyüklük ve uzaklık kavramlarını tespit edebilecek OKBUKT'a, ikinci form verilmiştir.
- Bu ikinci form üzerinde açıklayıcı faktör analizi çalışılarak testin yapı geçerliği kontrolü yapılmıştır.
- İncelemeler yapıldıktan ve paket istatistik program yardımıyla geçerlik-güvenirlik tespitinde kullanılacak verileri elde etme çalışmaları tamamlandıktan sonra Cronbach's alpha katsayısı incelenmiştir.
- Teste nihai formu verilmiştir.

3.3.2. Konu - Soru Dağılım Tabloları

Ortaokul Fen Bilimleri ve Matematik dersleri müfredatlarındaki kazanımlar, Fen Bilgisi Öğretmenliği Lisans Programı ders içerikleri ve İlköğretim Matematik Öğretmenliği Lisans Programı ders içerikleriyle uyumlu olarak yazılan maddelerin, bu içeriklerle içinde oldukları ilişki Tablo 3.2., Tablo 3.3. ve Tablo 3.4.'te verilen kazanım-soru ve konu-soru dağılım tablolarındaki gibidir:

Tablo 3.2. Fen Bilimleri ve Matematik dersleri müfredatlarında büyüklük ve uzaklık kavramlarının test maddeleriyle ilişkisini gösteren kazanım - soru dağılım tablosu (T.C. MEB, 2018a; T.C. MEB 2018b)

İLGİLİ FEN BİLİMLERİ VE MATEMATİK KAZANIMLARI		MADDE SIRA NUMARASI																				
DERS	SINIF	KAZANIM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17			
FEN BİLİMLERİ	5	Güneş'in büyüklüğünü Dünya'nın büyüklüğüyle karşılaştıracak şekilde model hazırlar.					✓	✓									✓	✓				
		Ay'ın özelliklerini açıklar. <i>a. Ay'ın büyüklüğü belirtilir.</i>							✓			✓	✓			✓	✓			✓	✓	
		Canlılara örnekler vererek benzerlik ve farklılıklarına göre sınıflandırır. <i>a. Canlılar; bitkiler, hayvanlar, mantarlar ve mikroskobik canlılar olarak sınıflandırılır.</i>					✓				✓		✓							✓		
	6	Güneş sistemindeki gezegenleri birbirleri ile karşılaştırır. <i>b. Gezegenlerin uyduları olduğundan bahsedilir.</i>											✓				✓					
		Güneş sistemindeki gezegenleri, Güneş'e yakınlıklarına göre sıralayarak bir model oluşturur.							✓				✓	✓	✓						✓	
	7	Uzay teknolojilerini açıklar. <i>a. Yapay uydulara değinilir.</i>										✓										
		Yıldız kavramını açıklar. <i>c. Gök cisimleri arası uzaklığın ışık yılı cinsinden ifade edildiğine değinilir.</i>															✓					
		Galaksilerin yapısını açıklar. <i>b. Galaksi örnekleri olarak Samanyolu ve Andromeda galaksilerine değinilir.</i>															✓					
		Hayvan ve bitki hücrelerini, temel kısımları ve görevleri açısından karşılaştırır.		✓			✓															
		Atomun yapısını ve yapısındaki temel parçacıklarını söyler.	✓																	✓	✓	
	Aynı veya farklı atomların bir araya gelerek molekül oluşturacağını ifade eder.																			✓		
	8 Nükleotid, gen, DNA ve kromozom kavramlarını açıklayarak bu kavramlar arasında ilişki kurar.									✓												
MATEMATİK	7	Doğru ve ters orantıyla ilgili problemleri çözer.															✓				✓	✓
	8	Verilen bir sayıyı 10'un farklı tam sayı kuvvetlerini kullanarak ifade eder.		✓	✓	✓	✓	✓			✓				✓							✓
		Çok büyük ve çok küçük sayıları bilimsel gösterimle ifade eder ve karşılaştırır.	✓					✓			✓			✓	✓		✓					

Tablo 3.3. Fen Bilgisi Öğretmenliği Lisans Programı ders içeriklerindeki büyüklük ve uzaklık kavramlarının test maddeleriyle ilişkisini gösteren konu - soru dağılım tablosu (YÖK, 2018a)

Madde No	İlgili Ders	İlgili Konu	Yarıyıl
1	KİMYA-1	Atom ve atomun elektron yapısı	1
2	BİYOLOJİ-1	Canlılığın temel birimi	2
3	FİZİK-1	SI birim sistemi	1
4	BİYOLOJİ-1	Canlılığın temel birimi	2
	ASTRONOMİ	Güneş sistemi	5
5	ASTRONOMİ	Dünya, Ay ve Güneş'in hareketleri	5
6	FİZİK-1	Bir ve iki boyutlu uzayda hareket örnekleri	1
	ASTRONOMİ	Güneş sistemi elemanları	5
7	BİYOLOJİ-1	Canlılığın temel birimi	2
	BİYOLOJİ-2	Metabolizmaya giriş	3
	BİYOLOJİ-3	Modern genetik biliminin doğuşu	4
8	FİZİK-1	SI birim sistemi	1
	BİYOLOJİ-1	Taksonomik yapılar	2
9	ASTRONOMİ	Güneş sistemi elemanları	5
		Uzay teknolojileri	
10	ASTRONOMİ	Güneş sistemi elemanları	5
		Galaksiler	
11	ASTRONOMİ	Güneş sistemi elemanları	5
		Astronomide birimler	
12	ASTRONOMİ	Astronomide birimler	5
	FİZİK-3	Işığın yapısı, hızı ve kaynakları	3
13	ASTRONOMİ	Güneş sistemi elemanları	5
14	FİZİK-1	Boyut analizi - SI birim sistemi	1
15	KİMYA-1	Atom ve atomun elektron yapısı	1
	BİYOLOJİ-1	Taksonomik yapılar	2
16	ASTRONOMİ	Güneş Sistemi elemanları	4
17	ASTRONOMİ	Güneş sistemi elemanları	5

Tablo 3.4. İlköğretim Matematik Öğretmenliği Lisans Programı ders içeriklerindeki büyüklük ve uzaklık kavramlarının test maddeleriyle ilişkisini gösteren konu - soru dağılım tablosu (YÖK, 2018b)

Madde	İlgili Ders	İlgili Konu	Yarıyl
1	MATEMATİK ÖĞRETİMİNDE İLİŞKİLENDİRME	Matematiksel kavram ve kuralları farklı gösterim biçimleri ile ifade etme	6
2	MATEMATİK ÖĞRETİMİNDE İLİŞKİLENDİRME	Matematiksel kavram ve kuralları farklı gösterim biçimleri ile ifade etme	6
3	SAYILARIN ÖĞRETİMİ	Üslü çokluklar konularının öğretimi	5
	SAYILARIN ÖĞRETİMİ	Tam sayılar konularının öğretimi	5
4	GEOMETRİ VE ÖLÇME ÖĞRETİMİ	Uzunluk ölçme konularının öğretimi	5
5	MATEMATİK ÖĞRETİMİNDE İLİŞKİLENDİRME	Matematiksel kavram ve kuralları farklı gösterim biçimleri ile ifade etme	6
6	MATEMATİĞİN TEMELLERİ 1	Oran-orantı kavramları	1
7	MATEMATİK ÖĞRETİMİNDE İLİŞKİLENDİRME	Matematiği diğer derslerle ilişkilendirme	6
	GEOMETRİ VE ÖLÇME ÖĞRETİMİ	Uzunluk ölçme konularının öğretimi	5
8	MATEMATİĞİN TEMELLERİ 1	Oran ve orantı	1
9	MATEMATİK ÖĞRETİMİNDE İLİŞKİLENDİRME	Matematiği günlük hayatla ilişkilendirme	6
	MATEMATİK ÖĞRETİMİNDE MODELLEME	Tahmin ve doğrulama	8
10	MATEMATİK ÖĞRETİMİNDE İLİŞKİLENDİRME	Matematiği diğer derslerle ilişkilendirme	6
	MATEMATİĞİN TEMELLERİ 2	Uzunluk ölçme	2
11	SAYILARIN ÖĞRETİMİ	Oran-orantı kavramları	5
	MANTIKSAL AKIL YÜRÜTME	Yuvarlama	7
12	MATEMATİK ÖĞRETİMİNDE İLİŞKİLENDİRME	Matematiği diğer derslerle ilişkilendirme	6
	MATEMATİK ÖĞRETİMİNDE MODELLEME	Tahmin ve doğrulama	8
13	MANTIKSAL AKIL YÜRÜTME	İşlem ve ölçümlerin sonucuna dair tahminlerde bulunma	7
	MATEMATİK ÖĞRETİMİNDE İLİŞKİLENDİRME	Matematiği günlük hayatla ilişkilendirme	6
14	SAYILARIN ÖĞRETİMİ	Üslü çokluklar konularının öğretimi	5
15	GEOMETRİ VE ÖLÇME ÖĞRETİMİ	Uzunluk ölçme konularının öğretimi	5
	MATEMATİK ÖĞRETİMİNDE İLİŞKİLENDİRME	Matematiği diğer derslerle ilişkilendirme	6
	SAYILARIN ÖĞRETİMİ	Oran-orantı kavramları	5
16	MANTIKSAL AKIL YÜRÜTME	İşlem ve ölçümlerin sonucuna dair tahminlerde bulunma , yuvarlama	7
	MATEMATİĞİN TEMELLERİ 2	Uzunluk ölçme	2
17	MATEMATİĞİN TEMELLERİ 1	Oran ve orantı ve üslü ifadeler	1

3.3.3. Pilot Uygulama

17 sorudan oluşan deneme formu – taslak ölçek Karadeniz Bölgesi’nde bulunan bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesi 1, 2. 3. ve 4. sınıflarından 47 fen bilgisi öğretmen adayına ve 32 ilköğretim matematik öğretmen adayına olmak üzere toplamda 79 öğretmen adayına Google Formlar aracılığıyla çevrimiçi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar Microsoft Excel programı aracılığıyla puan dökümü haline getirilip IBM SPSS 29.0.1’e veri seti olarak aktarılmıştır.

3.3.4. İstatistiki Analiz

Pilot çalışma sonucu elde edilen veriler IBM SPSS 29.0.1 istatistik programı ile analiz edilip gerekli madde istatistikleri çıkarılmıştır. Tüm maddelerin güçlük endeksleri (p_j) ve ayırt edicilik indeksleri (r_{jx}) hesaplamaları yapılmıştır. Bu istatistiklerin dökümü Tablo 3.5.’teki gibidir.

Tablo 3.5. OKBUKT maddelerinin güçlük (p_j) ve ayırt edicilik (r_{jx}) indeksleri

Madde No.	p_j	Güçlük	r_{jx}	Kabul Edilebilirlik
madde1	0,92	Çok Kolay	0,349	Teste düzeltilmeden konulabilir.
madde2	0,68	Kolay	0,173	Testten çıkarılması gereken maddedir.
madde3	0,62	Kolay	0,135	Testten çıkarılması gereken maddedir.
madde4	0,19	Çok Zor	0,292	Nihai teste düzeltilerek konulabilir.
madde5	1.00	Çok Kolay	0,000	Testten çıkarılması gereken maddedir.
madde6	0,75	Kolay	0,414	Teste düzeltilmeden konulabilir.
madde7	0,65	Kolay	0,368	Teste düzeltilmeden konulabilir.
madde8	0,51	Orta	0,358	Teste düzeltilmeden konulabilir.
madde9	0,58	Orta	0,373	Teste düzeltilmeden konulabilir.
madde10	0,57	Orta	0,466	Teste düzeltilmeden konulabilir.
madde11	0,44	Orta	0,282	Nihai teste düzeltilerek konulabilir.
madde12	0,57	Orta	0,329	Teste düzeltilmeden konulabilir.
madde13	0,76	Kolay	0,443	Teste düzeltilmeden konulabilir.
madde14	0,72	Kolay	0,440	Teste düzeltilmeden konulabilir.
madde15	0,68	Kolay	0,414	Teste düzeltilmeden konulabilir.
madde16	0,35	Zor	-0,017	Testten çıkarılması gereken maddedir.
madde17	0,39	Zor	0,280	Nihai teste düzeltilerek konulabilir.

3.3.5. Güvenirlik ve Madde Analizine Bağlı Çıkarma-Düzeltilme İşlemleri

Turgut ve Baykul'a (2015, s. 227), göre, "Madde ayırıcılık gücü (r_{jx})

- 0,19 ve daha küçük olan maddeler teste konulmaz.
- 0,20 – 0,29 arasında olanlar teste düzeltilerek konulabilir.
- 0,30 veya daha büyük olanlar teste aynen konulabilir."

Madde ayırıcılık gücünün hesaplanması ve bunun referans alınarak madde düzenlemesinin yapılması, testin güvenilirliğinin (iç tutarlık) ve dolayısıyla geçerliğinin yükseltilmesinde önemli bir aşamadır (Kartal ve Bardakçı, 2018). Tablo 3.5. incelendiğinde görülmektedir ki, 16. madde ters yönde çalışan maddedir, yani istenenin aksi yönde ayırt edicidir ($r_{jx} = - 0,017 < 0$) ve deneme formu ölçekten çıkarılmıştır. 3 adet madde de (2., 3. ve 5. maddeler) yine r_{jx} değerleri 0,2' den küçük olduğu için deneme formu ölçekten çıkarılmıştır. Testin üç maddesinde de (4., 11. ve 17. maddeler) küçük düzeltmeler yapıldıktan sonra ölçeğin ikinci formuna alınmıştır.

Tablo 3.6. Madde güçlük endeksinin (p_j) yorumlanması (Doğan ve Aybek, 2021)

Madde güçlük indeksi (p_j)	Güçlük Seviyesi	Değerlendirme
$p_j \geq 0,80$	Çok Kolay	Maddeyi çok fazla kişi cevaplamış.
$0,80 > p_j \geq 0,60$	Kolay	Maddeyi fazla kişi cevaplamış.
$0,60 > p_j \geq 0,40$	Orta	Orta düzeyde bir madde
$0,40 > p_j \geq 0,20$	Zor	Maddeyi az kişi cevaplayabilmiş.
$p_j < 0,20$	Çok Zor	Maddeyi çok az kişi cevaplayabilmiş.

Tablo 3.5. ve Tablo 3.6. karşılaştırıldığında deneme formu olan ölçekte çeşitli güçlük seviyelerinde maddeler bulunduğu görülmektedir. Bir sorunun p_j değeri 0 – 1 aralığında bir değer alabilir. p_j , 1'e yaklaştıkça madde kolaylaşır; p_j , 0'a yaklaştıkça madde zorlaşır. Ölçeğin, pilot çalışma sonucunda, tüm güçlük değerlerinin toplandıktan sonra madde sayısına bölünmesiyle elde edilen ortalama güçlüğü 0,61 iken, dört maddenin (2., 3., 5. ve 16.) çıkarılma işlemi sonucunda elde edilen 2. formun ortalama güçlüğü 0,59 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, ideal madde güçlük indeksi olan 0,5 değerinden bir miktar yüksektir. Ancak yine de bu bize, testin genel olarak, katılımcılara orta zorlukta geldiğini göstermektedir (Hasançebi, Terzi ve Küçük, 2020).

3.3.6. Geçerlik

OKBUKT'un geçerlik araştırması;

- görünüş geçerliği
- kapsam geçerliği
- yapı geçerliği
 - açılımlayıcı faktör analizi
 - iç tutarlık analizi

boyutları ile ortaya konulacaktır.

Görünüş geçerliği: çoğu çalışmada kapsam geçerliği içinde ele alınan bu geçerlik türü -yazarlara göre aslında farklı bir başlıkta ele alınmalıdır- bir ölçme aracının ölçmeyi hedeflediklerini ölçüyor görünmesidir (Kartal ve Bardakçı, 2018). Bu çalışmada ise görünüş geçerliği,

- ölçek sorularının şekil yönünden bilimsel gösterim ve 10'un kuvvetlerini ölçüyor gibi görünmesi ve matematiksel işlemler, üslü sayılar, 10'un kuvvetleri, vb. içermesi ve ilgili dönüşümler yapmayı gerektirmesi
- sayfa tasarımının düzgünlüğü, görsellik yönünden sade ve anlaşılır olması
- yönergede katılımcılardan hangi konuda becerilerini kullanmalarını isteneceğinin ve diğer gerekli yönlendirmelerinin (yönerge) yapılması

önlemleriyle sağlanmıştır.

Kapsam geçerliği: bir ölçeğin, ölçmek istediği davranışlarla ne derece ilgileniyor olduğu ve bu davranışları hangi oranda kapsadığıdır (Turgut ve Baykul, 2015). Bu çalışmada ise kapsam geçerliği,

- Testin hazırlanan konu - soru dağılım tablosundaki hedef davranışlarla uyumlu maddeler içermesi
- Fen bilgisi branşından iki ve matematik branşından bir uzman öğretmenin testin içeriğiyle ilgili olumlu görüş belirtmesi
- Türkçe dalında alanında uzman bir öğretmenin dil ve anlatım açısından olumlu yöndeki görüşüyle

sağlanmaya çalışılmıştır.

Yapı geçerliği, Alpar'a (2018) göre, doğrudan ölçülemeyen bir özelliği ölçen bir testin ölçme derecesi olarak tanımlanabilir. Bir ölçeğin yapı geçerliğini ortaya

koyabilmek için, ilgili doğrudan ölçülemeyen örtük özelliği belirleyebilecek değişkenlerin oluşturduğu bütünün, öngörülen yapıyı belirleyebilirliğinin incelenmesi gerekir. Bu çalışmada kullanılan testin deneme formu – taslak ölçeğin ikinci formunun yapı geçerliğini tespit etmek amacıyla açımlayıcı faktör analizi yapılmıştır.

- Açımlayıcı faktör analizi için öncelikle örneklem/madde oranının incelenmesi gerekir. Cattell'e (1978, s.508) göre, örneklem büyüklüğünün, madde sayısının en az 3 - 6 katı olması uygundur. Bu çalışmada ise bu oran, $\frac{\text{örneklem}}{\text{madde sayısı}} = \frac{79}{13} = 6,07$ 'dir ve uygunluğa işaret eder.
- Açımlayıcı faktör analizi için, yine ölçeğin 2. formu üzerinde SPSS 29.0.1 istatistik programı çalıştırılarak Tablo 3.7.'de görülen değerler şeklinde Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) katsayısı ve Bartlett'in Küresellik Testi sonucu elde edilmiştir.

Tablo 3.7. OKBUKT için Kaiser-Meyer-Olkin ve Bartlett'in küresellik testi sonuçları

Kaiser-Meyer-Olkin Örneklem Uygunluk Ölçüsü		0,728
Bartlett'in Küresellik Testi	Yaklaşık Chi-Square	175,293
	df	78
	Anlamlılık	< 0,001

- Field'e (2024; s. 844) göre > 0,5 değeri KMO için kabul edilebilir bir değerdir ve böyle bir değer veri yapısının faktör çıkarma için uygunluğunu gösterir. Tablo.3.7.' de de gösterilen, bu test için hesaplanan KMO değeri 0,728 > 0,5 olduğundan deneme formu – taslak ölçeğin 2. formu için KMO değeri uygundur.
- Bartlett'in Küresellik Testi doğrulamasında; OKBUKT'un 2. formu için df. 78 serbestlik derecesi değerinde ölçülen Chi-Square (χ^2 :Ki-kare) testi sonucunun, ki-kare tablosundan, en genel kabul gören 0,05 [0,001 (test) < 0,05 (referans)] anlamlılık değeri için bulunan değerden daha büyük olduğu görülmüştür. (Turney, 2022)
 - OKBUKT'un 2. formu için Ki-kare sonucu 175,293' tür.
 - Ki-kare tablosunda df. 78'den sonraki en küçük serbestlik değeri olan df. 80 değeri için $\chi^2=101,879$ okunmuştur.

- $175,293 > 101,879$ olduğundan χ^2 testi sonucu anlamlıdır. Bu, test için veri matrisinin uygun olduğunu gösterir.
- OKBUKT'un 2. formunda Bartlett'in Küresellik Testi için Tablo 3.7.'de de görülebileceği üzere $p < 0,001$ anlamlılık değeri elde edilmiştir. Buradan çıkarılacak sonuç ise testin maddeleri arasında anlamlı farklılıklar olduğudur.
- KMO ve Bartlett'in Küresellik Testi doğrulamaları sonucunda bu aşamada Açıklayıcı faktör analizine yer verilecektir.
- Bu faktör analizinde, faktör çıkarma işlemi için faktörleştirme metodlarından Ana Bileşenler Analizi (Principal Component Analysis); faktör döndürme yöntemlerinden, Kaiser Normalizasyonlu Equamax Döndürme (Equamax with Kaiser Normalization) yöntemi kullanılmıştır.
- SPSS 29.0.1 üzerinde çalıştırılan Açıklayıcı Faktör Analizi' ne (Exploratory Factor Analysis) göre toplam varyansın % 54,427'sini açıklayan 4 adet faktör tespit edilmiştir.
- OKBUKT'un 2. formuna ilişkin açıklayıcı Dönüştürülmüş Bileşen Matrisi, Tablo 3.8.'de verilmiştir.

Tablo 3.8. OKBUKT'un 2. formuna ait açıklayıcı faktör analizi örüntü tablosu

Faktör/Madde	1	2	3	4
m1	.719			
m9	.676			
m7	.600			
m10	.475			
m13	.456			
m6		.749		
m15		.698		
m14		.578		.471
m11			.843	
m4			.505	
m17				.778
m12				.778
m8				.482

Faktörleştirme metodu: Ana Bileşenler Analizi.
Döndürme Yöntemi: Kaiser Normalizasyonlu Equamax Döndürme.

- 4. Madde, iki ayrı faktöre yükleniyor gözükmemektedir; fakat $0,578 - 471 = 0,107 > 0,1$ olduğu için daha büyük katsayılı faktör olan 2. faktöre yüklenir;

burada binişik yük yoktur ve madde eksiltmesi yapılmasına gerek yoktur (Terzi, 2019; Taherdoost, Sahibuddin & Jalaliyoon, 2020).

- Yapı geçerliğinin, iç tutarlık analizi boyutu için, testin 2. formu üzerinde IBM SPSS 29.0.1 paket program çalıştırılarak testin aynı zamanda bir güvenilirlik ölçütü olan Cronbach's alpha (α) katsayısı 0,754 olarak hesaplanmıştır. $0,754 > 0,6$ olduğundan OKBUKT'un güvenilir ve aynı zamanda yapısal olarak geçerli bir test olduğu söylenebilir. Burada ölçme aracının geçerliği için, güvenilirliği bir koşuldur şeklinde yapılan yorum baz alınmıştır (Cronbach, 1951; Nunnally, 1994, s.252; Kartal ve Bardakçı, 2018, s.39).

Sonuç olarak, çalışmada katılımcıların 10'un kuvvetlerinde büyüklük ve uzaklık kavramlarını kavrama düzeylerini belirleyebilecek OKBUKT'un geçerli ve güvenilir bir test olduğu, istatistiksel analizler ve getirilen açıklamalarla ortaya konmuştur.

3.3.7. OKBUKT'taki Maddelere İlişkin Açıklamalar

3.3.7.1. Madde-1

1) Hidrojen atomu tek elektrona sahip en küçük atomdur. Hidrojen atomunda bulunan elektron, çekirdeğin etrafında 0,00000000053 metre yarıçaplı bir yörüngede dolanmaktadır. Sizden bu yarıçapı bilimsel gösterimle ifade etmeniz istense aşağıdakilerden hangi seçeneği işaretlerdiniz?

- A) $5,3 \times 10^{-11}$ m B) $5,3 \times 10^{-9}$ m
C) $5,3 \times 10^{-2}$ m D) $5,3 \times 10^{10}$ m
E) $5,3 \times 10^0$ m

Bu soru atom altı parçacıkların boyutunun bilimsel gösterim ile ifade edilmesini hedeflemektedir. 1 elektronun yörüngesinin yarıçapı, diğer ifadeyle Bohr yarıçapı net değer olarak $5,2917721067 \times 10^{-11}$ m'dir. Soruda onda birler basamağına göre yuvarlatılmış hali verilen bu sayısal değer olan $5,3 \times 10^{-11}$ çok küçük bir sayıyı ifade etmektedir. Bu gibi çok küçük sayıların bilimsel gösterimlerini yaparken sağa doğru virgöl kaydırma işlemi yapılır. Virgöl sağa kaydırılırken bilimsel gösterimde, 10'un kuvveti biçimde olan ifadenin katsayısının $1 \leq x < 10$ aralığında olması gerektiği için virgöl sağa doğru 5 ve 3'ün arasına getirilip 5,3 katsayısı elde edilir. Toplamda 11 adet basamak sola kaydırıldığı için bilimsel gösterim $5,3 \times 10^{-11}$ olacaktır (10'un kuvvetinin negatif oluşu da unutulmamalıdır). Doğru seçenek: "A" şıkkı.

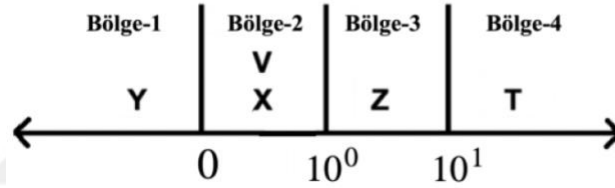
3.3.7.2. Madde-2

2)

T	Güneş'in çapı
V	Elimizin boyu
X	Karıncanın boyu
Y	Hücrenin çapı
Z	Otomobilin boyu

Yukarıdaki tabloda T, V, X, Y, Z harfleri, metre cinsinden, yanlarında belirtilen büyüklükleri temsil etmektedir.

Aşağıda şekilde ise 0, 10^0 , ve 10^1 sayılarının ölçekli olmayan bir biçimde yerleştirildiği bir sayı doğrusu gösterilmektedir. Sayı doğrusu metre cinsinden 0, 10^0 , ve 10^1 sayılarını sınır alacak şekilde 4 bölgeye ayrılmıştır ve T, V, X, Y, Z büyüklükleri bu dört bölgeye yerleştirilmiştir.



Buna göre hangi harfin temsil ettiği büyüklüğün yeri **yanlıştır**?

- A) T B) V C) X D) Y E) Z

Bu soruyla görelilik olarak büyüklük ve uzunlukların hesabının tahmin yoluyla yapılması hedeflenmektedir. Büyüklüğü 0 m ile $10^0 = 1$ m aralığında verilecek büyüklük ve uzaklıklar V ($\sim 0,1$ m) ve X ($\sim 0,01$ m) olacaktır. T: Güneş'in çapı büyüklüğü makro ölçekte bir büyüklük olduğu için $10^1=10$ m'nin sağına yerleşmelidir. Z: otomobilin boyu yaklaşık olarak 3-4 m olduğu için sayı doğrusundaki yeri $10^0=1$ ile $10^1=10$ m aralığı olmalıdır. En son aşamada, sayısal değer olarak sayı doğrusuna yerleştirildiğinde, yanlış olacak eşlendirme "Y" ile gösterilen büyüklük olan hücrenin çapının (Standart hayvan hücresi boyut aralığı $10 \mu\text{m} - 100 \mu\text{m}$ 'dir.) (Ankara Üniversitesi, t.y.), 0'ın solundaki, yani negatif bir sayısal değer ile eşlendirmesidir. Çünkü buna karşılık gelecek çok çok küçük bir büyüklük veya uzaklığı temsil eden sayısal bir değer olarak çok küçük bir sayı, ne kadar küçük olursa olsun negatif değer alamaz. Doğru seçenek: "D" şıkkı.

3.3.7.3. Madde-3



3) Ankara ilimizin karayolu üzerinden Bursa ilimize olan uzaklığı 387 km'dir. Dünya'mız ve uydusu Ay arasındaki uzaklık ise ortalama 384 000 km'dir. Buna göre Dünya – Ay arası mesafeyi kateden bir uzay mekiği, Ankara'dan çıkıp Bursa'ya varan bir otomobilin yaklaşık kaç katı yol almıştır?

- A) 10^{-3} B) 1000 C) 10^4 D) 100 E) 10^2

Bu maddede ölçek (oran – orantıdaki anlamıyla) kullanarak görelî uzaklıkların arasındaki ilişkilerin sayısal olarak ifade edilmesi amaçlanmaktadır. Bursa ve Ankara arasındaki 387 km'lik uzaklığı, Ay'ın Dünya'ya olan uzaklığıyla uyumlu olacak şekilde yaklaşık 384 km olarak alırsak, $384000 \div 384 = 1000$ sonucunu buluruz. Buna benzer bir şekilde Dünya ile Ay arasındaki uzaklığı 387 km ile uyumlu olacak şekilde 387 000 km aldığımızda da yine $387000 \div 387 = 1000$ buluruz. Doğru seçenek: "B" şıkkı.

3.3.7.4. Madde-4

4) Aşağıda verilen yapıların boyutlarının büyüklük sıralaması yapılırsa *büyükten küçüğe* doğru sıralama hangisi olur?

- A) DNA > Kromozom > Gen
B) Hücre > Hücre çekirdeği > Organizma
C) Hücre çekirdeği > Hücre > Organizma
D) Organizma > Hücre çekirdeği > Hücre
E) Kromozom > DNA > Gen

4. maddede kalıtsal yapıların ve hücrenin elemanları ile bu hücrelerin oluşturdukları organizmaların görelî büyüklüklerinin sıralanması hedeflemektedir. Doğru sıralama Kromozom > DNA > Gen olacaktır. Vücudumuzun, kendini oluşturan sistemlerle bir bütün olarak organizma kavramı ile açıklanması ise bu sorunun çözümünde anahtar rolü oynamaktadır. Doğru seçenek: "E" şıkkı.

3.3.7.5. Madde-5

5) Akupunktur, vücudun belirli bölgelerine ince iğnelerin batırılmasıyla uygulanan, Çin'in alternatif şifa yöntemidir. Bir akupunktur iğnesinin yaklaşık çapı 200 mikrometredir. Çapı 200 nanometre olan koronavirüsten, akupunktur iğnesi kalınlığına kaç tane sığar? (1 mikron = 1 μm = 10^{-6} m ve 1 nm = 10^{-9} m)

- A) Bir trilyon tane B) Bir milyar tane
C) On milyon tane D) Bin tane E) Yüz tane

Bu soruyla mikroskopik canlıların büyüklüklerin 10'un farklı kuvvetleri biçiminde yazılması ve bunların başka yapılarla olan görelili ilişkisinin tespit edilmesi hedeflenmiştir. Sorunun kestirmeden çözülmesi istenirse, mikrometre ve nanometreli olarak verilmiş büyüklüklerin ikisi de 200 çarpanı içerdiği ve 1 mikrometre, 1 nanometrenin 10^3 katı olduğu için cevap direkt olarak "bin tane" olacaktır. Soru, μm : mikrometre ve nm: nanometre bilgilerine ve bunlarla işlemlere aşinalık varsa daha kolay çözülebilmesi kuvvetle muhtemeldir. Doğru seçenek: "D" şıkkı.

3.3.7.6. Madde-6

6) Aşağıdaki uzaklıkları *büyükten küçüğe* doğru sıraladığımızda *ilk sırada* hangisi olur?

- A) Dünya'mızın ekvatorial çapı
B) Ay'ın Dünya'ya uzaklığı
C) TURKSAT 4A yapay uydusunun Dünya'ya uzaklığı
D) Dünya'nın Mars'a uzaklığı
E) Ay'ın çapı

Madde bütünsel olarak Güneş Sistemi'nin elemanlarının görelili büyüklüklerinin ve elemanların uzaklıklarının sıralamasını ve Dünya ile uydu (Ay) - yapay uydu uzaklık karşılaştırmasının yapabildiğini amaçlamaktadır. Bu sorunun doğru yapılabilmesiyle ilgili kilit nokta "yapay uydunun Dünya'ya Ay'dan çok çok daha yakın olmasıdır" ve "Dünya'nın çapının yaklaşık 12 742 km ve Ay'ın büyüklüğünün Dünya'ninkine oranla daha küçük olduğu" bilimsel kavramlarının katılımcılar tarafından sahip olmaları gerekliliği düşünülmektedir. Doğru seçenek: "D" şıkkı.

3.3.7.7. Madde-7

- 7) I) Uranüs
II) Ay
III) Andromeda Galaksisi
IV) Güneş

Yukarıdakileri Dünya'ya *en yakından en uzağa* sıraladığımızda aşağıdaki sıralamalardan hangisi oluşur?

- A) III < II < I < IV B) II < III < I < IV
C) III < IV < II < I D) IV < II < III < I
E) II < IV < I < III

Bu soru Güneş Sistemi elemanlarının göreceli uzaklıklarının neler olduğunu sorgulatmaktadır. Neptün'den sonra Güneş'e en uzak 2. gezegen olan Uranüs'ün uzaklığının, bu nedenle Dünya-Güneş uzaklığından daha fazla olması ve Samanyolu Galaksisinin bir elemanı olan Güneş'in de haliyle Andromeda Galaksisi'ne kendi sisteminin elemanlarından daha uzak oluşu sorunun çözümünde gerekli kıyaslamalardır. Bunlar göz önüne alındığında tüm elemanlar arasında yakından uzağa II < I < V < I < III sıralaması ortaya çıkacaktır. Doğru seçenek: "E" şıkkı.

3.3.7.8. Madde-8

8) Dünya'nın Güneş'e olan uzaklığı
 $149 \times 10^6 \text{ km} = 1 \text{ AB}$ (Astronomi Birimi = 1AB) olarak ifade edilir. Güneş'ten $4,53 \times 10^9 \text{ km}$ uzakta olan Neptün'ün Güneş'e olan uzaklığı kaç AB'dir?

- A) 30,4 AB B) 32,89 AB
C) 29,1 AB D) 10^2 AB
E) $3,04 \times 10^3 \text{ AB}$

8. soru, Astronomik birimlerin neler olduğunu bilme, sayıları 10'un farklı kuvvetleriyle ifade edebilme ve tahmin becerilerini kullanma yeterliklerini istemektedir. Sorunun çözümünde izlenecek yol sırasıyla $4,53 \times 10^9 = 4530 \times 10^6$ ve $4530 \div 149 = 30,402 \approx 30,4$ işlemlerini yapmaktır. Sorunun bu kısa yolla yapılmasının altında yatan asıl neden 149×10^6 ve 4530×10^6 sayılarının ikisinde de 10^6 çarpanı bulunması ve bunların bölme işleminde doğrudan sadeleşebilmesidir. Doğru seçenek: "A" şıkkı.

3.3.7.9. Madde-9

9) Sizce, aşağıdakilerden hangisi sayısal değer olarak $9,46 \times 10^{12}$ km ile ifade edilebilecek bir büyüklüktür?

- A) Dünya'mızın Güneş'e olan uzaklığı
- B) Işık yılı
- C) Dünya'mızın Ay'a olan uzaklığı
- D) Dünya'mızın çapı
- E) Ay'ın çapı

Dünya-Güneş-Ay arasındaki uzaklıkların, Dünya ve Ay'ın büyüklüklerinin ne olduğu önceki madde açıklamalarında verilmişti. Bunlardan en büyüğü Dünya-Güneş uzaklığıdır ve bu değer yaklaşık ve ortalama olarak 150 000 000 km'dir. Soruda bize verilen değer ise bu uzaklıktan çok çok büyük bir veridir. Bu değer kestirimsel olarak ışık yılını bize verir. Ayrıca ışık yılı, ışığın 1 saniyede aldığı yaklaşık 300 000 km'lik mesafenin sırasıyla; 60 saniye (ışığın bir dakikada), 60 dakika (ışığın bir saatte), 24 saat (ışığın bir günde) ve 365 gün (ışığın bir yılda) ifadelerinin sayısal değerlerinin çarpılmasıyla $300000 \times 60 \times 60 \times 24 \times 365 = 9,4608 \times 10^{12}$ km olarak elde edilir. Doğru seçenek: "B" şıkkı.

3.3.7.10. Madde-10

10) Aşağıdakilerden hangisi Güneş, Dünya, Jüpiter ve Ay'ın büyüklüklerinin *en büyükten en küçüğe* doğru sıralamasıdır?

- A) Güneş, Dünya, Ay, Jüpiter
- B) Dünya, Güneş, Ay, Jüpiter
- C) Dünya, Ay, Güneş, Jüpiter
- D) Güneş, Jüpiter, Dünya, Ay
- E) Güneş, Dünya, Jüpiter, Ay

10. madde Güneş Sistemi elemanlarının büyüklüklerinin neler olduğunu araştırmaktadır. Güneş'imizin Güneş Sistemindeki tüm gezegen ve uydu şeklindeki yapılardan büyük olduğunu biliyoruz. Bununla birlikte Jüpiter'in Güneş Sistemi'nin en büyük gezegeni olduğu yaygın olarak bilinen bilimsel açıdan doğru bir bilgidir. Göreli uzaklıklar şeklinde verecek olursak, bunlar ışığında: Güneş, Jüpiter, Dünya, Ay sıralaması doğru olacaktır. Ek olarak mutlak uzaklıklar verilirse: Güneş; 1 391 400 km'lik bir çapa, Jüpiter; 142 647 km'lik bir çapa, Dünya; 12 709 km'lik bir çapa ve Ay da 3 474 km'lik bir çapa sahiptir. Doğru seçenek: "D" şıkkı.

3.3.7.11. Madde-11

11) Bir protonun çapının standart ondalık gösterimi 0,0000000000000017 m'dir. Biz bu büyüklüğü bilimsel gösterim kullanarak $1,7 \times 10^{-15}$ m olarak da ifade edebiliriz. Aşağıdakilerden hangisi bu bilimsel gösterimin sağladığı faydalardan *en zayıfıdır*?

- A) Verilen bir büyüklüğü bu tip gösterimle diğer bir büyüklükle daha kolay karşılaştırabiliriz.
- B) Protonun çapını yazarken hata yapmamızı engeller.
- C) Çok küçük olan protonun çapını daha akılda kalıcı hale getirir.
- D) Bilimsel gösterimi ifade edilen bu büyüklükle daha kolay ve anlaşılır işlemler yapabiliriz.
- E) Bilimsel gösterim ondalık gösterimden daha doğru sonuç vermemektedir.

11. madde fen bilimlerinde de etkin kullanılan ve bilim insanlarının kullanması gereken, adeta matematiksel bir haberleşme dili olan bilimsel gösterimin yararlarının neler olduğunu tespitini amaçlamaktadır. Bilimsel gösterimin ondalık gösterimden daha doğru sonuç vermemesi herhangi bir fayda ifadesi değil, matematiksel olarak farklı bir biçimde ifade şeklidir. Doğru seçenek: "E" şıkkı.

3.3.7.12. Madde-12

- 12) I) Su molekülünün çapı
II) Oksijen atomunun çapı
III) Bakterinin çapı
IV) Saç telinin çapı

10'un kuvvetleriyle ifade edilebilecek yukarıdaki çap uzunluklarının, *büyükten küçüğe* doğru sıralaması aşağıdakilerden hangisi olur?

- A) III > IV > I > II
- B) IV > III > II > I
- C) I > II > IV > III
- D) IV > III > I > II
- E) III > II > IV > I

İlk başta bir mutlak büyüklük sorusu gibi algılanabilecek olan ancak aslında bir görelî büyüklük yaklaşımıyla çözülebilecek bu soruda şu mantık kurulabilir ki, su molekülü oksijen atomunu içerir, bakteri bir mikroskobik canlıdır, saç teli ise diğerlerinin aksine gözle görülebilir. Buradan yola çıkacak olursak doğru sıralama IV>III>I>II olacaktır. Doğru seçenek: "B" şıkkı.

3.3.7.13. Madde-13

13) Güneş Dünya'dan, Ay'ın Dünya'ya olduğundan kaç kat daha uzaktır?

A) 40 B) 400 C) $4 \cdot 10^3$ D) $4 \cdot 10^4$ E) $4 \cdot 10^5$

Bilgi:

Dünya – Ay mesafesi yaklaşık 384 400 km'dir.

Dünya – Güneş mesafesi yaklaşık 149 600 000 km'dir.

Bu soruda Güneş-Dünya-Ay üçlüsünün arasındaki uzaklıkların göreceli biçimde ifade edilmesi istenmektedir. Basit bir şekilde $149600000 \div 384400 = 389,17$ işlemi yapıldıktan sonra elde edilen 389,17 sayısının şıklardan en yakınına nasıl yuvarlanabileceği araştırılır. 389,17 yaklaşık olarak 400'e eşit olduğundan cevap 400 olacaktır. Burada iki mesafeyi de sırasıyla 384×10^3 km (yaklaşık) ve $149\,600 \times 10^3$ km olarak yazılırsa işlem kolaylığından faydalanarak soru daha rahat bir biçimde çözülebilecektir. Doğru seçenek: "B" şıkkı.

3.4. Verilerin Toplanması

Kesitsel alma desenli bu çalışmada, OKBUKT 2023-2024 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde Karadeniz Bölgesi'nde bulunan bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesi, matematik ve fen bilimleri bölümü, fen bilgisi eğitimi programında 1., 2., 3. ve 4. sınıflarda okuyan 141 öğrenci ve ilköğretim matematik öğretmenliği programı 1., 2., 3. ve 4. sınıflarda okuyan 105 öğrenci olmak üzere toplam 246 öğretmen adayına basılı formatla yazılı olarak veya Google Formlar aracılığıyla çevrimiçi olarak uygulanmıştır. Test Google Formlar'a aktarılırken Şekil 3.2.'teki biçimde ölçeğin dijital kopyasından sorular ayrı ayrı aşamalar haline getirilmiş ve yönerge eklenmiştir.

Şekil 3.2. Google Formlarda oluşturulan testin yönerge ile maddeler ve seçeneklerinin görünümü

<p style="text-align: center;">10'UN KUVVETLERİNDE BÜYÜKLÜK VE UZAKLIKLAR KAVRAMA TESTİ</p> <p style="text-align: center;">LÜTFEN DİKKATLE OKUYUNUZ!</p> <p>1) Bu test 10'un kuvvetleriyle ifade edilebilen büyüklük ve uzaklıklar konusundaki başarılarınızı ölçmeyi hedeflemektedir.</p> <p>2) Sınav 13 adet çoktan seçmeli sorudan oluşmaktadır.</p> <p>3) Lütfen isminizi yazmayınız ve mümkünse hiçbir soruyu atlamayınız.</p> <p>4) Bu testten elde edilen veriler bilimsel amaçlı kullanılacaktır.</p> <p>5) Katılımınız için teşekkürler.</p>	<p style="text-align: right;">SORU-13 1 puan</p> <p>13) Güneş Dünya'dan, Ay'ın Dünya'ya olduğundan kaç kat daha uzaktır?</p> <p>A) 40 B) 400 C) $4 \cdot 10^3$ D) $4 \cdot 10^4$ E) $4 \cdot 10^5$</p> <p>Bilgi:</p> <p>Dünya – Ay mesafesi yaklaşık 384 400 km'dir.</p> <p>Dünya – Güneş mesafesi yaklaşık 149 600 000 km'dir.</p> <p><input type="radio"/> A</p> <p><input type="radio"/> B</p> <p><input type="radio"/> C</p> <p><input type="radio"/> D</p> <p><input type="radio"/> E</p> <p style="text-align: center;">Gönder Formu temizle</p>
---	---

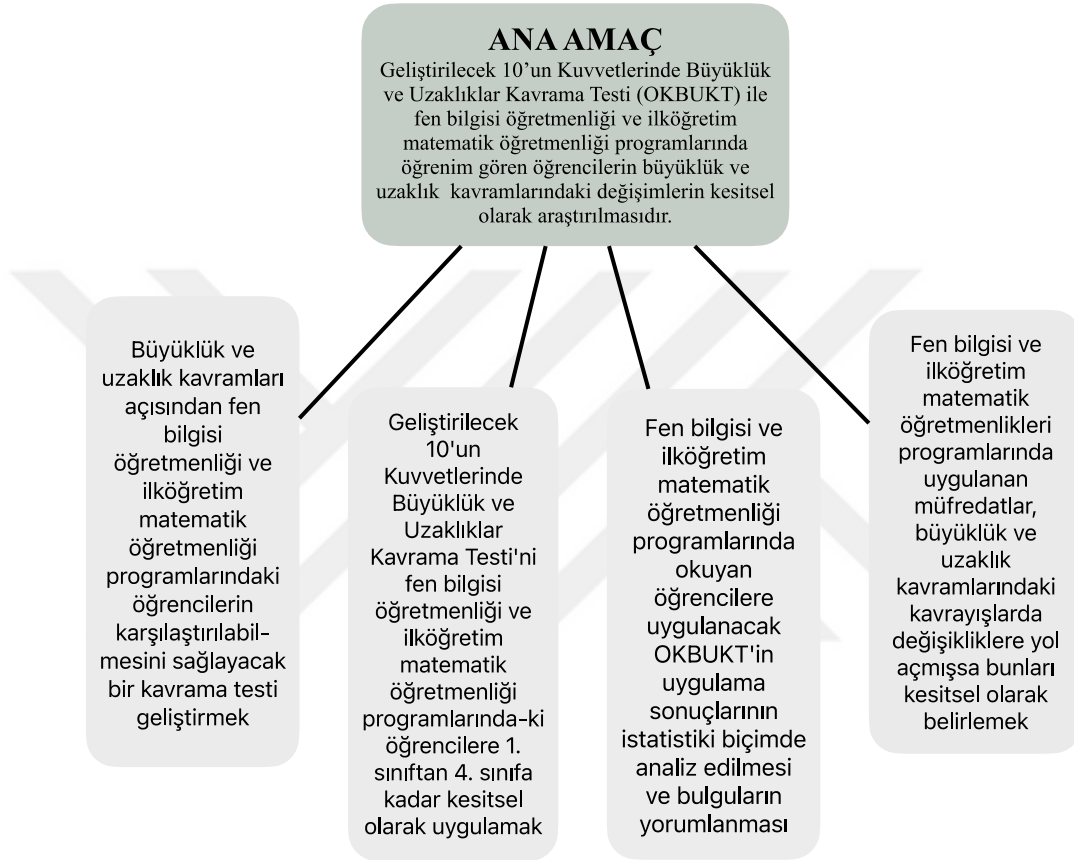
3.5. Verilerin Analizi

OKBUKT'un yazılı veya çevrimiçi yolla uygulanması sonucunda elde edilen veriler önce Microsoft Excel'e, 0 – 1 puanlama şeklinde puan dökümü haline getirilmiş ve ardından IBM SPSS 29.0.1 istatistik paket programına veri seti olarak aktarılmıştır. Tüm çıkarılan istatistikler ve yapılan analizler ikinci adı geçen programla yapılmıştır. Analizlerde aşağıdaki adımlar izlenmiştir:

- Araştırma kapsamında tanımlayıcı istatistiklerden; çarpıklık-basıklık değerlerinden
 - Kolmogorov-Smirnov Testi'nden
 - Kruskal-Wallis H Testi'nden
 - Tamhane's T2 Testi'nden
- faýdalanılmıştır.
- Elde edilen sonuçlar “Bulgular” bölümünde ele alınırken grafik, şekil ve tablolar kullanılmıştır.

4. BULGULAR

Çalışmanın bu kısmında toplanan verilerin analizi ve buna dayalı olarak bulgulara yer verilmiştir. Bunlar açıklanırken tablo, grafik ve şekillere de yer verilmiştir. Çalışmanın “Giriş” bölümünde, Şekil 4.1.’de görüldüğü biçimiyle çalışmanın ana ve alt amaçlarına yer verilmişti.



Şekil 4.1. Çalışmanın ana amacı ve alt amaçları

Alt amaçlardan 1.'si ve 2.'si çalışmanın “Yöntem” bölümünde incelenmiştir. Bulgular bölümünde ana amacın 3. ve 4. alt amaçlardaki istenenleri elde etmeye yönelik bir yol izlenmiştir. 246 öğretmen adayına OKBUKT'un uygulanması sonucunda elde edilen veriler istatistiksel olarak incelenmiş ve fen bilgisi ve ilköğretim matematik öğretmenliği bölümlerinde okuyan öğretmen adaylarının sınıflarına ve bölümlerine göre büyüklük ve uzaklık kavramlarını kavrayışlarındaki değişimler kesitsel olarak belirlenmiştir. Bu değişimlerin anlamlı olup olmadıkları ve anlamlı farklılık varsa hangi sınıf düzeyi ve hangi bölümler arasında (hangi yönde) olduğu tespit edilmiştir.

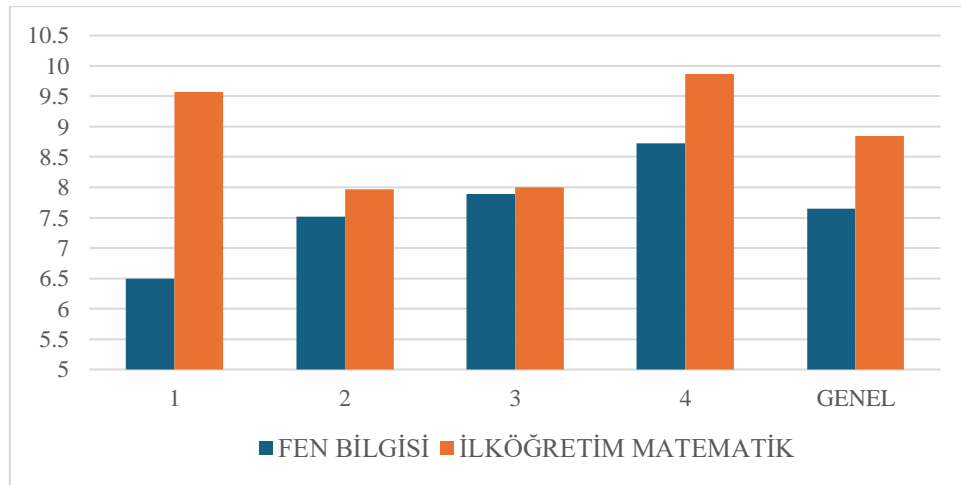
4.1. Tanımlayıcı İstatistikler

Sınıflarda alınan puanlara ait ayrı ayrı ortalama, frekans, standart sapma, basıklık ve çarpıklık değerleri Tablo 4.1.'deki gibidir.

Tablo 4.1. Uygulama sonucunda bütün sınıflardan elde edilen puanların tanımlayıcı istatistikleri

Sınıf	Ortalama	n	Stan. Sap.	Basıklık	Çarpıklık
Fen-1	6,50	40	2,276	-0,273	-0,124
Fen-2	7,52	33	2,717	-0,285	-0,635
Fen-3	7,89	46	3,213	-0,677	-0,587
Fen-4	8,73	22	3,225	-1,262	-0,254
Mat-1	9,57	23	1,674	0,222	-0,315
Mat-2	7,97	32	2,443	-0,791	-0,500
Mat-3	8,00	20	2,449	-0,878	-0,454
Mat-4	9,87	30	1,795	0,751	-1,089
Toplam	8,11	246	2,734	-0,497	-0,504

Tablo 4.1.'de görüleceği üzere tüm sınıf seviyelerinde, ilköğretim matematik öğretmenliği programında okuyan öğrenciler (Mat-1, Mat-2, Mat-3, Mat-4), fen bilgisi öğretmenliği programında okuyan öğrencilerden tüm sınıf seviyelerinde (Fen-1, Fen-2, Fen-3, Fen-4) daha yüksek ortalama puanlar elde etmişlerdir. Karşılaştırmanın daha anlaşılır olabilmesi açısından bu sonuçların sütun grafiğiyle, Şekil 4.2. ile de gösterilmesi uygun olacaktır.

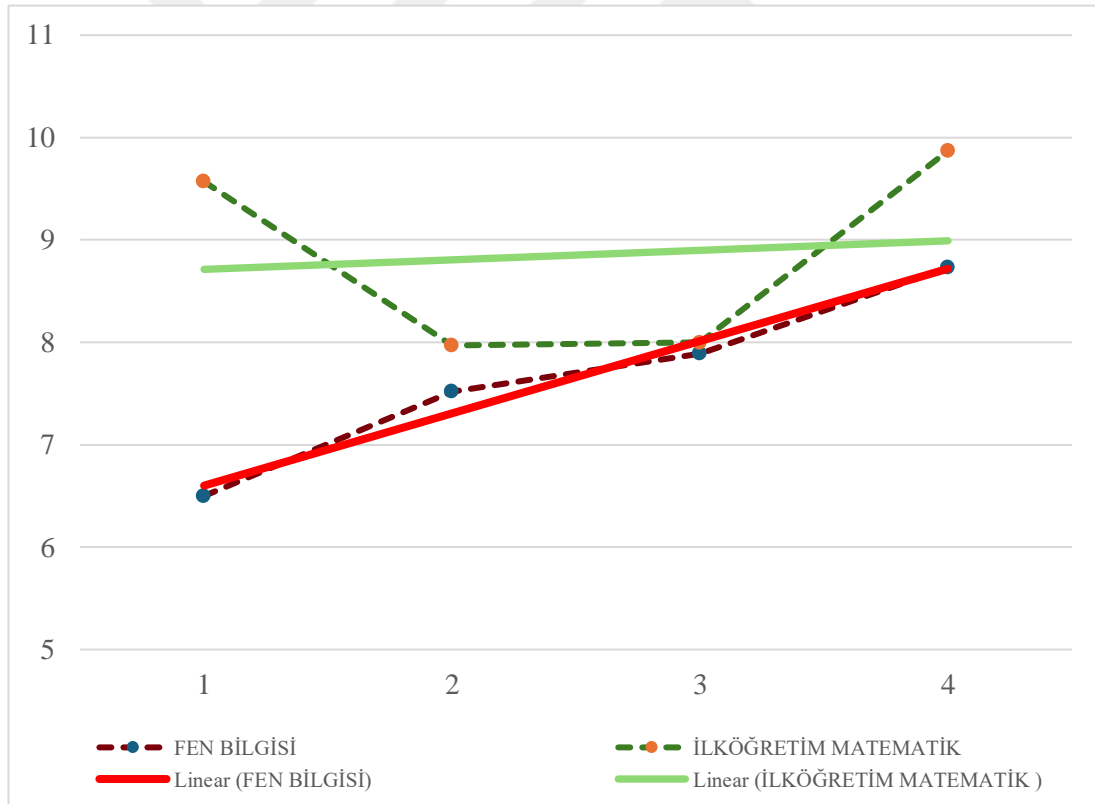


Şekil 4.2. Sınıflara ve bölümlere göre alınan ortalama puanlar

Şekil 4.2.'deki grafikten çıkarılacak ikinci bir sonuç ise şudur: Fen bilgisi öğretmenliği programında okuyan öğrencilerin sınıflara göre aldıkları puan ortalamalarına bakıldığında sınıf seviyesi arttıkça puan ortalamaları da arttığı gözlenmiştir. Ancak bunu ilköğretim matematik öğretmenliği programı için söyleyememekteyiz. Çünkü ilköğretim matematik öğretmenliği programı için, 1. sınıf ortalaması artış düzenini bozmaktadır.

Şekil 4.2.'de ve Şekil 4.3'te aradaki farkların daha iyi görülebilmesi için dikey veri serisi 5 puandan başlatılmıştır.

Fen bilgisi ve ilköğretim matematik öğretmenlikleri programlarında öğrenim gören öğrencilerin sınıf seviyelerine göre puan artış eğilimlerini Şekil 4.3.'te görmekteyiz. Burada fen bilgisi eğitimi programındaki öğrencilerin puanlarında sınıf düzeylerine göre alınan ortalamalarda düzenli bir artış eğilimi görülürken, ilköğretim matematik öğretmenliği için bu açıdan net bir artış eğilimi olduğu görülmemektedir.



Şekil 4.3. Bölümlerde alınan ortalama puanların sınıf seviyesine göre artış eğilimleri

Sınıf seviyesinin yükselmesine göre ortalama puanlarda gerçekleşen artış eğilimleri düşünülürse fen bilgisi öğretmenliği ve ilköğretim matematik öğretmenliği müfredatları karşılaştırıldığı takdirde, fen bilgisi öğretmenliği programındaki

müfredatın ilköğretim matematik öğretmenliği programı müfredatından, büyüklük ve uzaklık kavramlarının kavranılmasında daha etkili olduğu söylenebilir.

Şekil 4.3.'te diğer bir göze çarpan durum ise 1. sınıf seviyesinde ilköğretim matematik ve fen bilgisi öğretmenliklerinin ortalama puan seviyeleri arasındaki farktır ($9,57 - 6,50 = 3,07$ puan).

4.2. Çıkarımsal İstatistikler

Yapılan analiz sonucunda Tablo 4.3.'te de görüldüğü üzere çarpıklık ve basıklık değerlerinin sırasıyla -0,504 ve -0,497 değerleri ile $\pm 1,0$ aralığında olduğu bulunmuştur. Bu bize verilerin normal dağılımdan aşırı bir sapma göstermediğini ifade etmektedir (diğer bir ifadeyle standart normal dağılımla uyumlu olduğunu ifade etmektedir) (Büyüköztürk, Çokluk ve Köklü, 2012, s. 48).

Tablo 4.3. Tüm puanlara ait dağılımın ortalama, basıklık ve çarpıklık değerleri

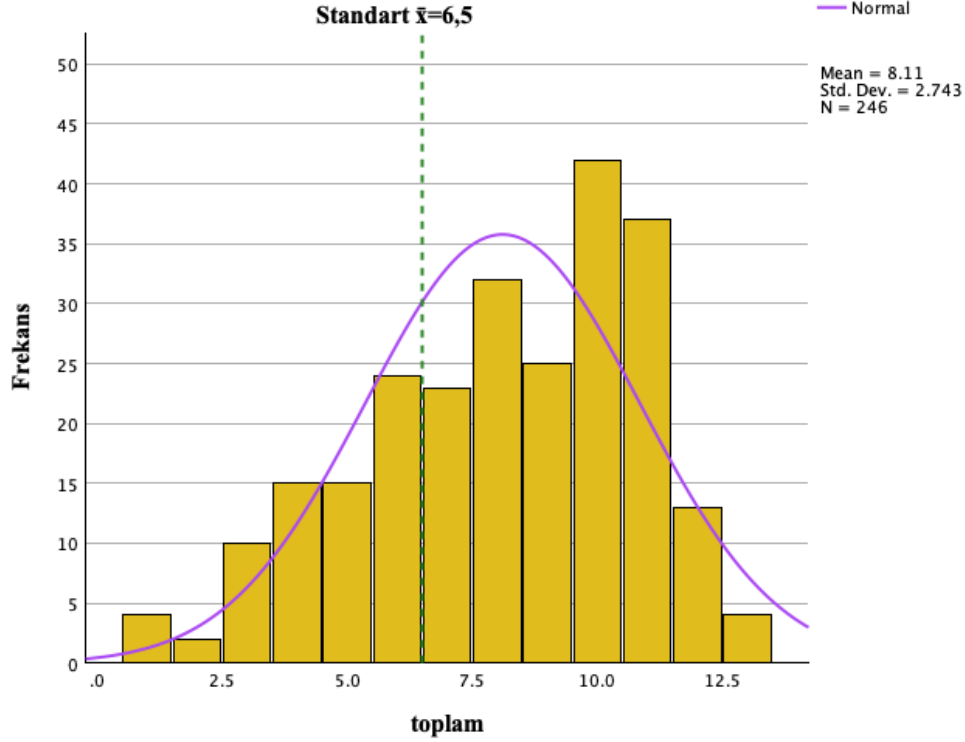
	İstatistik	Standart Sapma
Ortalama	8,11	0,175
Çarpıklık	-0,504	0,155
Basıklık	-0,497	0,309

Ancak baktığımız Kolmogorov-Smirnov normallik testi sonuçlarında (örneklem büyüklüğünün 50'den fazla olması [$n > 50$] nedeniyle Kolmogorov-Smirnov normallik testi seçilmiştir), anlamlı fark ($< 0,05$) olduğu için verilerin normal dağılım göstermediği sonucuna ulaşmaktayız. Örneklemin test değerleri Tablo 4.4.'teki gibidir.

Tablo 4.4. Kolmogorov-Smirnov testi sonuçları

Kolmogorov-Smirnov			
	İstatistik	df	Anlamlılık
sum	0,145	246	$< 0,001$

Ayrıca, verilerin normalliği Şekil 4.4.'teki histogram üzerinde incelenirse, görsel olarak da tüm sınıfların verilerinin dağılımının sola çarpık olduğu ve dolaylı olarak verilerin normal dağılım göstermediği anlaşılmaktadır.



Şekil 4.4. Verilerin normal dağılımdan sapmasını gösteren histogram

Kruskal-Wallis H testi, ikiden daha çok bağımsız grubun aritmetik ortalamaları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını test edilebilmesi için kullanılan parametrik olmayan bir testtir. Kruskal-Wallis H testinin uygulanabilmesi için ikiden fazla birbirinden farklı grup (bu çalışmada 4 fen bilgisi öğretmenliği programından ve 4 tane de ilköğretim matematik öğretmenliği programından olmak üzere 8 ayrı sınıf düzeyinden grup) ve bağımlı değişkenin (çalışma için OKBUKT ortalamaları) en az aralık ölçeği düzeyinde (OKBUKT için test skorlarında olduğu gibi, 0 – 13 arası değer alabilen ve oranlama zorunluluğu olmayan; yani puanlar arasında katlı bir ilişkiden söz edilmeyen ölçek) olması gereklidir.

Sonuç olarak; verilerimizin normal dağılım göstermediğini tespit ettikten sonra grupların aritmetik ortalamaları arasında anlamlı farklılık olup olmadığı, parametrik olmayan (non-parametric test) testlerden Kruskal Wallis H testi ile test edilmiştir (Büyüköztürk, Çokluk ve Köklü, 2012, s. 217).

Kruskal-Wallis H testi için anlamlılık seviyesi $p < 0,05$ olduğundan ve Tablo 4.5.'te görüldüğü gibi çalışmada uygulanan bu testin anlamlılık düzeyi: $p < 0,001$ çıktığından, gruplar arası (sınıf düzeyleri arasında) anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir (Büyüköztürk, Çokluk ve Köklü, 2012, s. 221). Bir başka deyişle, sınıf

seviyelerinden en az bir tanesi, grup puanlarının aritmetik ortalamalarının anlamlı olarak birbirinden farklı oluşunu sağlamaktadır.

Tablo 4.5. OKBUKT testinin Kruskal-Wallis H sonuçları

Kruskal-Wallis H	38,529
df	7
Anlamlılık değeri	< 0,001

Tüm gruplar arasındaki ortaya çıkan farklılığın neden kaynaklı olduğunu belirlemek için post-hoc testinin uygulanması gerekmektedir. Çalışmada bu post-hoc testlerinden parametrik olmayan ve örneklem büyüklüğünün eşit dağılmadığı durumlarda kullanılan testlerden Tamhane's T2 kullanılmıştır. Tamhane's T2 istatistiği tutucu ve dikkatli karşılaştırmalar yaptığı için seçilmiştir (Kayri, 2009). Bu test sonucunda Tablo 4.6.'da de görülebileceği üzere gruplar arası yapılan çoklu karşılaştırmalar sonucunda anlamlı farklılığın kaynağı 5. ve 8. gruplardır (Mat-1 ve Mat-4). Burada SPSS veri setinde 1 – 4 arası gruplar artar şekilde fen bilgisi öğretmenliği sınıf seviyesini, 5 – 8 arası gruplar ise yine artar şekilde ilköğretim matematik öğretmenliği sınıf seviyesini verecek şekilde kodlanmıştır. Yani gruplar içinde ortalama puanlar arasındaki anlamlı farklılığın kaynağı ilköğretim matematik öğretmenliği 1. ve 4. sınıflarıdır.

Tablo 4.6. Tamhane's T2 testine göre tüm gruplara ait çoklu karşılaştırmalar sonuçları

SINIF 1. grup	SINIF 2. grup	Ortalamalar Farkı	Anlamlılık Düzeyi ($p < 0,05$)
1	5	-3,065	< 0,001
	8	-3,367	< 0,001
2	5	-2,050	0,027
	8	-2,352	0,004
3	8	-1,975	0,028
6	8	-1,898	0,025

Fen bilgisi ve ilköğretim matematik öğretmenliği bölümlerini kendi içlerinde ayrı ayrı değerlendirecek olursak, sınıf seviyelerine göre ortalama puanların anlamlı farklılık oluşturup oluşturmadığı yine parametrik olmayan testlerden Kruskal-Wallis H Testi ve post-hoc testlerinden Tamhane's T2 ile incelenmiştir.

Tablo 4.7. Fen bilgisi ve ilköğretim matematik öğretmenliği bölümlerinin kendi içlerinde Kruskal Wallis H testi sonuçları

	Fen Bilgisi	İlköğretim Matematik
Kruskal-Wallis H	10,188	14,952
df	3	3
Asimptotik Anlamlılık	0,017	0,002

Tablo 4.7.'yi incelersek hem fen bilgisi öğretmenliği sınıf grupları arasında hem de ilköğretim matematik öğretmenliği sınıf grupları arasında, bölümlerin kendi içlerinde $p < 0,05$ düzeyinde anlamlı farklılıklar olduğunu görmekteyiz. Bunların kaynağını bulmak için parametrik olmayan post-hoc testlerinden Tamhane's T2 Testi sonucuna bakılmıştır.

Tablo 4.8. Tamhane's T2 Testi'ne göre bölümlere göre çoklu karşılaştırmalar sonuçları

	SINIF 1. grup	SINIF 2. grup	Ortalamalar Farkı	Anlamlılık Düzeyi ($< 0,05$)
Fen Bilgisi	1	4	-2,227	0,042
İlköğretim	5	6	1,596	0,034
	6	8	-1,898	0,005
Matematik	7	8	-1,867	0,037

Tablo 4.8.'de görüldüğü üzere $p < 0,05$ düzeyinde fen bilgisi öğretmenliği için sadece 1. ve 4. sınıflar arasında anlamlı farklılık görülmektedir. Şekil 4.3.'te de belirtilen puan ortalamaları arasındaki belirgin doğrusal ve sürekli artış eğilimiyle birlikte düşünüldüğünde bu bize, fen bilgisi öğretmenliği bölümüne giristen mezun olana kadarki süreçte uygulanan müfredat programının, öğretmen adaylarının büyüklük ve uzaklık kavramlarını kavrayışları üzerinde anlamlı bir olumlu etki oluşturduğunu göstermektedir.

Öte yandan, ilköğretim matematik öğretmenliği için ise anlamlı farklılık 1. sınıf (kod:5) ve 4. sınıf (kod:8) sınıf ortalamalarının yüksek; 2. sınıf (kod:6) ve 3. sınıf (kod:7) ortalamalarının düşük oluşundan kaynaklıdır. İlköğretim matematik öğretmenliği sınıflarından 1 – 2; 4 – 2 ve 4 – 3 arasında anlamlı farklılıklar vardır. Bundan kaynaklı olarak, fen bilgisi öğretmenliği için bir önceki paragrafta söylenenler ilköğretim matematik öğretmenliği için söylenememektedir. Çünkü, ilköğretim

matematik öğretmenliği bölümüne girişten mezun olana kadarki süreçte uygulanan müfredat programı, farklı sınıf seviyesinden gruplar arasında anlamlı farklılıklar oluştursa da sınıf seviyelerine göre OKBUKT'ta alınan toplam puan ortalamaları Şekil 4.3.'te fen bilgisi öğretmenliğinde görüldüğü gibi belirgin bir doğrusal ve sürekli artış eğilimi göstermemektedir. Bundan hareketle, ilköğretim matematik öğretmenliği bölümüne girişten mezun olana kadarki süreçte uygulanan müfredat programının, öğretmenlerin büyüklük ve uzaklık kavramlarını kavrayışları üzerinde etkililiğinin sınırlı olduğu görülmüştür.



5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma, 2023-2024 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde Karadeniz Bölgesi'nde bulunan bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesinin Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı'nda öğrenim görmekte olan 1., 2., 3. ve 4. sınıflardan 141 öğretmen adayı ve İlköğretim Matematik Eğitimi Anabilim Dalı'nda öğrenim görmekte olan 1., 2., 3. ve 4. sınıflardan 105 öğretmen adayı olmak üzere toplam 246 öğretmen adayı ile yürütülmüştür.

Fen bilgisi öğretmenliği ve ilköğretim matematik öğretmenlikleri 1., 2., 3. ve 4. sınıflarından toplam 79 öğrenciyle Google Formlar aracılığıyla çevrimiçi yapılan pilot çalışmayla, ardından gerçekleştirilen madde ayırt edicilik endekslerine dayalı madde çıkarma işlemiyle ve sonrasında yapılan açıklayıcı faktör analiziyle; bu öğretmen adaylarının 10'un kuvvetlerindeki sayılarla ifade edilebilecek çok büyük ve çok küçük sayılara karşılık gelecek büyüklük ve uzaklık kavramları açısından fen bilgisi öğretmenliği programında ve ilköğretim matematik öğretmenliği programında öğrenim gören üniversite öğrencilerinin karşılaştırılmasını sağlayabilecek geçerli ve güvenilir bir kavrama testi geliştirilmiştir. Pilot çalışma öncesinde 17 soruluk hazırlanan ölçek pilot çalışma sonunda ve oluşan 2. formun üzerinde yapılan analizler sonucunda 13 soruluk 10'un Kuvvetlerinde Büyüklük ve Uzaklıklar Kavrama Testi [OKBUKT] olarak son halini almıştır.

OKBUKT katılımcılara yüz yüze olarak (basılı formatta) ya da Google Formlar aracılığıyla çevrimiçi olarak uygulanmıştır. Alınan sonuçlar Microsoft Excel'de puan dökümü haline getirildikten sonra IBM SPSS 29.0.1. programına veri seti olarak aktarılıp istatistiki yöntemler kullanarak analiz edilmiş ve sonuçlar 'Bulgular' bölümünde yorumlanmıştır.

Analizler sonucunda; Şekil 4.2. de görüleceği gibi, ilköğretim matematik öğretmenliği programında okuyan öğrencilerin, tüm sınıf seviyelerinde fen bilgisi öğretmenliği programında okuyan öğrencilerden daha yüksek ortalama puanlar aldığı tespit edilmiştir. Genel itibariyle de ilköğretim matematik öğretmenliği programında okuyan öğrencilerin, fen bilgisi öğretmenliği programında okuyan öğrencilerden $8,85 - 7,65 = 1,20$ puan fazla ortalamaya sahip olduğu görülmektedir. Bunun olası nedenlerinden biri, katılımcıların 2020, 2021, 2022 ve 2023 yıllarında bölümlere göre

Yükseköğretim Kurumları Sınavı (YKS) yerleştirme sonuçlarına ilişkin minimum puanları arasındaki farklılıklarda aranabilir. YKS yerleştirme sonuçlarının, çalışmaya katılan öğretmen adaylarının sınıf düzeylerine ve bölümlerine göre OKBUKT'tan almış oldukları ortalama puanların ve dolayısıyla büyüklük ve uzaklık kavramlarını kavrayış seviyelerinin bir yordayıcısı olabileceğini düşünülmektedir. Tüm giriş yıllarında, ilköğretim matematik öğretmenliği öğrencilerinin bölüme giriş minimum puanlarının, fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin bölüme giriş minimum puanlarından daha yüksek olduğu Tablo 5.1.'de görülmektedir.

Tablo 5.1. Bölümlerin YKS yerleştirme sonuçlarına göre 2020, 2021, 2022 ve 2023 yıllarında aldığı minimum puanlar

Bölüm/ Giriş Yılı	Fen Bilgisi Öğretmenliği	İlköğretim Matematik Öğretmenliği
2020	314,45008	434,10945
2021	272,63060	368,93867
2022	324,22439	429,53802
2023	328,21047	426,60201

Bütün sınıfların aritmetik ortalamaları arasındaki farkların göstergelerinden biri de OKBUKT maddelerinden ilköğretim matematik öğretmen adaylarının, fen bilgisi öğretmen adaylarından daha yüksek bir sayı duygusu (diğer bir ifadeyle sayı hissi) profiline sahip olmaları olabilir (Şengül, 2013).

Sayı duygusu, Greeno'ya (1991) göre, esnek sayısal hesaplama, tahmin ve yuvarlama, sayısal (kantitatif) karar verme ile muhakeme yapma yeteneği olarak tanımlanmıştır. Sayı duygusunun bileşenleri, Reys vd., (1991) tarafından;

- sayıların anlam ve büyüklüklerini anlama
- sayıların eş gösterimlerini anlama ve kullanma
- işlemlerin sayılar üzerindeki etkisini anlama
- eşdeğer ifadeleri kullanma ve anlama
- zihinden hesaplama ve hesaplamada esneklik
- ölçüm referansları (kıyaslama)

şeklinde ortaya konmuştur.

OKBUKT'un özellikle 1., 3., 5., 8., ve 13. maddeleri aşağıdaki gibi bir şekilde sayı duygusu bileşenleri ile eşleştirilebilir:

- 2. maddede: sayıların anlam ve büyüklüklerini anlama
- 3. maddede: zihinden hesaplama ve hesaplamada esneklik
- 5. maddede: sayıların eş gösterimlerini anlama ve kullanma
- 8. maddede: işlemlerin sayılar üzerindeki etkisini anlama
- 13. maddede: ölçüm referansları (kıyaslama)

Yukarıda belirtilen maddelerde (ve diğer başka maddelerde de kısmen olabilir) sayı duyusunun bileşenleri olarak gösterilen becerilerin fen bilgisi öğretmen adaylarına kıyasla ilköğretim matematik öğretmen adayları tarafından daha çok kullanıldığı ihtimali düşünülmektedir.

Tablo 4.2. incelendiğinde OKBUKT'un 2., 3., 5., 8. ve 13. maddelerinden oluşan yapıya ait aritmetik ortalamalar görülmektedir. 1., 2. ve 4. sınıf seviyelerinde ve genel toplamda ilköğretim matematik öğretmenliği lehine aritmetik ortalamalar arasında farklar bulunmuştur. Sadece 3. sınıf seviyesinde iki bölümün ortalama puanları arasında bir fark yoktur. Genel olarak, testin sayı duyusu bileşenleriyle ilintili olan maddelerin oluşturduğu yapının fen bilgisi öğretmen adaylarına kıyasla ilköğretim matematik öğretmenleri tarafından daha yüksek ortalama ile cevaplandırıldığı görülmüştür.

Tablo 4.2. Madde 2, 3, 5, 8 ve 13'ten oluşan yapıya ait bölüm ve sınıfların puan aritmetik ortalamaları

SINIF/BÖLÜM	1	2	3	4	TOPLAM
Fen Bilgisi Öğretmenliği	2,03	1,97	2,5	2,77	2,32
İlköğretim Matematik Öğretmenliği	3,22	2,72	2,5	3,27	2,93

Alınan ortalama puanlarda farklı sınıf seviyesinden gruplar arasında hem bölümlerin kendi içlerinde hem de genel çerçevede anlamlı farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Sınıf seviyesine ve bölüme göre alınan ortalama puanlardaki anlamlı farklılıklardan ve programlara girişten mezun olana kadarki süreçte alınan ortalama puanlardaki artışın Şekil 4.3.'te de görülebileceği şekilde belirgin ve doğrusal artış biçimli olup olmamasından kaynaklı olarak fen bilgisi öğretmenliği programında uygulanan müfredatın ilköğretim matematik öğretmenliği programında uygulanan müfredattan büyüklük ve uzaklık kavramlarının kavranılması açısından daha etkili olabileceğini öne sürmekteyiz. Çünkü buradaki temel sebep, fen bilgisi öğretmenliği

programı müfredatının büyüklük ve uzaklık kavramlarını laboratuvar ve açık alanda eğitimde deneyerek, dokunarak ve manipüle ederek öğrenmeye izin vermesi ve buna karşılık ilköğretim matematik öğretmenliği programı müfredatının büyüklük ve uzaklık kavramlarını daha soyut kavramlar üzerinde incelemesi olabilir.

Bölgümlere girişte fen bilgisi ve ilköğretim matematik öğretmenlikleri öğrencilerin OKBUKT'tan aldıkları ortalama puanlarda ilköğretim matematik öğretmenliği lehine bariz bir fark görülürken her iki anabilim dalındaki alınan müfredata bağlı olarak 4 yıllık değişim evrelerinde fen bilgisi öğretmenliği Şekil 4.3.'te de görüldüğü gibi ilköğretim matematik öğretmenliğine nazaran daha düzenli bir artış göstermektedir.

Bu bize, ilköğretim matematik öğretmenliği programı öğrencilerinin ortalama puanlarının fen bilgisi öğretmenliği programında öğrenim gören öğrencilerden yüksek olmasının YKS minimum yerleştirme puanlarına bağlanabileceğini, sınıf düzeyine bağlı gerçekleşen değişimlerin kaynağının ise -müfredat programları tablolarında da (Tablo 3.3. ve Tablo 3.4) görüldüğü gibi- fen bilimlerindeki büyüklük kavramını kavratacak konuların daha etkili işleyişi olabileceğini düşündürmektedir.

Sınıf düzeyine göre ilköğretim matematik öğretmenliği programında alınan ortalama puanlarda düzenli ve belirgin bir artış olmaması ve fen bilgisi öğretmenliği programında alınan ortalama puanlarda ise bunun aksine düzgün bir artış görülmesi, ilköğretim matematik öğretmenliği öğrencilerinin zaten matematik becerilerine ait bir hazırbulunuşluğa sahip olarak bölüme başlaması; fakat fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin ise başlangıçtaki hazır bulunuşluklarının düşük seviyede olmasına rağmen fen bilgisi öğretmenliği programı müfredatını kavramak için temel büyüklük ve uzaklık kavramlarını da öğrenmelerinin gerekliliği ile açıklanmaktadır.

Buradaki temel soru hem ilköğretim matematik öğretmenliği hem de fen bilgisi öğretmenliği bölümlerinde öğrenim gören öğrencilerin kendi müfredat programlarındaki konuları bütünsel olarak kavramaları için büyüklük ve uzaklık kavramlarını ne kadar bildikleri ve ne kadar bilmeleri gerektiği sorusudur. Elde ettiğimiz veriler ile her iki bölüm öğretmen adaylarının kendi içlerinde hazır bulunuşlarının düşük olduğu ve 4 yıl boyunca en azından büyüklük ve uzaklık kavramları açısından yeterince geliştiremedikleri ortaya koyulmuştur. Bunun nedenleri düşünülürse, eğitim fakültesine gelen öğrencilerin büyüklük ve uzaklık

kavramları yönünden ve diğer bütün konular yönünden yeterli hazırbuluşluğa sahip olmamalarıyla birlikte her iki müfredat programında da büyüklük ve uzaklık kavramlarını istenilen düzeyde kavratabilecek derslerin olmadığı ya da bu kavramlarla ilgili olabilecek ders içeriklerinin zayıf olabileceği ihtimali karşımıza çıkmaktadır. Yine büyüklük ve uzaklık kavramlarının kavratılmasında beklenen başarı düzeyinin görülmemesi, müfredat programlarındaki büyüklük ve uzaklık kavramları ile ilgili konuların akademisyenler tarafından yeterli derecede öğretilmediği ihtimalini akla getirmektedir.

Sonuç olarak, bu bölümlere gelen öğrencilerin YKS sınavlarında daha yüksek puanlı öğrenciler olmasını sağlayacak teşvik ve önlemlerin alınmasının öğretmen yetiştirilmesi açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

6. ÖNERİLER

1. Büyüklük ve uzaklık kavramlarındaki kavrama düzeylerinin artırılabilmesi için Fen Bilgisi Öğretmenliği Programı ve İlköğretim Matematik Öğretmenliği Programı'nda büyüklük ve uzaklık kavramlarına ayrı bir ders olmasa bile halihazırda okutulan derslerde büyüklük ve uzaklık kavramlarına ayrı bölümler halinde yer verilebilir.
2. İlköğretim fen bilgisi ve ilköğretim matematik öğretmenliği müfredatlarının; lisans öğrencilerinin büyüklük ve uzaklık kavramlarının kavrayışlarındaki etkisini artıracak uygulamalar, düzenlemeler, iyileştirmelerin neler olabileceği araştırılabilir.
3. Geliştirilecek etkinlik ve uygulamalar ile sadece fen bilgisi eğitimi ve ilköğretim matematik eğitimi lisans öğrencilerinin değil; fizik, kimya, biyoloji ve matematik öğretmenlikleri lisans öğrencilerinin de büyüklük ve uzaklık kavramlarının kavranışında ne gibi değişiklikler oluşabileceği deneysel yöntemlerle araştırılabilir.
4. Büyüklük ve uzaklık kavramlarının kavranış düzeyi, lisans öğrenimi düzeyi dışında ilköğretim ve ortaöğretim düzeylerinde de araştırılabilir. İlköğretim ve ortaöğretim düzeylerinde büyüklük ve uzaklık kavramlarının kavranış düzeyini etkileyen etmenlerin (ön öğrenmeler, uzamsal düşünme, sayı duygusu, uzaklık ve alan kavramları, uzunluk-alan-hacim ilişkisi vb. ölçme becerileri, astronomi kavramlarının edinilme düzeyi, mikroskobik canlıların büyüklükleri, atom ve atom altı dünya, bilimsel gösterim ve 10'un farklı kuvvetleri) neler olduğu ve bunların etkinlik düzeyi araştırılabilir.
5. Büyüklük ve uzaklık kavramlarının öğretiminde bilgisayar destekli öğretimin (animasyonlar, etkileşimli uygulamalar, sunumlar, belgeseller) etkisi incelenebilir.
6. Lisans programlarında görülen Fizik, Kimya, Biyoloji, Astronomi ve Matematik branşlarındaki derslerde disiplinlerarası şekilde uygulama ve etkinliklere yer verilebilir.
7. Öğrencilerin sahip olduğu büyüklük ve uzaklık kavramlarının kavranış düzeyi sadece kavrama testi ile değil; görüşme, kart sıralama etkinlikleri,

izimler, sunumlar, performans ödevleri, projeler gibi diğer alternatif lme yöntemleriyle de deęerlendirilebilir.

8. Büyüklük ve uzaklık kavramlarında önemli yer tutan nanoölçek ile ilgili olan ve gelişen günümüz teknolojiyle birlikte önemi gittikçe artan Nanobilim ve Nanoteknoloji konularına ilköğretim, ortaöğretim ve lisans müfredat programlarında ayrı bir ders olarak veya halihazırda ilgili bir dersin bölümü olarak yer verilebilir.
9. Öğretmen adaylarının lisans döneminde kazandıkları büyüklük ve uzaklık kavramlarının öğretmenliğe başladıkları süreçte ne kadar kalıcılık gösterdiği araştırılabilir.

7. KAYNAKÇA

- Alpar, R. (2018). Uygulamalı istatistik ve geçerlik-güvenirlik: spor, sağlık ve eğitim bilimlerinden örneklerle. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Ångström. (2024, 1 Mayıs). In *Wikipedia, Özgür Ansiklopedi*. <https://tr.wikipedia.org/wiki/ångström> adresinden Temmuz 14, 2024'te alınmış.
- Ankara Üniversitesi. (t.y.) Ankara Üniversitesi Açık Ders Malzemeleri. *Hücrenin genel yapısı*. Erişim: 25 Ağustos 2024, https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/137432/mod_resource/content/0/Bölüm%203%20HÜCRENİN%20GENEL%20YAPISI.pdf
- Astronomik birim. (2024, 20 Haziran). In *Wikipedia, Özgür Ansiklopedi*. [https://tr.wikipedia.org/wiki/astronomik_birim#:~:text=astronomik%20birim%20\(sim%20gesi%3a%20au%20veya,149%2c597%20milyon%20kilometre\)%20olarak%20tanımlanmaktadır](https://tr.wikipedia.org/wiki/astronomik_birim#:~:text=astronomik%20birim%20(sim%20gesi%3a%20au%20veya,149%2c597%20milyon%20kilometre)%20olarak%20tanımlanmaktadır). adresinden Temmuz 14, 2024'te alınmış.
- Ateş, İ. ve Üce, M. (2017). Lise öğrencilerinin nanobilim ve nanoteknoloji farkındalığı. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 37(2), 685-710.
- Bars, I. and Terning, J. (2010). *Why higher space of time dimensions?*. F. Nekoogar (Ed.), *Extra dimensions in space and time* (s. 47) içinde. NY, USA: Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-77638-5_5
- Batt, C. A., Waldron, A. M. and Broadwater, N. (2008). Numbers, scale and symbols: the public understanding of nanotechnology. *Journal of Nanoparticle Research*, 10(7), 1141-1148. <https://doi.org/10.1007/s11051-007-9344-1>
- Baybars, M. ve Küçüközer, H. (2014). Fen bilgisi öğretmen adaylarının kuantum fiziğine ilişkin kavramsal anlamaları. *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(1).
- BBC News World Service. (2018, 10 Temmuz). Are there more stars than grains of beach sand?. Erişim Adresi: <https://www.bbc.co.uk/programmes/w3cswk2g> (10.07.2024)
- Bilim Genç. (2015, 24 Mart). Mikro ölçekte atom olabilir mi? Erişim adresi: <https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/mikro-olcekte-atom-olabilir-mi> (13.07.2024)
- Boyraz, A. (2022). *Fen bilimleri eğitiminde nanobilim ve nanoteknoloji üzerine yapılmış tez ve makalelerin içerik analizi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Böge, H. ve Akıllı, R. (2021). Ortaokul ve imam hatip ortaokulu matematik 8 ders kitabı. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- Britannica. (2024, 7 Temmuz). Electron. İçinde *Encyclopædia Britannica*. <https://www.britannica.com/science/electron> (10.07.2024)
- Bryan, L. A., Magana, A. J. and Sederberg, D. (2015). Published research on pre-college students' and teachers' nanoscale science, engineering, and technology learning. *Nanotechnology Reviews*, 4(1), 7-32. <https://doi.org/10.1515/ntrev-2014-0029>

- Büyüköztürk, Ş., Akgün, Ö. E., Demirel, F., Karadeniz, Ş. ve Çakmak, E. K. (2012). Bilimsel araştırma yöntemleri. Ankara: Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş., Çokluk, Ö. ve Köklü, N. (2012). Sosyal bilimler için istatistik. Ankara: Pegem Akademi.
- Cattell, R. B. (1978). The scientific use of factor analysis in behavioral and life sciences. New York and London: Plenum Press.
- Chesnutt, K. (2017). *Middle Grades Students' Concepts of Size and Scale: Relationships and Factors of Influence*. (Yayımlanmış Doktora Tezi) North Carolina State University, Raleigh.
- Chesnutt, K., Gail Jones, M., Corin, E. N., Hite, R., Childers, G., Perez, M. P. and Ennes, M. (2019). Crosscutting concepts and achievement: Is a sense of size and scale related to achievement in science and mathematics?. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(3), 302-321. <https://doi.org/10.1002/tea.21511>
- Cin, M. (2007). Alternative views of the solar system among Turkish students. *International Review of Education*, 53(1), 39-53. <https://www.jstor.org/stable/27715340>, (18.03.2023)
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297-334. <https://doi.org/10.1007/BF02310555>
- Delgado, C., Stevens, S. Y., Shin, N., Yunker, M. L, and Krajcik, J. S. (2007). The development of students' conceptions of size. *National Association for Research in Science Teaching Annual International Conference*, 15-18 April 2007, LA, USA.
- Doğan, C. D. ve Aybek, E. C. (2021). R-Shiny ile psikometri ve istatistik uygulamaları. Ankara: Pegem Akademi.
- Dorouka, P. and Kalogiannakis, M. (2023). Teaching nanotechnology concepts in early-primary education: an experimental study using digital games. *International Journal of Science Education*, 1–28. <https://doi.org/10.1080/09500693.2023.2286299>
- Eames, C. and Eames, R. (Directors). (1977). Powers of Ten: A Film Dealing with the Relative Size of Things in the Universe and the Effect of Adding Another Zero [Film]. USA: Pyramid Film & Video.
- Fanetti, T. M. (2001). *The relationships of scale concepts on college age students' misconceptions about the cause of the lunar phases* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Iowa State University, Ames.
- Field, A. (2024). Discovering statistics using IBM SPSS statistics. London: Sage Publishing.
- Gaarder, J. (1994). Sofie'nin dünyası. İstanbul: Pan Yayıncılık.
- Greeno, J. G. (1991). Number Sense as Situated Knowing in a Conceptual Domain. *Journal for Research in Mathematics Education*, 22(3), 170-218. <https://doi.org/10.2307/749074>
- Güneş, G. (2010). *Öğretmen adaylarının temel astronomi konularında bilgi seviyeleri ile bilimin doğası ve astronomi öz yeterlilikleri arasındaki ilişkinin incelenmesi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi, Adana.

- Hamouda, S. The solar system. Dijital Görsel. Researchgate. Mayıs 2021. Web. 14 Temmuz 2024. Alıntıdır <https://www.researchgate.net/profile/Samir-Hamouda/publication/351288030/figure/fig1/AS:1019509825626112@1620081492066/The-solar-system-1.jpg>
- Hasançebi, B., Terzi, Y. ve Küçük, Z. (2020). Madde güçlük indeksi ve madde ayırt edicilik indeksine dayalı çeldirici analizi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 10(1), 224-240.
- Hornyak, G.L., Moore, J.J., Tibbals, H.F. and Dutta, J. (2009). Fundamentals of nanotechnology. Boca Raton, FL: CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315222561>
- Jones, M. G., Taylor, A. R., and Falvo, M. R. (2009) Extreme science: from nano to galactic: Investigations for grades 6-12. USA: NSTA Press.
- Jones, M. G., Taylor, A., Minogue, J., Broadwell, B., Wiebe, E. and Carter, G. (2007). Understanding scale: Powers of ten. *Journal of Science Education and Technology*, 16(2), 191-202. <https://doi.org/10.1007/s10956-006-9034-2>
- Kalkan, H. ve Kiroglu, K. (2007). Science and nonscience students' ideas about basic astronomy concepts in preservice training for elementary school teachers. *Astronomy Education Review*, 6(1), 15-24. <http://dx.doi.org/10.3847/AER2007002>
- Kalkan, H., Ustabaş, R. ve Kalkan, S. (2007). İlk ve orta öğretim öğretmen adaylarının temel astronomi konularındaki kavram yanılgıları. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (23), 1-11.
- Karasar, N. (2022). Bilimsel araştırma yöntemi: kavramlar, ilkeler, teknikler. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Kartal, M. ve Bardakçı S. (2018). SPSS ve AMOS Uygulamalı Örneklerle Güvenirlik ve Geçerlik Analizleri. Ankara: Akademisyen Kitabevi.
- Kayri, M. (2009). Araştırmalarda Gruplar Arası Farkın Belirlenmesine Yönelik Çoklu Karşılaştırma (Post-Hoc) Teknikleri. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (19)1, 51-64.
- Kenan, O. ve Özmen, H. (2010). Altıncı sınıf öğrencilerinin “maddenin hal değişimi” kavramını anlamalarına analogilerin etkisi, II. *Uluslararası Türkiye Eğitim Araştırmaları Kongresi*, 29 Nisan-2 Mayıs 2010, Antalya.
- Kılıç, S. (2013). Örnekleme yöntemleri. *Journal of Mood Disorders*, 3(1), 44-46.
- Kılıçoğlu, F. (2019). *Maddenin tanecikli yapısının model ve modellemelerle öğretiminin öğrencilerin başarıları ve atomla ilgili zihinsel modelleri üzerine etkisi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Trabzon Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Trabzon.
- Kobak, R., Azizoğlu, N. ve Benlikaya, R. (2019). Fen lisesi öğrencilerinin büyüklük ve ölçek kavramları ile ilgili öğrenme ilerlemesinin analizi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 13(2), 1083-1110. <https://doi.org/10.17522/balikesirnef.563457>

- Lelliott, A. and Rollnick, M. (2009). Big ideas: A review of astronomy education research 1974–2008. *International Journal of Science Education*, 32(13), 1771-1799. <https://doi.org/10.1080/09500690903214546>
- Light, G., Swarat, S., Park, E. J., Drane, D., Tevaarwerk, E. and Mason, T. (2007). Understanding undergraduate students' conceptions of a core nanoscience concept: Size and scale. In *Proceedings of the Inaugural International Conference on Research in Engineering Education, ICREE* (Proceedings of the Inaugural International Conference on Research in Engineering Education, ICREE). 22-24 Haziran, Honolulu, Hawaii.
- Magana, A. J. (2014). Learning strategies and multimedia techniques for scaffolding size and scale cognition. *Computers & Education*, 72, 367-377. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.11.012>
- Magana, A. J., Brophy, S. P. and Bryan, L. A. (2012). An Integrated Knowledge Framework to Characterize and Scaffold Size and Scale Cognition (FS2C). *International Journal of Science Education*, 34(14), 2181–2203. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.715316>
- Mason, D., Fies, C., Taylor, S. E. ve Mittag, K. (2004). How scientists communicate with numbers. *Texas Mathematics Teacher*, 51(1), 14-21.
- Matematiksel. (2020, 9 Nisan). Evreni doldurmak için gereken kum tanesi sayısı nedir? Erişim adresi: <https://www.matematiksel.org/dunyada-kac-kum-tanesi-varidir/> (10.07.2024)
- Mickens, R. E. (1990). *Mathematics and Science*, Singapore: World Scientific Press.
- Miller, B. W. and Brewer, W. F. (2010). Misconceptions of astronomical distances. *International Journal of Science Education*, 32(12), 1549-1560. <https://doi.org/10.1080/09500690903144099>
- Miller, J. R. and Melott, A. L. (1999). Integrating mathematics and science education using the powers of ten. *Journal of Technology and Teacher Education*, 7(2), 87-96., <https://www.learntechlib.org/primary/p/9277/>, (13.09.2023)
- NASA. (t.y. a). Facts About Earth. Erişim adresi: <https://solarsystem.nasa.gov/planets/earth/by-the-numbers/> (18.06.2024)
- NASA. (t.y. b). Imagine The Universe. Erişim adresi: https://imagine.gsfc.nasa.gov/features/cosmic/milkyway_info.html
- Nunnally, J. C. ve Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric theory*. USA: McGraw-Hill, Inc.
- Plummer, J. D. (2012). Challenges in defining and validating an astronomy learning progression. A. C. Alonzo ve A. W. Gotwals, A.W. (Eds.). In *Learning progressions in science*. Rotterdam: Sense Publishers, https://doi.org/10.1007/978-94-6091-824-7_5
- Premaratne, M. and Agrawal, G. P. (2021). *Theoretical foundations of nanoscale quantum devices*. UK: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108634472>
- Rajpaul, V. M., Lindstrøm, C., Engel, M. C., Brendehaug, M. and Allie, S. (2018). Cross-sectional study of students' knowledge of sizes and distances of astronomical

objects. *Physical Review Physics Education Research*, 14(2), 1-20.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.14.020108>

- Reif, F. (1965). *Fundamentals of statistical and thermal physics*. Tokyo: McGraw-Hill, Inc.
- Resnick, I., Newcombe, N. S. and Shipley, T. F. (2017). Dealing with big numbers: Representation and understanding of magnitudes outside of human experience. *Cognitive science*, 41(4), 1020-1041. <https://doi.org/10.1111/cogs.12388>
- Reys, R. E., Reys, B. J., McIntosh, A., Emanuelsson, G., Johansson, B., & Yang, D. C. (1999). Assessing number sense of students in Australia, Sweden, Taiwan and the United States. *School Science and Mathematics*, 99(2), 61-70.
<https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1999.tb17449.x>
- Sharp, J. G., & Kuerbis, P. (2006). Children's ideas about the solar system and the chaos in learning science. *Science Education*, 90(1), 124-147. <https://doi.org/10.1002/scs.20126>
- Siberianart. *Abstract background with viruses microbes vector image*. Dijital Görsel. Vectorstock. (t.y.). Web. 14 Temmuz 2024. Alıntdır
<https://ebenezerlab.co.ug/service/microbiology/>
- Smorynski, C. (2007). *History of Mathematics: A supplement*. Westmont: Springer Science & Business Media.
- Swarat, S., Light, G., Park, E. J. and Drane, D. (2011). A typology of undergraduate students' conceptions of size and scale: Identifying and characterizing conceptual variation. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(5), 512-533.
<https://doi.org/10.1002/tea.20403>
- Şenel Zor, T. ve Aslan, O. (2018). The effect of activity-based nanoscience and nanotechnology education on pre-service science teachers' conceptual understanding. *Journal of Nanoparticle Research*, 20(75), 1-22. <https://doi.org/10.1007/s11051-018-4182-x>
- Şengül, S. (2013). Sınıf Öğretmeni Adaylarının Kullandıkları Sayı Duyusu Stratejilerinin Belirlenmesi. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 13(3), 1951-1974. DOI: 10.12738/estp.2013.3.1365
- T.C. Millî Eğitim Bakanlığı. (2018a). Matematik Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar). Erişim adresi: <https://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=329> (03.08.2023)
- T.C. Millî Eğitim Bakanlığı. (2018b). Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar). Erişim adresi: <https://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=325> (03.10.2023)
- Taherdoost, H., Sahibuddin, S. and Jalaliyoon, N. (2020). Exploratory factor analysis; concepts and theory. *Advances in applied and pure mathematics*, 27, 375-382. Erişim adresi: <https://hal.science/hal-02557344v1/file/Exploratory%20Factor%20Analysis%3B%20Concepts%20and%20Theory.pdf>
- Tatar, N. ve Cansüğü Koray, Ö. (2005). İlköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinin “genetik” ünitesi hakkındaki kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Gazi Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*, 13(2), 415-426.

- Terzi, Y. (2019). *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Akademik Veri Yönetim Sistemi*. Yüksel Terzi'ye ait 2019-2020 Güz Yarıyılı ders notları (84 sayfa, dijital sürüm) Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi İstatistik Bölümü. Erişim adresi: <https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/yukselt/62069/fakt%25C3%25B6r%2520analizi.pdf> (09.08.2024)
- The Milky Way. (t.y.). In *Imagine The Universe*. https://imagine.gsfc.nasa.gov/features/cosmic/milkyway_info.html adresinden Temmuz 14, 2024'te alınmış.
- Tretter, T. R. (2004). *Conceptions of scale and scaling: The expert-novice continuum*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi) The University of North Carolina, Chapel Hill.
- Tsihouridis, C., Mitrakas, N., Batsila, M. and Vavougiou, D. (2024). A holistic view of using real and virtual models in teaching astronomy concepts, *Towards a Hybrid, Flexible and Socially Engaged Higher Education*, September 26-30, Madrid. https://doi.org/10.1007/978-3-031-52667-1_12
- Turgut, M. F. ve Baykul, Y. (2015). Eğitimde ölçme ve değerlendirme. Ankara: Pegem Akademi.
- Turney, S. (2022, 31 Mayıs). Chi-Square (X^2) table | examples & downloadable table. [Blog yazısı]. Erişim adresi: <https://www.scribbr.com/statistics/chi-square-distribution-table/> (28.07.2024)
- Tübitak Ulusal Metroloji Enstitüsü. (t.y.). SI Birimlerinin Önekleri. Erişim adresi: <https://www.ume.tubitak.gov.tr/tr/icerik/si-birimlerinin-onekleri> (28.02.2023)
- Türk, C. (2010). *İlköğretim temel astronomi kavramlarının öğretimi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Türk, C., Kalkan, H., İskeleli, N. O. ve Matano, M. S. (2017). An experimental study of pre-service science teachers based on their success in astronomy. *Journal of Educational and Instructional Studies in the World*, 7(3), 15-22.
- Türk, C., Şener, N. ve Kalkan, H. (2015). Pre-Service teachers' conceptions of specific astronomy concepts: a longitudinal investigation. *Journal of Social Science Studies*, 2(2), 57-87. <http://dx.doi.org/10.5296/jsss.v2i2.7213>
- Ünal A. (2015, 02 Aralık). Avogadro Sayısı sayılabilir mi?. [Blog yazısı]. Erişim adresi: <https://www.labmedya.com/avagadro-sayisi-sayilabilir-mi> (19.07.2024)
- Wouters, J. (2019, 11 Temmuz). The magic of relative units. [Blog yazısı]. Erişim adresi: <https://joseewouters.nl/blog/the-magic-of-relative-units> (12.07.2024)
- Yang, Y. (2008) Microscale and Nanoscale Process Systems Engineering: Challenge and Progress. *The Chinese Journal of Process Engineering* 8(3), 616-624.
- Yılmaz, S. (2019). Hermes' in Eski Mısır ve Helen Dünyasından İslam Coğrafyası ve Anadolu'ya Yolculuğu. *Lectio Socialis*, 3(1), 21-46.
- Yükseköğretim Kurulu. (2018a). Fen Bilgisi Öğretmenliği Lisans Programı. Erişim adresi: https://www.yok.gov.tr/Documents/Kurumsal/egitim_ogretim_dairesi/Yeni-Ogretmen-Yetistirme-Lisans-Programlari/Fen_Bilgisi_Ogretmenligi_Lisans_Programi.pdf

Yükseköğretim Kurulu. (2018b). İlköğretim Matematik Öğretmenliği Lisans Programı. Erişim adresi: https://www.yok.gov.tr/Documents/Kurumsal/egitim_ogretim_dairesi/Yeni-Ogretmen-Yetistirme-Lisans-Programlari/Ilkogretim_Matematik_Lisans_Programi.pdf



EKLER

EK - 1. 10'un Kuvvetlerinde Büyüklük ve Uzaklıklar Kavrama Testi (OKBUKT)

Cinsiyetiniz: (K) (E) Sınıfınız: (1) (2) (3) (4)

10'UN KUVVETLERİNDE BÜYÜKLÜK VE UZAKLIKLAR KAVRAMA TESTİ	
LÜTFEN DİKKATLE OKUYUNUZ! 1) Bu test 10'un kuvvetleriyle ifade edilebilen büyüklük ve uzaklıklar konusundaki başarınızı ölçmeyi hedeflemektedir. 2) Sınav 17 adet çoktan seçmeli sorudan oluşmaktadır.	3) Lütfen isminizi yazmayınız ve mümkünse hiçbir soruyu atlamayınız. 4) Bu testten elde edilen veriler bilimsel amaçlı kullanılacaktır. 5) Katılımınız için teşekkürler. Dursun ÖZGÖKMEN

1) Hidrojen atomu tek elektrona sahip en küçük atomdur. Hidrojen atomunda bulunan elektron, çekirdeğin etrafında 0,00000000053 metre yarıçaplı bir yörüngede dolanmaktadır. Sizden bu atomun yarıçapını bilimsel gösterimle ifade etmeniz istense aşağıdakilerden hangi seçeneği işaretlerdiniz?

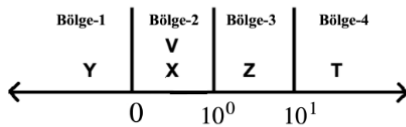
- A) $5,3 \times 10^{-11}$ m B) $5,3 \times 10^{-9}$ m
C) $5,3 \times 10^{-2}$ m D) $5,3 \times 10^{10}$ m
E) $5,3 \times 10^0$ m

2)

T	Güneş'in çapı
V	Elimizin boyu
X	Karncanın boyu
Y	Hücrenin çapı
Z	Otomobilin boyu

Yukarıdaki tabloda T, V, X, Y, Z harfleri, metre cinsinden, yanlarında belirtilen büyüklükleri temsil etmektedir.

Aşağıda şekilde ise 0, 10^0 , ve 10^1 sayılarının ölçekli olmayan bir biçimde yerleştirildiği bir sayı doğrusu gösterilmektedir. Sayı doğrusu metre cinsinden 0, 10^0 , ve 10^1 sayılarını sınır alacak şekilde 4 bölgeye ayrılmıştır ve T, V, X, Y, Z büyüklükleri bu dört bölgeye yerleştirilmiştir.



Buna göre hangi harfin temsil ettiği büyüklüğün yeri **yanlıştır**?

- A) T B) V C) X D) Y E) Z



3) Ankara ilimizin karayolu üzerinden Bursa ilimize olan uzaklığı 387 km'dir. Dünya'mız ve uydusu Ay arasındaki uzaklık ise ortalama 384 000 km'dir. Buna göre Dünya – Ay arası mesafeyi kateden bir uzay mekiği, Ankara'dan çıkıp Bursa'ya varan bir otomobilin yaklaşık kaç katı yol almıştır?

- A) 10^{-3} B) 1000 C) 10^4 D) 100 E) 10^2

4) Aşağıda verilen yapıların boyutlarının büyüklük sıralaması yapılırsa **büyükten küçüğe** doğru sıralama hangisi olur?

- A) DNA > Kromozom > Gen
B) Hücre > Hücre çekirdeği > Organizma
C) Hücre çekirdeği > Hücre > Organizma
D) Organizma > Hücre çekirdeği > Hücre
E) Kromozom > DNA > Gen

5) Akupunktur, vücudun belirli bölgelerine ince iğnelerin batırılmasıyla uygulanan, Çin'in alternatif şifa yöntemidir. Bir akupunktur iğnesinin yaklaşık çapı 200 mikrometredir. Çapı 200 nanometre olan korona virüsten, akupunktur iğnesi kalınlığına kaç tane sığar? (1 mikron = $1 \mu\text{m} = 10^{-6}\text{m}$ ve $1 \text{nm} = 10^{-9}\text{m}$)

- A) Bir trilyon tane B) Bir milyar tane
C) On milyon tane D) Bin tane E) Yüz tane

6) Aşağıdaki uzaklıkları **büyükten küçüğe** doğru sıraladığımızda **ilk sırada** hangisi olur?

- A) Dünya'nın ekvatorial çapı
- B) Ay'ın Dünya'ya uzaklığı
- C) TURKSAT 4A yapay uydusunun Dünya'ya uzaklığı
- D) Dünya'nın Mars'a uzaklığı
- E) Ay'ın çapı

- 7) I) Uranüs
II) Ay
III) Andromeda Galaksisi
IV) Güneş

Yukarıdakileri Dünya'ya **en yakından en uzağa** sıraladığımızda aşağıdaki sıralamalardan hangisi oluşur?

- A) III < II < I < IV
- B) II < III < I < IV
- C) III < IV < II < I
- D) IV < II < III < I
- E) II < IV < I < III

8) Dünya'nın Güneş'e olan uzaklığı $149 \times 10^6 \text{ km} = 1\text{AB}$ (Astronomi Birimi = 1AB) olarak ifade edilir. Güneş'ten $4,53 \times 10^9 \text{ km}$ uzakta olan Neptün'ün Güneş'e olan uzaklığı kaç AB'dir?

- A) 30,4 AB
- B) 32,89 AB
- C) 29,1 AB
- D) 10^2 AB
- E) $3,04 \times 10^3 \text{ AB}$

9) Sizce, aşağıdakilerden hangisi sayısal değer olarak $9,46 \times 10^{12} \text{ km}$ ile ifade edilebilecek bir büyüklüktür?

- A) Dünya'nın Güneş'e olan uzaklığı
- B) Işık yılı
- C) Dünya'nın Ay'a olan uzaklığı
- D) Dünya'nın çapı
- E) Ay'ın çapı

10) Aşağıdakilerden hangisi Güneş, Dünya, Jüpiter ve Ay'ın büyüklüklerinin **en büyükten en küçüğe** doğru sıralamasıdır?

- A) Güneş, Dünya, Ay, Jüpiter
- B) Dünya, Güneş, Ay, Jüpiter
- C) Dünya, Ay, Güneş, Jüpiter
- D) Güneş, Jüpiter, Dünya, Ay
- E) Güneş, Dünya, Jüpiter, Ay

11) Bir protonun çapının standart ondalık gösterimi $0,000000000000017 \text{ m}$ 'dir. Biz bu büyüklüğü bilimsel gösterim kullanarak $1,7 \times 10^{-15} \text{ m}$ olarak da ifade edebiliriz. Aşağıdakilerden hangisi bu bilimsel gösterimin sağladığı faydalardan **en zayıfıdır**?

- A) Verilen bir büyüklüğü bu tip gösterimle diğer bir büyüklükle daha kolay karşılaştırabiliriz.
- B) Protonun çapını yazarken hata yapmamızı engeller.
- C) Çok küçük olan protonun çapını daha akılda kalıcı hale getirir.
- D) Bilimsel gösterimi ifade edilen bu büyüklükle daha kolay ve anlaşılır işlemler yapabiliriz.
- E) Bilimsel gösterim ondalık gösterimden daha doğru sonuç vermemektedir.

- 12) I) Su molekülünün çapı
II) Oksijen atomunun çapı
III) Bakterinin çapı
IV) Saç telinin çapı

10^3 'ün kuvvetleriyle ifade edilebilecek yukarıdaki çap uzunluklarının, **büyükten küçüğe** doğru sıralaması aşağıdakilerden hangisi olur?

- A) III > IV > I > II
- B) IV > III > II > I
- C) I > II > IV > III
- D) IV > III > I > II
- E) III > II > IV > I

13) Güneş Dünya'dan, Ay'ın Dünya'ya olduğundan kaç kat daha uzaktır?

- A) 40
- B) 400
- C) $4 \cdot 10^3$
- D) $4 \cdot 10^4$
- E) $4 \cdot 10^5$

Bilgi:

Dünya – Ay mesafesi yaklaşık $384\,400 \text{ km}$ 'dir.

Dünya – Güneş mesafesi yaklaşık $149\,600\,000 \text{ km}$ 'dir.

EK - 2. 10^3 'ün Kuvvetlerinde Büyüklük ve Uzaklıklar Kavrama Testi Cevap Anahtarı

SORU NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
CEVAP	A	D	B	E	D	D	E	A	B	D	E	D	B

EK - 3. Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurul Kararı



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ARAŞTIRMALARI ETİK KURUL KARARLARI

KARAR TARİHİ	TOPLANTI SAYISI	KARAR SAYISI
26.04.2024	4	2024-408

KARAR NO: 2024-408
Üniversitemiz Lisansüstü Eğitim Enstitüsü öğrencisi Dursun ÖZGÖKMEN'in Prof. Dr. Hüseyin KALKAN danışmanlığında "Fen Bilgisi Öğretmenliği ve İlköğretim Matematik Öğretmenliği Programlarında Öğrenim Gören Öğrencilerin Büyüklük Kavramlarındaki Değişimlerin Kesitsel Olarak İncelenmesi" isimli yüksek lisans tezine ilişkin test, yeni bir ölçek geliştirme çalışması ve yeni bir kavrama testi oluşturulması ve ardından uygulanmasını içeren 73959 sayılı dilekçesi okunarak görüşüldü.

Üniversitemiz Lisansüstü Eğitim Enstitüsü öğrencisi Dursun ÖZGÖKMEN'in Prof. Dr. Hüseyin KALKAN danışmanlığında "Fen Bilgisi Öğretmenliği ve İlköğretim Matematik Öğretmenliği Programlarında Öğrenim Gören Öğrencilerin Büyüklük Kavramlarındaki Değişimlerin Kesitsel Olarak İncelenmesi" isimli yüksek lisans tezine ilişkin test, yeni bir ölçek geliştirme çalışması ve yeni bir kavrama testi oluşturulması ve ardından uygulanmasının kabulüne oy birliği ile karar verildi.

EK - 4. Uzman Görüşleri Belgesi

ONAY BELGESİ

Araştırmacı Dursun ÖZGÖKMEN ve Tez Danışmanı Prof. Dr. Hüseyin KALKAN tarafından geliştirilecek 10' un Kuvvetlerinde Büyüklük ve Uzaklıklar Kavrama Testi ile ilgili uzman görüşleri aşağıdaki gibidir.

İşbu testin muhtevası dil ve anlatım bakımı bakımından Türkçe Dili'ne uygundur.

İsim	Branşı	Tarih	İmza
Bilal İZAMİR	Türkçe	15.04.2024	

İşbu testteki maddeler ölçmek istediği amaca uygundur. Maddeler bilimsel olarak doğru bilgiler içermektedir.

İsim	Branşı	Tarih	İmza
Şenop AYAN BAKIRAK	Matematik	15.04.2024	
İsahar ALSAYRAK	Fen Bilimleri	15.04.2024	
Sibel SEYİRLİMENİ	Fen Bilimleri	15.04.2024	

ÖZ GEÇMİŞ

Dursun ÖZGÖKMEN 2004 yılında Sinop Anadolu Öğretmen Lisesi'ni bitirdi. 2009 yılında Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Fakültesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği Lisans Programı'ndan mezun oldu. Aynı sene ilköğretim matematik öğretmeni olarak MEB kadrosunda öğretmenliğe başladı. 2022 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi'nde Fen Bilgisi Eğitimi Tezli Yüksek Lisans'a başlayan Dursun ÖZGÖKMEN orta seviyede İngilizce bilmektedir (KPDS:83). Temel ilgi alanları: fen ve matematik eğitimi, astronomi eğitimi, proje ve etkinlik temelli öğretim ve satranç öğretimidir.

İletişim Bilgileri

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-7866-1369>

Yayın

Özgökmen, D., Kalkan, H., (2024). Öğretmen adaylarının büyüklük ve uzaklık kavramlarını kavrayış seviyelerindeki değişimlerin kesitsel olarak incelenmesi. *Balkan 12. Uluslararası Sosyal Bilimler Kongresi. cilt.1, 636-644. 22-24 Haziran, Üsküp, Kuzey Makedonya*