TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI

ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN PROBLEM ÇÖZÜMÜNE İŞLEMSEL VE KAVRAMSAL YAKLAŞIMLARI, MATEMATİKSEL MODELLEME YETERLİKLERİ VE MATEMATİĞE YÖNELİK TUTUMLARI ARASINDAKİ İLİŞKİLERİN İNCELENMESİ

Mustafa UZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ADANA / 2022

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI

ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN PROBLEM ÇÖZÜMÜNE İŞLEMSEL VE KAVRAMSAL YAKLAŞIMLARI, MATEMATİKSEL MODELLEME YETERLİKLERİ VE MATEMATİĞE YÖNELİK TUTUMLARI ARASINDAKİ İLİŞKİLERİN İNCELENMESİ

Mustafa UZ

Danışman: **Prof. Dr. Kamuran TARIM**
Jüri Üyesi: **Prof. Dr. Ayten İFLAZOĞLU SABAN**
Jüri Üyesi: **Dr. Öğrt. Üyesi Nuri Can AKSOY**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ADANA / 2022

Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğüne;

Bu çalışma, jürimiz tarafından Matematik ve Fen Bilimleri Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Kamuran TARIM
(Danışman)

Üye: Prof. Dr. Ayten İFLAZOĞLU SABAN

Üye: Dr. Öğrt. Üyesi Nuri Can AKSOY

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim elemanlarına ait olduklarını onaylarım.
…/…/20…

Prof. Dr. Serap ÇABUK
Enstitü Müdürü

NOT: Bu tezde kullanılan ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu'ndaki hükümlere tabidir.

ETİK BEYANI

Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim. …. / …. / 2022

Mustafa UZ

ÖZET

ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN PROBLEM ÇÖZÜMÜNE İŞLEMSEL VE KAVRAMSAL YAKLAŞIMLARI, MATEMATİKSEL MODELLEME YETERLİKLERİ VE MATEMATİĞE YÖNELİK TUTUMLARI ARASINDAKİ İLİŞKİLERİN İNCELENMESİİ

Mustafa UZ

Yüksek Lisans Tezi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Kamuran TARIM
Haziran 2022, 116 sayfa

Günümüz eğitim ihtiyaçları, öğrencilerin bilgi, beceri ve duyuşsal niteliklerinin çağın gerektirdiği işbirlikli, rekabetçi ve hızlı değişen teknolojiye ayak uyduracak biçimde kurgulanması gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Öğrencilere matematiksel bilgiler öğretilirken anlamlı öğrenmeler gerçekleştirmek için matematiksel bilginin yapısının göz önünde bulundurulması gerektiği söylenebilir. Ayrıca öğrencilerin günlük hayat problerinde iyi bir problem çözücü olmaları için çeşitli yeterliklere sahip olmaları gerektiği düşünülmektedir. Öğrencilerin bu çabaları gerçekleştirebilmesi için duygusal olarak istekli olmaları gerektiği de açıktır. Bu bağlamda matematik eğitimini yeniden kurgularken, önce öğrencilerde varolan bilgi, yeterlik ve tutumların tespiti ile bu özellikler arasındaki ilişkilerin açığa çıkarılmasının alınacak kararlarda isabetli birer yol gösterici olacağı söylenebilir.

Bu araştırmanın amacı ortaokul öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterlikleri seviyelerinin, problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşımlarının ve matematiğe yönelik tutumlarının birbirlerini anlamlı olarak yordayıp yordamadıklarını, yorduyorlarsa ne düzeyde olduğunu belirlemektir. Alanyazında ortaokul öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterlikleri, problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşımları ve matematiğe yönelik tutumları arasındaki ilişkiyi ortaya koyan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu açıdan alanyazındaki diğer çalışmalardan ayrılmaktadır.

Bu çalışmada, araştırma modeli olarak nicel araştırma yöntemlerinden ilişkisel tarama modeli kullanılmıştır. Araştırmanın örneklemini, oranlı küme örnekleme yöntemi ile belirlenen Adana ili Seyhan ve Çukurova ilçelerinde üç ortaokulda öğrenim görmekte olan 470 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmada öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarını belirlemek için Önal (2013) tarafından geliştirilen "Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği", matematiksel modelleme yeterliklerini belirlemek için Tekin Dede (2017) tarafından geliştirilen matematiksel modelleme yeterlikleri soru formu ve rubriği, problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşımlarını belirlemek için Özyıldırım Gümüş ve Umay (2018) tarafından geliştirilen, araştırmacı tarafından ortaokul düzeyi için uyarlanan "Problem Çözümüne Kavramsal/İşlemsel Yaklaşım İnanç Ölçeği" kullanılmıştır.

Araştırma sonucunda, öğrencilerin problem çözümüne işlemsel yaklaşımlarının, kavramsal yaklaşım düzeylerinden daha yüksek olduğu, matematiksel modelleme yeterliklerinin düşük olduğu, matematiğe yönelik orta düzeyde olumlu/olumsuz tutuma sahip oldukları tespit edilmiştir. Matematiksel modelleme yeterlikleri ile problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu bulunmuştur. Benzer şekilde matematiğe yönelik tutum ve tutumun alt faktörleri ile matematiksel modelleme yeterlikleri ve problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür. Bununla birlikte öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerinin, problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşımlarını ve matematiğe yönelik tutum alt faktörlerinin, matematiksel modelleme yeterliklerini düşük seviyede; matematiğe yönelik tutum alt faktörlerinin, problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşımlarını orta seviyede yordadığı ortaya çıkarılmıştır.

Anahtar kelimeler: Matematiksel modelleme yeterlikleri, matematik, ortaokul, işlemsel bilgi, kavramsal bilgi, matematiğe yönelik tutum.

ABSTRACT

EXAMINING THE RELATIONSHIPS AMONG SECONDARY SCHOOL STUDENTS' OPERATIONAL AND CONCEPTUAL APPROACHES TO PROBLEM SOLVING, THEIR MATHEMATICAL MODELING COMPETENCIES AND THEIR ATTITUDES TOWARDS MATHEMATICS

Mustafa UZ

Master's Thesis, Department of Mathematics and Science Education
Advisor: Prof. Dr. Kamuran TARIM
June 2022, 116 pages

Today's educational needs reveal the necessity of constructing the knowledge, skills and affective qualities of students in a way that keeps up with the collaborative, competitive and rapidly changing technology required by the age. It can be said that while teaching mathematical knowledge to students, the structure of mathematical knowledge should be taken into account in order to achieve meaningful learning. In addition, it is thought that students should have various competencies in order to be good problem solvers in daily life problems. It is also clear that students need to be emotionally enthusiastic in order to realize these efforts. In this context, it can be said that while reconstructing mathematics education, first determining the existing knowledge, competencies and attitudes of students and revealing the relations between these characteristics will be an appropriate guide in the decisions to be taken

The aim of this study is to determine whether the mathematical modeling competencies of secondary school students, their operational and conceptual approaches to problem solving, and their attitudes towards mathematics significantly predict each other, and if so, to what extent this prediction is. No study has been found in the literature that reveals the relationship between secondary school students' mathematical modeling competencies, their operational and conceptual approaches to problem solving, and their attitudes towards mathematics. In this respect, it differs from other studies in the literature.

In this study, the relational survey model, one of the quantitative research methods, was used as the research model. The sample of the study consists of 470 students studying in three secondary schools in Seyhan and Çukurova districts of Adana province, which were determined by proportional cluster sampling method. In the study, the "Attitude Scale Towards Mathematics" developed by Önal (2013) was used to determine students' attitudes towards mathematics, and a mathematical modeling competencies questionnaire and rubric developed by Tekin Dede (2017) were used to determine mathematical modeling competencies. In order to determine the operational and conceptual knowledge levels, the "Operational and Conceptual Approach to Problem Solving Belief Scale" developed by Özyıldırım Gümüş and Umay (2018) and adapted by the researcher for the secondary school level was used.

As a result of the research, it was determined that students' operational approaches to problem solving were higher than their conceptual approach levels, their mathematical modeling competencies were low, and they had moderately positive/negative attitudes towards mathematics. It was found that there is a statistically significant relationship between mathematical modeling competencies and the mean of operational and conceptual approaches to problem solving. Similarly, it was observed that there was a statistically significant relationship between attitude towards mathematics and its sub-factors, mathematical modeling competencies, and operational and conceptual approaches to problem solving. However, it was revealed that students' mathematical modeling competencies predicted their procedural and conceptual approaches to problem solving at a low level. Similarly, it was revealed that the sub-factors of attitude towards mathematics also predicted mathematical modeling competencies at a low level. It was also revealed that the sub-factors of attitude towards mathematics predicted the operational and conceptual approaches to problem solving at a moderate level.

Keywords: Mathematical modeling competencies, mathematics, secondary school, procedural knowledge, conceptual knowledge, attitude towards mathematics.

ÖN SÖZ

Araştırma sürecinde, çalışmalarımın bütün aşamalarında her zaman destek olan, anlayışla ve sabırla bana yardımcı olan değerli danışmanım sayın Prof. Dr. Kamuran TARIM'a katkıları, fedakâr tavırlarıyla beni bilgilendiren ve başarılı olmamı sağlayan değerli hocam Sayın Prof. Dr. Ayten İFLAZOĞLU SABAN'a, derslerindeki katkılarıyla yolumu aydınlatan Sayın Prof. Dr. Perihan DİNÇ ARTUT, katkılarından dolayı Sayın Dr. Öğrt. Üyesi Nuri Can AKSOY ve Sayın Doç. Dr. Ayten Pınar BAL'a teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim hayatımın her aşamasında yanımda olan annem Fadime UZ ve babam Ökkeş UZ'a, yaptığım bu çalışmamda bana olan desteğini benden esirgemeyen biricik eşim Özlem UZ'a varlığıyla hayatıma anlam katan sevgili kızım Bahar UZ'a ve kardeşlerime sonsuz teşekkürler. Araştırmaya katkısı olup adını burada anamadığım herkese teşekkür ediyorum.

Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Birimi tarafından araştırma için sağlanan, SYL-2020-12240 nolu proje araştırma desteğinden dolayı Üniversitem ve Araştırma Projeleri Birimi çalışanlarına teşekkür ediyorum.

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM III

YÖNTEM

BÖLÜM IV

BULGULAR

BÖLÜM V

TARTIŞMA VE YORUM

BÖLÜM VI

SONUÇ ve ÖNERİLER

KISALTMALAR

İKYİÖ: İşlemsel ve Kavramsal Yaklaşım İnanç Ölçeği

MEB: Milli Eğitim Bakanlığı

MMY: Matematiksel Modelleme Yeterliği

MYTÖ: Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği

TDK: Türk Dil Kurumu

TABLOLAR LİSTESİ

Sayfa

ŞEKİLLER LİSTESİ

EKLER LİSTESİ

BÖLÜM I

GİRİŞ

Bu bölümde araştırmanın problem durumu, amacı, alt problemleri ortaya konularak araştırmanın alanyazındaki önemi açıklanmıştır. Ardından araştırmanın varsayımları, sınırlılıkları ve tanımları sunulmuştur.

1.1. Problem Durumu

Günümüz dünyasında ortaya çıkan bilimsel gelişim ve değişim, kişilerin ihtiyaçlarının ve hayattan beklentilerinin değişmesine yol açmaktadır. Bu durum karşısında eğitimin de ilgisiz kalması mümkün görünmemektedir. İhtiyaçlardaki değişimler öğretme-öğrenme süreçlerini de etkilemektedir. Bireylerin gerçek yaşama hazırlanması gerekliliği okullarda farklı beceriler kazandırılarak donatılmasını kaçınılmaz hale getirmektedir. Bu durumda matematik eğitiminin hedefleri de gerçek yaşam ihtiyaçlarını karşılayacak ve karşılarına çıkacak problemleri çözebilecek yetilere sahip bireyler meydana getirmek olarak değişmiştir (Baki, 2008).

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB, 2018) matematik dersi öğretim programında matematiksel kavramları anlayabilen, bu kavramları günlük hayatında kullanabilen, problem çözme sürecinde kendi düşüncelerini ifade eden, başkalarının matematiksel akıl yürütmedeki eksikliklerini tespit edebilen bireyler yetiştirme amaçlarını ortaya koymuştur. Bu bağlamda ortaya konulan amaçlar bireyin günlük yaşamında ve gerçek hayat durumunda bir problem çözücü olarak yetiştirilmesi gerekliliğinin, matematik dersi öğretim programında temel becerilerden biri olarak, programın merkezinde olduğunu göstermektedir. Günlük hayatla ilişkili olan matematiğin, matematik eğitimi araştırmacıları tarafından nasıl görüldüğü önem arz etmektedir.

Çavuş Erdem ve Gürbüz (2019) birçok insan tarafından matematiğin, çoğunlukla gerçek yaşamdan uzak algoritma ve kurallardan oluşan yaşamdan kopuk bir bilim olarak düşünüldüğünü belirtmektedir. Hâlbuki bireyler tarafından farkında olmaksızın gerçek hayatta birçok durumda matematiğin kullanıldığını, doğadaki birçok varlığın özelliklerinin ve gizeminin matematiksel olarak açıklanabildiğini ve karşılaşılan birçok problemin matematiksel yollarla çözülebildiğini söylemektedir. Benzer şekilde Baki (2008) matematiğin sadece soyut kavramlar yığını olmadığını, fiziki dünyanın ve evrenin gerçeklerinden uzak belli kuralları olan oyun veya bir dil olarak üretilmediğini ifade etmektedir. Ancak insan zekâsının bir ürünü olarak akıl yürütme, varsayımlarda bulunma, mantıksal çıkarsamalarda bulunmanın matematiğe asıl kimliğini kazandırdığını söylemektedir. Bu bakımdan matematiğin günlük yaşamdan kopuk olmayan insan zekâsının bir ürünü olarak bütüncül düşünülmesi gereken bir bilim olarak kabul edildiği söylenebilir.

Günlük yaşam problemlerinin çözümlenmesinde bu kadar sıkı bağları olan matematiğin öğretme ve öğrenme süreçlerine nasıl dahil edilmesi gerekir? Ne tür etkinlikler uygulamalıyız? Sorularına cevap olarak litaratürde karşımıza çıkan etkinliklerden biri de matematiksel modelleme etkinlikleridir. Çavuş Erdem ve Gürbüz (2019) matematiksel modellemeyi gerçek dünyadaki problem durumlarını anlamak ve çözüme ulaştırmak için matematiği kullandığımız bir süreç olarak tanımlamaktadır. Ural (2018) ise matematiksel modellemeyi "Gerçek yaşam bağlamındaki problemin matematiksel olarak tanımlanıp, formüle edildiği ve matematiksel çözümün, problemin çözümü temelinde yorumlandığı bir süreç" olarak tanımlamaktadır. Bu tanımlardan ve açıklamalardan yola çıkarak matematiksel modelleme etkinlikleri ile öğrencilere gerçek yaşamlarıyla ilişkilendirerek oluşturulan problem durumu sunulması ve bu yolla matematiksel kavramlar kazandırılması mümkün görünmektedir. Böylece öğrencilerin gerçek yaşam durumu problemlerine çözümler üretmelerini, matematiksel düşünme becerisi kazanmalarını ve anlamlı öğrenmeler gerçekleştirmelerini sağlayacaktır. Matematiksel modelleme yapabilmek için bireyin sahip olması gereken bir kısım yeterlikler vardır. Bu yeterlikler bir çok kaynakta genel olarak problemi anlama, gerçek modelden matematiksel model kurma, problem üzerinde matematiksel olarak çalışma, sonuçları yorumlama ve doğrulama olarak sıralanabilir (Borromeo Ferri, 2006; Bukova Güzel vd., 2016; Tekin Dede, 2017; Ural, 2018). Matematik öğretiminde matematiksel modellemeyi kullanabilmek ve öğrencilerin modelleme süreçlerini gerçekleştirebilmesi için modelleme yeterliklerinin düzeylerinin belirlenmesi ve geliştirilmesi gerekir (Bukova Güzel vd., 2016). Ayrıca matematiksel modelleme etkinliklerinde gerçek hayat durumundan orataya çıkan problemin önemli kısımları alınarak matematik dünyasına taşınması, matematik dünyasında çözümlenmesi ve değerlendirilmesi ve gerçek dünya bağlamında yorumlanması gereken bir süreçtir. Problemin anlamlandırılması, matematik dünyasına aktarılması ve matematiksel olarak çözümlenmesi basamaklarında öğrencilerin sahip oldukları veya sahip olması gereken yeterliklerle birlikte ezbere dayalı olmayan, öğrenciler için anlamlı matematiksel bilgilerin olması kaçınılmaz görülmektedir. Anlamlı öğrenme gerçekleştirebilmesi için bireyin eski bilgileriyle yeni bilgiyi ilişkilendirmesi, onlarla karşılaştırması ve değerlendirilmesi gibi bilişsel süreçlerin işletilmesi gerekir. Böylece bilgi bireyin zihninde anlamlı ve kalıcı olmaktadır (Yanık, 2016). Bu bağlamda matematiksel bilginin yapısını ve öğrencilerin bilgi türlerinden hangisine yatkın olduğunu bilmek eğitimcilere matematik öğretim süreçlerinde yol gösterici olacağı düşünülmektedir. Bu açıdan öğrencilere matematiksel bilgiler öğretilirken anlamlı öğrenmeler gerçekleştirmek için matematiksel bilginin yapısının göz önünde bulundurulması gerektiği söylenebilir. Matematik toplumda işlemler, sayılar, semboller ve hesaplamalar olarak algılanan bir bilim olarak düşünülür, bu düşünce doğru olmakla birlikte büyük bir oranda eksik bir düşüncedir. Matematik işlemlerle olduğu kadar mantık, muhakeme ve problem çözme gibi karmaşık düşünsel süreçlerle uğraşır. Matematik eğitimi de düşünmeyi öğretmeyi ve zihni geliştirmeyi amaçlar (Özyıldırım Gümüş ve Umay, 2018). Matematik öğretimi yaparken günlük hayat problemleri sunmak ve bunları matematiksel kavramlarla ilişkilendirmek düşünmeyi öğretmeyi ve zihni geliştirmeyi belirli bir oranda sağlayabilir.

Matematiksel bilgi denildiğinde alanyazında karşımıza işlemsel ve kavramsal bilgi türleri çıkmaktadır. İşlemsel ve kavramsal bilgiyi Birgin ve Gürbüz (2009, s. 531) şu şekilde tanımlamaktadır:

> *Matematikte işlemsel bilgiden kasıt; matematik sembollerini ve gösterimlerini tanıma, kural ve formülleri bilme, verilen bir algoritmayı işlem basamaklarına uygun biçimde yürütebilme gibi becerileri gerektiren kavramaya dayanmayan tamamen mekanik bir bilgidir. Kavramsal bilgiden kasıt ise matematiksel kavramları sembolleştirebilme, onları farklı bir biçimde sunabilme, onlar arasında ilişki kurabilme ve gerekli işlemleri yapabilme gibi becerilerin oluşturduğu kavramaya dayalı bir bilgidir.*

Bu tanımlamadan da anlaşılacağı üzere işlemsel bilgi ile kavramsal bilgi arasında farklılıklar bulunmakla birlikte bu bilgi türlerini ayıran kesin çizgiler bulunmamaktadır. Bu durumu Baki ve Kartal (2004) işlemsel bilginin içerisinde kavramsal bilginin, kavramsal bilginin içinde işlemsel bilginin var olduğunu bu yüzden ikisinin de dengeli bir şekilde öğrencilere kazandırılması gerektiğini belirtmektedir. İşlemler, semboller ve hesaplamalar matematiksel problemlerin çözümünde sonuca gitmek için kullanılan araçlardır ve matematik yaparken mutlaka kullanılmalıdır ancak işlem bilgisi ilk kez karşılaşılan bir problem durumunun çözümünde çoğu zaman yeterli olmayabilir. Bu durumda gerekli olan matematiksel kavramların bilinmesidir. Skemp (1971) bir kavramla ilgili anlamanın gerçekleştirilebilmesi için eski bilgi ile yeni bilginin uzlaştırılması ve ilişkilendirilmesi gerektiğini ve bu durumda o kavramın anlam kazanacağını belirtmiştir. Öğrenciler gerçek yaşam durumundan seçilmiş problemlerle karşı karşıya bırakılırsa ve kendine ait bir bilgi edinme süreci yaşayacağı düşünülürse kavramsal anlamanın gerçekleşebileceği söylenebilir. Hiebert ve Lefevre (1986) kavramsal bilgiyi bir zincirin halkalarına benzetmiş, bu kavramlar tek başlarına bağımsız bir bütün olarak anlamlı aynı zamanda da birbirleri ile ilişkilendirilmiş bilgiler olarak birbirlerine bağlıdır. Her bir kavram anlamlandırıldığında bu kavram ağı da güçlenecek ve anlam kazanacaktır.Baki ve Kartal (2004) kavram bilgisinin artması diğer bilgi parçaları arasında bağların artmasıyla oluşur demektedir. Bu açıklamalardan hareketle kavram bilgisinin geliştirilmesi için bu bilgi bağlarını arttıracak ders ortamlarının hazırlanması gerektiği anlaşılmaktadır.

Matematiksel bilginin yapısı bakımından işlemsel ve kavramsal bilgi türleri ile matematiksel modelleme yeterlikleri gibi bilişsel becerilerin yanında duyuşsal özelliklerinde bir bütün olarak göz önünde bulundulması gerekmektedir. Duyuşsal özelliklerden biri de matematiğe yönelik olumlu tutum geliştirmektir. Tutum kişinin bir duruma, nesneye veya olaya karşı geliştirdiği olumlu ya da olumsuz tavırlar bütünüdür (Karakaş Türker ve Turanli, 2008). Benzer şekilde “Tutum belirli bir nesneye ilişkin tutarlı bir şekilde geliştirirlmiş olumlu ya da olumsuz öğrenilmiş tepki verme eğilimi olarak tanımlanabilir” (Fishbein ve Ajzen, 1975, s. 5). Matematik eğitiminde bireylerin matematik bilgi düzeyleri sahip oldukları problem çözme becerileri ve yeterliklerinin yanı sıra matematiğe yönelik olumlu tutumları matematik başarısı ve anlamlı öğrenmeyi arttıracağı düşünülebilir. Matematiğe yönelik tutum ile ilgili yapılan çalışmalar çoğunlukla matematik başarısı ve tutum arasındaki ilişkiyi ortaya koymak üzerinedir. Bu çalışmalarda matematiğe yönelik olumlu tutumların matematik başarısını olumlu yönde, olumsuz tutumların ise matematik başarısını olumsuz yönde etkilediği bulunmuştur (Ekizoglu ve Tezer, 2009; Güzel, 2004; Kanbolat vd., 2011; Kandemir, 2007; Yücel ve Koç, 2011). Tarım ve Dinç Artut (2016) matematik başarısı ve tutum arasında karşılıklı ilişki olduğunu, olumlu tutum geliştirelebilmesi için anlamlı öğrenme ve gerçekçi öğrenme ortamlarının oluşturulmasına özen gösterilmesi gerektiğini söylemektedir. Bu bağlamda matematiğe yönelik oluşturulan olumlu tutumun anlamlı öğrenme yönüyle kavramsal bilgiyle, gerçekçi öğrenme ortamları yönüyle matematiksel modelleme problemleri ile karşılıklı etkileşim içerisinde olması olası görülmektedir. Bu çalışmada bireylerin matematiği öğrenirken problem çözümlerinde işlemsel ve kavramsal yaklaşımlarının, matematiksel modelleme yeterliklerinin ve matematiğe yönelik tutumlarının karşılıklı etkileşim içerisinde olup olmadağını belirlemek araştırmaya değer bulunmuştur. Öğrencilerin sahip olduğu matematik bilgisinin yapısı, problem çözümündeki yeterlikleri, matematiğe yönelik duyuşsal özellikleri merak edilmiştir. Bu açıklamalar doğrultusunda problem durumu, ortaokul öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterlikleri düzeyinin, problem çözümünde işlemsel ve kavramsal yaklaşımlarının ve matematiğe yönelik tutumlarının karşılıklı etkileşimi var mıdır? olarak belirlenmiştir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı; Ortaokul öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterlik seviyelerinin, problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşımlarının ve matematiğe yönelik tutumlarının birbirlerini anlamlı olarak yordayıp yordamadıklarını, yorduyorlarsa ne düzeyde olduğunu belirlemektir.

1.3. Alt Amaçlar

Alt problemler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

1- Ortaokul öğrencilerinin
   -problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşımları,
   -matematiksel modelleme yeterlikleri,
   - matematiğe yönelik tutumları nasıldır?
2- Ortaokul öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterlik düzeylerine göre problem çözümünde işlemsel ve kavramsal yaklaşım ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?

3- Ortaokul öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterlikleri düzeyleri onların problem çözümünde işlemsel ve kavramsal yaklaşımlarını anlamlı bir şekilde yordamakta mıdır?
4- Ortaokul öğrencilerinin matematiğe yönelik tutum alt faktörleri (ilgi, kaygı, çalışma ve gereklilik) onların problem çözümünde işlemsel ve kavramsal yaklaşımlarını anlamlı bir şekilde yordamakta mıdır?
5- Ortaokul öğrencilerinin matematiğe yönelik tutum alt faktörleri (ilgi, kaygı, çalışma ve gereklilik) onların matematiksel modelleme yeterliklerini anlamlı bir şekilde yordamakta mıdır?

1.4. Araştırmanın Önemi

Matematik düşünmeyi geliştiren, olayları ilişkilendirerek anlamlandırmayı sağlayan bir düşünme sistemidir. Bu sebeple matematik eğitiminin sayıları, günlük hayatta kullanılan hesaplamaları öğretmekten daha farklı bir görevi vardır. Matematik kişiye, birey olarak herkesin sahip olduğu en özel yetenek olan düşünme ve anlama, olaylar arasında ilişki kurma, akıl yürütme, problem çözme gibi önemli beceriler sağlamaktadır (Umay, 2003).

Bireylere hazır bilginin aşılanmasından ziyade onların nasıl öğrendiği daha önemlidir. Bu sebeple bireyin öğrenme sürecinde sahip olduğu yaşantılar oldukça önemli bir yere sahiptir. Birey öğrendiği bilgileri zihinsel şemalar üzerine oturtur ve onları önceki yaşantıları çerçevesinde sorgular. Bireyin bilgiyi öğrendikten sonra o kavramı hatırlaması ve tanıması yeterli değildir. Ayrıca kavramın arkasında yatan gerçek anlamı öğrenmesi, diğer kavramlarla ilişkisini fark etmesi gerekmektedir. Bu durum anlamlı öğrenme ile mümkündür. Öğrencilerin anlamlı öğrenmeleri; bilgiyi farklı ortamlara transfer edebilmeleri ve çeşitli ifade formlarına dönüştürebilmeleri ile yakından ilgilidir. Bunun yanında günümüzde matematiğin yapısına uygun etkili bir öğrenmenin, kavramsal ve işlemsel bilgiler arasındaki ilişkileri destekleyen ve bilginin kullanılmasını kolaylaştıran ilişkisel öğrenme ile gerçekleştirilebileceği kabul edilmektedir (Olkun ve Toluk Uçar, 2004)

Matematik derslerinde uygulanan etkinliklerin gerçek yaşam durumlarını içermesi ve işlemsel-kavramsal bilgileri kazandırmasını sağlamak için matematiksel modelleme etkinlikleri kullanılabilir. Genel olarak matematiksel modelleme günlük hayat problemlerinin matematiğin özgün dünyasında matematiksel temsil biçimleriyle çözüme ulaştırma sürecidir (Barbosa, 2006; Blum, 2002; Blum ve Borromeo Ferri, 2009; Gravemeijer, 2002; Haines ve Crouch, 2007). Matematiksel modelleme öğrencilerin dünyayı daha iyi anlamasına, matematiksel yeterliklerinin ve matematiğe yönelik tutumlarının olumlu yönde gelişmesine katkıda bulunur (Blum ve Borromeo Ferri, 2009). Modelleme yeterlikleri matematiksel modelleme süreçlerini doğrudan etkileyen, modelleme sürecinin başarılı bir şekilde tamamlanmasını sağlayan temel olgudur. Matematiksel yeterliklerdeki eksiklikler modelleme sürecindeki zorlukları açıklamaktadır. Modelleme sürecinin başarıyla tamamalanabilmesi için modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi gerekmektedir (Çavuş Erdem vd., 2019). Bu bağlamda bireylerin matematiksel modelleme yapılabilmesi için modelleme yeterliklerinin tespitinin yapılması önem kazanmaktadır. Ayrıca Maaß (2006) yeterliklerin, yetenek ve becerileri kapsamasının yanında bireylerin bu yetenek ve becerileri günlük yaşantısında kullanmaya istekli olması gerektiğini belirtmektedir. Bu açıdan modelleme yeterliklerinin bilişsel yönden bilginin yapısıyla, duyuşsal yönden matematiğe yönelik tutum ile ilişkili olacağı düşünülmektedir. Ancak bu ilişkinin ne düzeyde olduğu ve istatistiksel açıdan anlamlı olup olmadığının belirlenmesi gerekmektedir. Bu ilişkilerin belirlenmesi öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal yönden matematiksel modelleme yeterlikleri, problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşımları ile matematiğe yönelik olumlu tutumlarının bir bütün olarak geliştirilmesinde yol gösterici olacağı düşünülmektedir. Literatür incelendiğinde matematiksel modelleme yeterlikleri, problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşımları ve matematiğe yönelik tutum ile ilgili yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu açıdan alan yazındaki diğer çalışmalardan ayrılmaktadır. Ortaya koyacağı bulgular açısından bu araştırmanın, literatürde yer alan boşluğa katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.5. Varsayımlar

Bu araştırmanın varsayımları şu şekildedir:

1. Çalışmanın yapıldığı örneklemin evreni temsil ettiği.
2. Çalışmaya katılan öğrencilerin yapılan etkinliklere katılımlarında ve veri toplama araçlarını objektif yanıtlarken, gerçek performanslarını sergiledikleri.

3. Veri toplama araçlarının belirlenen problemi ölçmeye yönelik yeterli düzeyde olduğu varsayılmaktadır.

1.6. Sınırlılıklar

Araştırma;

1. 2020-2021 eğitim öğretim yılında Adana ilinin iki merkez ilçesinde (Seyhan, Çukurova) öğrenim görmekte olan 470 ortaokul öğrencisi,
2. Araştırmada kullanılan problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım inanç ölçeği, matematiksel modelleme yeterlikleri testi ve matematiğe yönelik tutum ölçeği ölçme araçları,

ile sınırlıdır.

1.7. Tanımlar

Model: Kişilerin birçok öğeden oluşan sistem ve durumları kavrayabilmek, açıklayabilmek ve yorumlayıp düzenleyebilmek için zihinlerinde oluşturdukları kavramlar ve bu kavramların dış temsillerinin bütünüdür.

Matematiksel Model: Değişkenler arasındaki ilişkiler ve bu ilişkileri ifade eden formüller, grafikler veya tablolar.

Modelleme: Belirli durumlarda belirli amaçlar için temsili açıklamalar geliştirme sürecidir.

Matematiksel Modelleme: Günlük hayattan alınan bir problemin düzenlenmesi, ilişkilerin ortaya konması, çözülmesi ve çözümün problemin temelinde değerlendirilmesini kapsayan süreçtir.

Matematiksel Modelleme Yeterlikleri: Bireyin modelleme sürecini etkin bir şekilde yönetebilmesi için sahip olması gereken yetenek ve becerilerinin bütünüdür.

Matematikte Kavramsal Bilgi: İlişkiler açısından zengin, bağlantı ilişkilerinin, ayrık bilgi parçaları kadar belirgin olduğu bağlantılı bir bilgi ağıdır.

Matematikte İşlemsel Bilgi: Matematik problemlerini çözmek için kurallar, kalıplaşmış işlemler, matematiksel semboller ve gösterimleri manipüle etmek için oluşturulan reçeteler zinciridir.

Matematiğe Yönelik Tutum: Tutum belirli bir nesneye ilişkin tutarlı bir şekilde geliştirirlmiş olumlu ya da olumsuz öğrenilmiş tepki verme eğilimidir.

BÖLÜM II

KURAMSAL AÇIKLAMALAR VE İLGİLİ ÇALIŞMALAR

2.1. Kuramsal açıklamalar

Bu bölümde model ve modelleme, matematiksel modelleme, modelleme süreci, modelleme yeterlikleri, matematikte işlemsel ve kavramsal bilgi türleri ve matematikte tututum konularının kuramsal çerçevesi ve ilgili araştırmalar başlıklar halinde sunulmuştur.

2.2. Model ve Modelleme

Model ve modelleme kavramları çoğu zaman bir birinin yerine kullanılan kavramlardır. Ancak bu iki kavram birbirine benzemekle birlikte aslında farklıdır. Modelleme kavramı süreci ifade ederken model ise kullanılan araçlar, materyaller ve ortaya konan ürünler olarak düşünülmelidir. Modelleri pedagojik analojik modeller, ikonik ve sembolik modeller, ölçeklendirme modelleri, matematiksel modeller, teorik modeller, harita, tablolar ve diagramlar, simülasyonlar, zihinsel modeller, senteze dayalı modeller olarak sınıflandırabiliriz (Harrison ve Treagust, 2000). Bu sınıflandırmaların daha iyi anlaşılabilmesi için her sınıfa aşağıdaki gibi örnekler verebiliriz;

1) Pedagojik analojik modeller: Atom modelleri, hücre modelleri vb. küçük nesnelerin gözlenebilir hale getirilmesi için oluşturulan modeller.
2) Ölçeklendirme modeli: Mimaride kullanılan gerçek bir yapının ölçeklendirilerek küçültülmüş modelleri.
3) İkonik ve sembolik modeller: Eşitlikler, kimyasal formüller, kimyasal reaksiyoların sembolik modelleri.
4) Matematiksel modeller: Cebirsel ifadeler, matematiksel denklemler ve grafikler vb. örneğin bir yere varmak için harcanacak zamanı yolun hıza bölümü olarak “t=X/V” gösterdiğimiz eşitlik bir matematiksel modeldir. Matematiksel modeller daha fazla matematiksel yapının kullanıldığı gösterimlerde oluşturulabilmektedir.
5) Teorik modeller: Elektromanyetik kuvvet ve foton çizgilerinin analog temsilleri kinetik teorinin gaz hacmi, sıcaklık ve basınç açıklamaları gibi modeller.

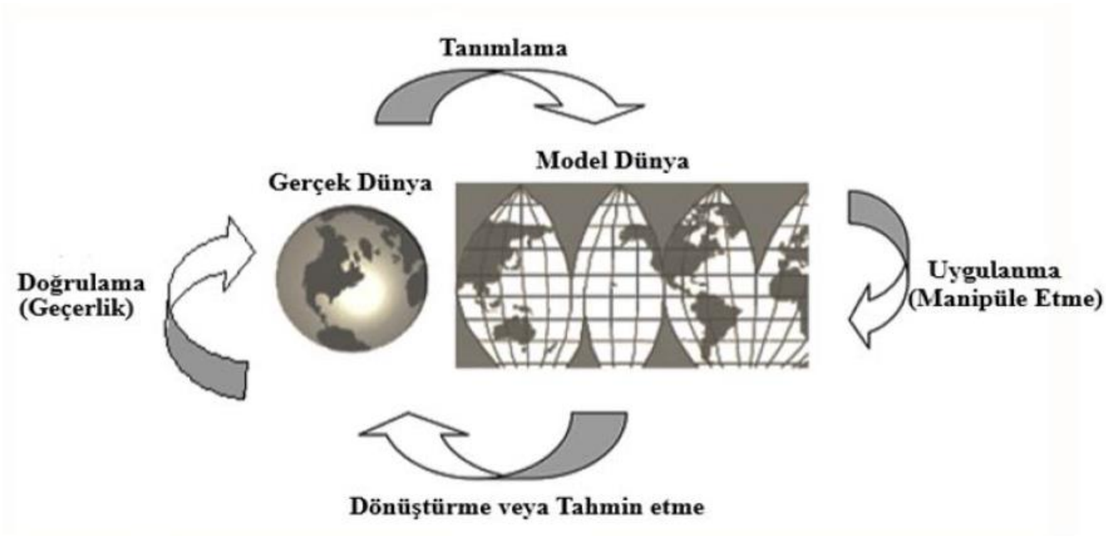
6) Simülasyonlar: Çoklu dinamik modellerdir. Kazalar, uçak uçuşu, nüfüs dalgalanmaları, nükleer tepkimeler gibi karmaşık süreçleri modeller.
7) Zihinsel ve senteze dayalı modeller: Zihinsel modeller kişilerin kavramlar ve ilişkiler için oluşturdukları öznel modellerdir. Öğrencilerin kabuklar, bulutlar, seviyeler ve yörüngelerden oluşan bir model dizisini sentezleyerek atomları öğrenmeleri senteze dayalı model, öğrencilerin elektron kabuklarının yumurta ve deniztarağı kabukları gibi koruyucu yapılar olduğuna ve elektron bulutunun elektronların gömülü olduğu bir matris olduğuna inanmaları zihinsel modellere örnek gösterilebilir (Harrison ve Treagust, 2000).

Yapılan araştırmalarda modeller için farklı sınıflamalarda yapılmıştır. Bunlardan birisi Gilbert, Boulter ve Rutherford (1998)'in yaptığı sınıflandırmadır. Bu sınıflandırmada modeller; görsel modeller, maddesel modeller, sözel modeller ve simgesel modellerdir. Görsel modeli tablo, diyagram ve şekillerden oluşan modeller, maddesel modeli bir cismin veya bir fiziksel nesnenin kullanıldığı modeller, sözel modeli sözlü ifadelerden oluşan modeller ve simgesel modelleri matematiksel denklemler ve ifadelerden oluşan modeller olarak açıklamaktadır. Görüldüğü üzere modellerin farklı boyutlarına vurgu yapılsada genel olarak, Lesh ve Doerr (2003) modelleri, kişilerin birçok öğeden oluşan sistem ve durumları kavrayabilmek, açıklayabilmek ve yorumlayıp düzenleyebilmek için zihinlerinde oluşturdukları kavramlar ve bu kavramların dış temsillerinin bütünü olarak açıklamaktadır. Bireyler matematikteki modelleri somut nesneler ve materyaller olarak algılamaktadır. Ancak matematikte modelleri somut nesneler olarak algılamak yanlış olur. Ural (2018) matematikte modeli değişkenler arasındaki ilişkiler ve bu ilişkileri ifade eden formüller, grafikler veya tablolar olarak ortaya koymuştur. Benzer şekilde Lesh ve Lehrer (2003) modellemeyi belirli durumlarda belirli amaçlar için temsili açıklamalar geliştirme süreci olarak açıklamaktadır. Oluşturulan modellerin belirli durumlarda belirli amaçlar için çözümlerin denendiği, düzenlendiği tekrarlı deneme ve düzeltme yapılarak ilerleyen ayrıca benzer yapısal durumlarda kullanılabilen çözümler üretilmeye çalışılan bir süreç olduğunu belirtmektedir.

2.3. CMatematiksel Modelleme

Matematiksel modelleme gerçek dünyadaki karmaşık durumları idealize ederek, matematik yardımı ile basitleştirerek çözülebilir bir yapıya ulaştırmaktır (Çavuş Erdem ve Gürbüz, 2019). Ural (2018) ise modellemeyi günlük hayattan alınan bir problemin düzenlenmesi, ilişkilerin ortaya konması, çözülmesi ve çözümün problemin temelinde değerlendirilmesini kapsayan bir süreç olarak tanımlamaktadır. Matematematiksel modelleme deneysel, teorik, simülasyon ve boyutsal-analiz modelleme olmak üzere dört çeşittir. Durumun matematiksel olarak çalışıldığı veri toplamaya gerek duyulmayan çeşidi teorik modellemedir. Deney yaparak verilerin toplandığı toplanan verilerle oluşturulan modelleme deneysel modellemedir. Veri toplamanın zor veya imkansız olduğu durumlarda olasılıkların genellikle bilgisayar yardımıyla simüle edildiği ve verilerin bu simülasyon sonucu elde edildiği modelleme simülasyon modellemedir. Fiziksel niceliklerin parçalara ayrılması sonucu oluşan parçaların gruplandırılarak arasındaki ilişkilerin ortaya çıkarıldığı modelleme boyutsal-analiz modellemedir (Berry ve Houston, 1995; akt. Ural, 2018).

Matematiksel modellemenin sınıflandırılmasının yanında matemtiksel modelleminin gerçek hayat problemleri bağlamında döngüsel bir süreç olarak açıklandığı görülmektedir. Bu matematiksel modelleme sürecini açıklamak için Lesh ve Doerr (2003) tarafından yapılan çalışmada gerçek dünya ile matematik dünyası arasında olan ilişki dört basamak altında ortaya konulmuştur. (Bkz. Şekil 1)



Şekil 1. Lesh ve Doerr Matematiksel modelleme süreci (Lesh ve Doerr, 2003)

Ortaya konan bu modelleme süreci dört adımlı döngüsel bir süreçtir ve bu sürecin adımları şu şekildedir:

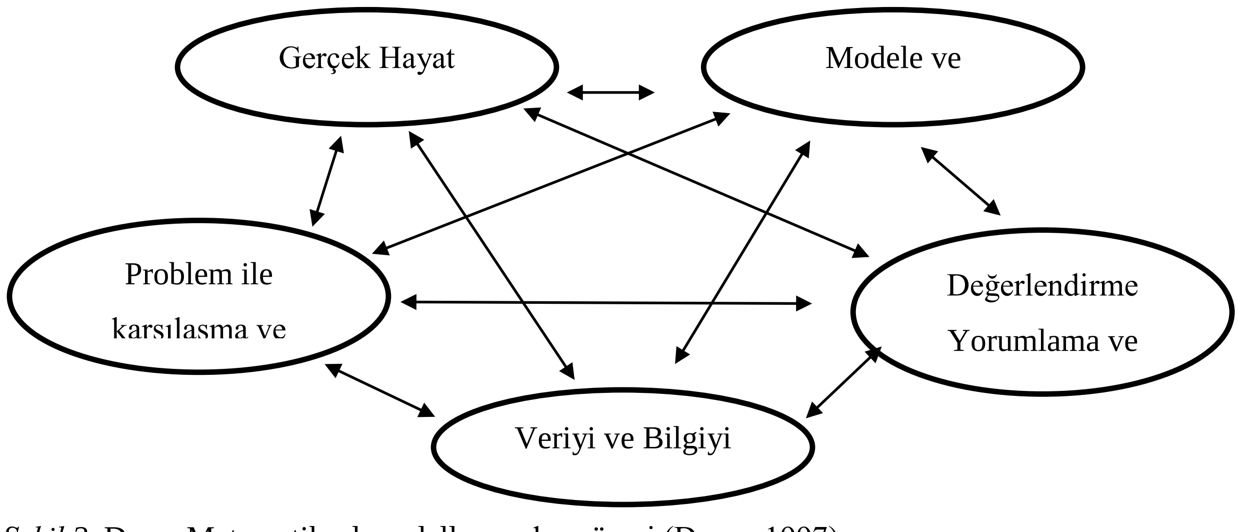
Tanımlama: Birey gerçek dünyada var olan durumla matematik dünyası arasındaki bağı kurmaya çalışır. Gerçek dünya problemini anlamaya çalıştığı, gerekli ve gereksiz değişkenleri belirleyip matematiksel olarak yorumlayarak matematik dünyasına geçiş yaptığı aşamadır.

Uygulama (Manipüle Etme): Gerçek dünyadan matematik dünyasına seçilip alınan bilgilerle ilgili matematiksel yapılar oluşturulur ve bu yapılarla matematiksel işlemler yapılarak matematiksel ilişkiler kurulur. Matematiksel bilgi ve beceriler kullanılarak oluşturulan model çözülmeye çalışılır. Amaç problem çözümünde matematiksel özellikleri ve parametreleri ortaya koymaktır.

Dönüştürme veya Tahmin Etme: Oluşturulan model gerçek dünyaya uygulanır. Bu sınama sonucunda problemin çözümü için oluşturulan yapının gerçek dünya problemi temelinde anlamlı sonuçlar elde edilip edilmediği değerlendirilir.

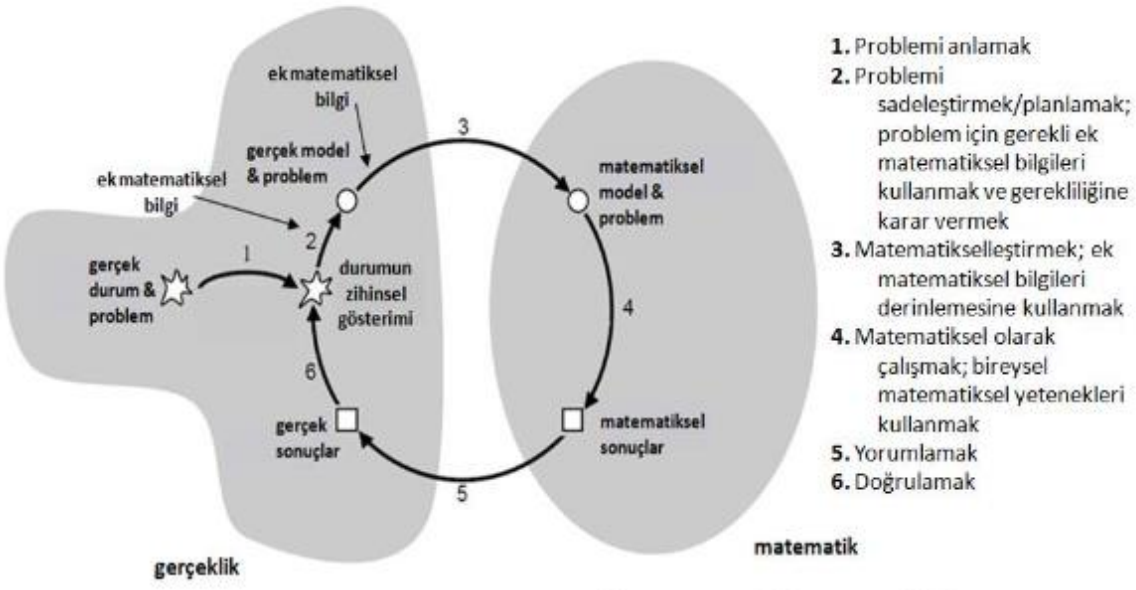
Doğrulama (Geçerlik): Matematiksel modelin gerçek dünyadaki problem için kullanışlılığı ve doğruluğunun değerlendirildiği, işlerliğin sorgulandığı, sonuçların anlamlı ve geçerli olup olmadığının doğrulandığı aşamadır. (Lesh ve Doerr, 2003).

Matematiksel modelleme döngüsünü farklı araştırmacılar farklı açılardan incelemiştir. Modelleme sürecinin basamakları arasındaki geçişlerin belirli bir sırayla olması gerekmediğini ancak her basamağın bir biriyle ilişkili olduğunu ortaya koyan Doerr (1997) her bir basamaktan diğerine geçişleri Şekil 2'deki gibi ortaya koymuştur.



Şekil 2. Doerr Matematiksel modelleme akış süreci (Doerr, 1997)

Borromeo Ferri (2006) çalışmasında matematiksel modelleme döngüsünü bilişsel süreçleri içerecek şekilde ve gerçek dünya ile modelleme dünyasını birinden kesin çizgilerle ayırarak Şekil 3'teki gibi görselleştirmiştir.



Şekil 3. Bilişsel döngü olarak matematiksel modelleme süreci (Borremeo Ferri, 2006)

Borremeo Ferri (2006) matematiksel modelleme döngüsünde aşamalar şunlardır:

1. Gerçek durum
2. Durumun zihinsel gösterimi
3. Gerçek model
4. Matematiksel model
5. Matematiksel sonuçlar
6. Gerçek sonuçlar

Birinci aşamada gerçek durum problemlemi tanımlanır. Gerçek durum probleminin tanımlanmasından sonra problemin çözümü için bir kelime modeli oluşturulur. İkinci aşamada bu kelime modeli kullanılarak matematiksel model oluşturulmaya çalışılır. Problemin çözümü için kişilerden, internet veya basılı kaynaklardan, yapılan deneylerden, simülasyonlardan veriler elde edilir. Oluşturulan zihinsel model gerçek problem durumunun sadeleştirilmiş, problemin önemli değişkenleri belirlenmiş, yapılandırılmış ve netleştirilmiş halidir. Üçüncü aşamada ekstra matematiksel bilgiler kullanılarak matematik dünyasına geçiş yapılır. Matematiksel kavramların temel fikirleri doğrultusunda gerçek model cebirsel ifadelerle, sembollerle temsil edilir ve matematiksel modele dönüştürülür. Borremeo Ferri (2006) bu geçiş için yeterli matematiksel bilgiye sahip olunması gerektiğini belirtir. Dördüncü aşamada matematiksel olarak çalışılarak çözümler yapılır ve matematiksel sonuçlara ulaşılmaya çalışılır. Beşinci aşamada ulaşılan bu sonuçlar yorumlanarak gerçek yaşamla karşılaştırılır. Elde edilen bu sonuçlar gerçek probleme çözüm olacak şekilde genellikle sözel olarak bazende tablo, grafik ve şekillerle ifade edilerek yorumlanır. Altıncı aşamada sonuçların doğrulugu, akla yatkın olup olmaması, oluşturulan modelin işlerliği, genellenebilirliği, uygunluğu kontrol edilip sunulur. Ayrıca Bornemeo Ferri (2006) diğer modelleme döngülerinden farklı olarak sunma kısmında öğrencilerin yoğun bilişsel faliyetler göstereceğine vurgu yapmış ve modelleme süreci kapsamında değerlendirmiştir. Matematiksel modelleme sürecindeki bilişsel süreçleri yapılan araştırmadan yola çıkarak (Bukova Güzel vd., 2016) aşağıdaki Tablo 1'deki gibi açıklamışlardır.

Tablo 1.

Öğrencilerin Modelleme Sürecindeki Bilişsel Eylemleri

Karmaşık Gerçek Yaşam Durumu → Gerçek Yaşam Problem Durumu
-Problem durumunu açıklama.
-Basitleştirilmiş varsayımlarda bulunma.
-Stratejik etkenleri saptama.
-Stratejik etkenlerin doğru elemanlarını belirleme.
Gerçek Yaşam Problem Durumu → Matematiksel Model
-Cebirsel modelin içereceği bağımlı ve bağımsız değişkenleri belirleme.
-Bağımsız değişkenleri birbirine karıştırmayacak şekilde tanımlama.
-Elemanları matematiksel olarak kullanılabilir formüllerle temsil etme.
-Bağlantılı varsayımlarda bulunma.
-Hesaplamaya olanak sağlayan matematiksel tabloyu ve teknolojiyi seçme.
-Formülü çoklu durumlara uygulayabilmek için uygun tekniği seçme.
-Modelin grafiksel gösterimini seçmek için uygun teknolojiyi seçme.
-Cebirsel denklemi doğrulamak için uygun teknolojiyi seçme.
-Bir grafiği algılama, cebirsel bir denklemi doğrulamak adına fonksiyon grafiklerinde kullanma; fakat veri çizicilerinde kullanamama.

Matematiksel Model → Matematiksel Çözüm

-Uygun formülü uygulama.

-Daha komplike bir fonksiyon elde edebilmek için sembolik formülleri kullanarak cebirsel basitleştirme sürecinde bulunma.

-Çoklu durumlara göre fonksiyon işlevselliğini otomatik olarak sağlamak için uygun teknolojiyi kullanma.

-Hesaplamayı yapmak için matematiksel tabloları veya teknolojiyi kullanma.

-Grafiksel gösterimi üretmek için matematiksel tabloları veya teknolojiyi kullanma.

-Grafiksel gösterimi üretmek için teknolojiyi kullanma.

-Matematiksel veya teknolojik notasyonları ve geçişleri doğru bir şekilde yapma.

-Teknoloji kullanarak cebirsel modeli doğrulama.

-Çözümlerin yorumlanmasına olanak sağlayan toplumsal sonuçları elde etme.

Matematiksel Çözüm → Modelin Gerçek Yaşamdaki Anlamı

-Matematiksel sonuçları gerçek yaşamdaki karşılıklarıyla birlikte tanımlama.

-Geçici ve nihai matematiksel sonuçları gerçek yaşam durumu açısından irdeleme.(rutinlikten karmaşıklığa geçiş)

-Yorumları doğrulamak için tartışmaları bütünleştirme.

-Yeni bir yorumu destekleyen sonuçları üretmek için önceki sınırlandırmaları yumuşatma.

-Yorumlayıcı bir soru yöneltmeden önce matematiği dahil etme ihtiyacının farkında olmak.

Modelin Gerçek Yaşamdaki Anlamı → Modelin Revize Edilmesi veya Çözümün Kabul Edilmesi

-Beklenmedik sonuçlarla gerçek durumu uzlaştırma.

-Matematiksel sonuçların olası gerçek dünya etkilerini dikkate alma.

-Problemin matematiksel ve gerçek dünya yönlerini uzlaştırma.

-Geçerli bir çözüm için kabul edilebilir kısıtlamaların yumuşatılmasının bir sınırının olduğunun farkına varma.

-Modelin ayrıntılı sonuçlarının gerçek dünya yeterliğini dikkate alma.

(Bukova Güzel vd., 2016)'dan alınmıştır.

Matematiksel modelleme süreci ve bu süreçte ortaya çıkan bilişsel yapılar ve bunların açıklamaları gerçek yaşam ile matematiğin yoğun bir etkileşimi olduğunu ortaya çıkarmaktadır (Bukova Güzel vd., 2016). Matematiksel modellemenin tanımlanmasına olanak sağlayan bu teorik modellerin matematiksel modelleme çalışmaları yapacak kişilere yol gösterici olacağı düşünülmektedir (Kertil vd., 2016).

2.4. Matematiksel Modelleme Yeterlikleri

Matematiksel modelleme süreçlerinin başarıyla tamamlanabilmesi için modelleme yeterliklerine ihtiyaç vardır. Öğrencilerin süreçte modelleme yeterliklerini kullanması gerekir (Tekin Dede ve Yılmaz, 2015). Yeterlik kavramını daha iyi anlayabilmek için bu kavramın ilişkili olduğu yetenek ve beceri kavramlarının açıklanması gerekir. Türk Dil Kurumu (TDK, 2011) yeteneği, bir kimsenin birşeyi anlama veya yapabilme niteliği, kalıtıma dayanan ve öğrenmesini çerçeveleyen sınır. Beceriyi, yatkınlık ve öğrenime bağlı olarak bir işi başarma ve bir işlemi amaca uygun olarak sonuçlandırma yeteneği. Yeterliği, yeterli olma durumu ve bir işi yapma gücünü sağlayan özel bilgi, ehliyet, yeterlik veya işi yerine getirme gücü olarak tanımlamaktadır. Tekin Dede (2015) yeteneği bireyde var olan nitelikler ve güç, beceriyi eğitime dayalı olarak bir işi amaca ulaştırmayı sağlayacak şekilde yeteneklerin örgütlenmesi, yeterliği ise bir işi yapmada gerekli olan donanıma sahip olmak olarak özetlemiştir. Yeterlik, yetenek ve becerileri kapsar ve bununla birlikte bireyin bunu gerçek yaşamda kullanmasını, istekli olmasını ve üstbilişsel becerilere sahip olmayı içerir (Maaß, 2006). Matematiksel yeterlik, matematiğin kullanıldığı durumlarda matematiği anlama, yorumlama, muhakeme etme yeteneği ve bu yeteneği kullanma isteğidir (Niss, 2003). Bireyin modelleme sürecini etkin bir şekilde yönetebilmesi için sahip olması gereken yetenek ve becerilerinin bütünü matematiksel modelleme yeterlikleridir (Maaß ve Mischo, 2011).

Modelleme yeterlikleri modelleme sürecinin basamaklarıyla bağlantılıdır. Araştırmacılar modelleme süreçlerindeki bakış açılarıyla modelleme yeterliklerini açıklamaktadır (Bukova Güzel vd., 2016). Ludwig ve Xu (2010) yaptıkları çalışmada matematiksel modelleme yeterliklerini Blum ve Leiss (2005)’in oluşturduğu Borromeo Ferri (2006)’nin bilişsel aşamaları ekleyerek açıkladığı matematiksel modeleme döngüsünden (Bkz. Şekil 3) yararlanarak ardışık altı seviyede tanımlamışlardır bu seviyeler ve bunların matematiksel modelleme döngüsündeki geçişlerde ortaya çıkan karşılıkları şu şekildedir:

• Seviye 0: Öğrenci durumu anlamamıştır ve problem hakkında somut bir şey çizemez veya yazamaz. Matematiksel modelleme döngüsünde birinci adımdaki problemi anlama durumundan önceki duruma karşılık gelir.

• Seviye 1: Öğrenci yalnızca verilen gerçek durumu anlar, ancak durumu yapılandıramaz ve basitleştiremez veya herhangi bir matematiksel fikirle bağlantı kuramaz. Matematiksel modelleme döngüsünde problemi anlama ile problemi sadeleştirmek arasındadır.

• Seviye 2: Öğrenci, verilen gerçek durumu inceledikten sonra yapılandırma ve sadeleştirme yoluyla gerçek bir model bulur ancak bunu matematiksel bir probleme nasıl aktaracağını bilemez (gerçek durumla ilgili bir tür kelime problemi yaratır). Matematiksel modelleme döngüsünde problemi sadeleştirmeye karşılık gelir.

• Seviye 3: Öğrenci sadece gerçek bir model bulmakla kalmaz, aynı zamanda onu uygun bir matematik problemine çevirir, ancak onunla matematik dünyasında net bir şekilde çalışamaz. Matematiksel modelleme döngüsünde matematiksel modelin oluşturulmasına karşılık gelir.

• Seviye 4: Öğrenci, gerçek durumdan bir matematik problemini seçebilmekte, bu matematik problemi ile matematik dünyasında çalışabilmekte ve matematiksel sonuçlara ulaşabilmektedir. Matematiksel modelleme döngüsünde matematiksel sonuçlara karşılık gelir.

• Seviye 5: Öğrenci, matematiksel modelleme sürecini deneyimleyebilir ve verilen durumla ilgili olarak bir matematik probleminin çözümünü doğrulayabilir. Matematiksel modelleme döngüsünde , yorumlama ve doğrulama adımlarına karşılık gelir ve böylece öğrenci tam bir modelleme döngüsü yapmış olur.

Maaß (2006) matematiksel modelleme yeterliklerini Blum ve Kaiser (1997)'in matematiksel modelleme yeterlikleri çerçevesinde ana ve alt yeterlikler olarak açıklamıştır. Buna göre bir matematiksel modelleme sürecini uygun bir şekilde sürdürebilmek ve tamamlayabilmek için gerkli olan yeterlikler ve alt yeterlikler Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2.

Matematiksel Modelleme Yeterlikleri ve Alt Yeterlikler

Yeterlik	Alt Yeterlikler
Gerçek sorunu anlama ve gerçeğe dayalı bir model kurma yeterlikleri.	• Problem için varsayımlarda bulunmak ve durumu basitleştirmek, • Durumu etkileyen nicelikleri tanımak, onları adlandırmak ve temel değişkenleri belirlemek, • Değişkenler arasındaki ilişkiler kurmak, • Mevcut bilgileri aramak ve ilgili ve alakasız bilgiler arasında ayrım yapmak.
Gerçek modelden matematiksel model oluşturabilme yeterlikleri.	• İlgili miktarları ve bunların ilişkilerini matematikleştirme , • Gerekirse ilgili miktarları ve bunların ilişkilerini basitleştirme ve bunların sayısını ve karmaşıklığını azaltma, • Uygun matematiksel gösterimleri seçmek ve durumları grafiksel olarak temsil etmek.
Bir matematiksel model içinde matematiksel soruları çözme yeterlikleri.	• Problemi parça problemlerine bölme, benzer veya analog problemlerle ilişkiler kurma, problemi yeniden ifade etme, problemi farklı bir biçimde görme, miktarları veya mevcut verileri değiştirme vb. gibi buluşsal stratejiler kullanma, • Problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanmak.
Gerçek bir durumda matematiksel sonuçları yorumlama yeterlikleri.	• Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama, • Özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleştirmek, • Uygun matematiksel dili kullanarak bir problemin çözümlerini görmek ve/veya çözümler hakkında iletişim kurmak.
Çözümü doğrulamak için yeterlikler.	• Bulunan çözümleri eleştirel olarak kontrol etme ve yansıtma, • Modelin bazı bölümlerini gözden geçirmek veya çözümler duruma uymuyorsa modelleme sürecinden tekrar geçmek, • Sorunu çözmenin diğer yollarını veya çözümlerin farklı şekilde geliştirilip geliştirilemeyeceğini düşünmek, • Modeli genel olarak sorgulamak.

(Maaß, 2006)'dan alınmıştır.

Öğrencilerin matematiksel modelleme sürecini tamamlayabilmeleri için gereken Tablo 2'deki modelleme yeterliklerine ek olarak Kertil vd. (2016) öğrencilerin üstbilişsel, duyuşsal ve sosyal yeterliklere sahip olması gerektiğini beliretmektedir. Kertil vd. (2016) bu yeterlikleri Maaß (2006)'ın yaptığı çalışmadan uyarlayarak şu şekilde açıklamaktadır:

- Üstbilişsel yeterlik, öğrencilerin kendi matematiksel modelleme süreçleri hakkında iç görüye sahip olmaları ve süreçin sürdürülmesi için gereken bilişsel davranışlarının farkında olmalarıdır. Ayrıca öğrenciler modelleme sürecini ilerletirken sonuca ulaşmayı engelleyecek hatalar yapabilirler, çalışmalarını tamamlamadan sonlandırabilirler veya sonuca ulaştıracak çözümlerden uzaklaşarak yönlerini kaybedebilirler. Bu durumlarda gerçek yaşam problemi çerçevesinde gerekli düzenleme ve değerlendirme yapabilmeleri gerekir. Yaptıkları düzenleme ve değerlendirmelerle sonuca ve hedefe ulaşabilirler buna sonuca ve hedefe yönelik çalışabilme yeterliği denir ve bu yeterlik üstbilişsel yeterliğin bir alt yeterliğidir.
- Duyuşsal yeterlik, öğrencilerin modelleme problemlerine yönelik olumlu tutumlarının olması, çözümleri bulmaya istekli olmaları ve buldukları çözümlere değer vermeleridir.
- Sosyal yeterlik, öğrencilerin çözüme ulaşmak için kullandıkları yöntemleri ve problem durumu için oluşturdukları modelleri grup içinde veya dışında delillere dayandırarak savunabilme, sunabilme ve yazılı olarak raporlaya bilmeleridir.

Matematiksel modelleme yeterliklerini tanımlayan bu çalışmaların yanı sıra matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmeye yönelik çalışmalarda bulunmaktadır. Matematiksel modelleme etkinliklerinden faydalanmak matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişmesini sağlar (Blomhøj ve Kjeldsen, 2006). Modelleme yeterliklerin geliştirilmesi ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde bir yeterlik ve onun alt yeterliklerini geliştirme amaçlı yaklaşım kısmi (mikro) yaklaşım veya tüm yeterlikleri geliştirmek amaçlı yaklaşım bütüncül (makro) yaklaşım olarak ikiye ayrılmaktadır (Çavuş Erdem vd., 2019). Matematiksel modelleme problemleri seçilirken modelleme yeterliklerini geliştirmek için dikkat edilmesi gereken nokta öğrenci ihtiyaçlarıdır. Bu ihtiyaçlara göre kimi zaman kısmi kimi zaman bütüncül kimi zamanda her iki yaklaşımı barındıran karma yaklaşım benimsenmelidir (Bukova Güzel vd., 2016). Öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmek için önerilen yöntemlerden biri onlara modelleme süreci hakkında bilgi vermek ve modelleme sürecinin basamaklarından haberdar etmektir. Modelleme süreci hakkında bilgi sahibi olmanın modelleme yeterliklerini geliştirdiğini rapor eden çalışmalar mevcuttur (Blum ve Borromeo Ferri, 2009; Galbraith, 2012; Ji, 2012; Kaiser, 2007; Mehraein ve Gatabi, 2014).

2.4.1. Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Ölçme ve Değerlendirilmesi

Matematiksel modelleme yeterliklerin geliştirilmesi için benimsenen bütüncül ve kısmi yaklaşım, modelleme yeterliklerinin ölçme ve değerlendirilmesinde de benimsenen temel yaklaşımlardır (Frejd, 2013; Houston, 2007). Bütüncül yaklaşımda modelleme yeterliklerinin ve alt yeterliklerin tamamının ölçülmesi ve değerlendirilmesi benimsenirken, kısmi yaklaşımda bazı yeterliklerin ve onların alt yeterliklerinin ölçülmesi ve değerlendirilmesi benimsenmektedir. Literatür incelendiğinde matematiksel modelleme yeterliklerinin ölçme ve değerlendilmesinde yazılı testler, projeler, uygulamalı testler, portfolyo ve yarışmalar kullanıldığı görülmektedir (Frejd, 2013). Örneğin proje değerlendirmede öğrenciler yazılı raporlarını hazırlar ve sözlü sunumlarını yaparlar. Öğrenciler Maaß (2006)'ın ortaya koyduğu bir matematiksel modellemeyi sürdürebilme ve tamamlayabilme yeterlikleri ve alt yeterliklerinin yanı sıra iletişim kurma ve modellerini tartışma sosyal yeterliklerini de sergilerler. Böylece bütüncül bir yaklaşım ile modelleme yeterliklerini ölçmek ve değerlendirmek mümkün olur.

Jensen (2007) matematiksel modelleme yeterliğini incelerken ve değerlendirirken göz önünde bulundurulması gereken üç öğeden (kapsama derecesi, faaliyet alanı ve teknik seviye) bahsetmektedir. Bunlar:

1. Kapsama derecesi, modelleme aşamalarının tamamında faaliyet gösterebilme yeterliğidir. Bütün bir modelleme sürecine hakim olup matematiksel model oluşturabilen bir kişi, gerçekleştirilmiş matematiksel modelleme sürecini tekrarlayan bir kişiden daha fazla kapsama derecesine sahiptir. Başka bir deyişle matematiksel modelleme sürecinin her aşamasında yeterlik gösteren bir kişi, sadece model sonuçlarını değerlendirebilen bir kişiden daha yüksek kapsama derecesine sahiptir.

2. Faaliyet alanı, bireyin yeterliğini kullanabilme çeşitliliğini gösterir. Bir kişinin günlük alışveriş durumlarında en uygun alışveriş tercihi modelleri geliştirme ve kullanma konusunda çok yetkin olması, tasarım sorunları söz konusu olduğunda aynı yetkinliği göstermesini garanti etmez ya da birey istatistik ve analiz türünden modellemede yeterliyken, geometrik tasarımda olmayabilir.
3. Teknik seviye, kişinin kullanabildiği kavramsal matematik bilgisinin gelişmişlik seviyesidir. Kişinin ne tür matematik bilgilere sahip olduğunu, gerçek yaşam probleminin çözümünde bu bilgileri nasıl kullanabileceğini ve matematiği kullanmada ne kadar esnek olduğunu ele alır. Bir matematiksel modeli cebirsel temsillerle ifade eden birinin teknik seviyesi aritmetik temsillerle ifade eden birine göre daha yüksektir.

Bu üç boyutlu, analitik kavramsal çerçevenin kullanılması matematiksel modelleme yeterliklerinin ölçme ve değerlendirilmesinde bütüncül bir bakış açısı sağlamaktadır. Bir öğrencinin modelleme yeterliklerinin seviyeleri bu üç boyutta farklı değerler alabilir. Yeterlikleri değerlendirirken bu üç boyutun ayrı ayrı yorumlanması gerekmektedir (Jensen, 2007).

Alanyazın incelendiğinde matematiksel modelleme yeterlikleri ile problem çözme becerilerini karşılaştıran çalışmalar vardır. Matematiksel modelleme gerçek durumu matematiksel bir probleme dönüştüren, probleme çözüm arayan ve problemi başlangıçtaki gerçek yaşam problemine göre yorumlayan aşamaları içermektedir (Cirillo vd., 2016; Lesh ve Doerr, 2003; Maaß, 2006). Han ve Kim (2020) matematiksel modelleme yeterlikleri ile problem çözme becerileri arasında sıkı bir ilişkinin olduğunu belirtmektedir. Matematiksel modelleme yeterlikleri ile problem çözme becerileri arasında bazı farklılıklar da bulunmaktadır. Matematiksel modelleme problemi ortaya koymanın yanında problem çözmeyi gerektiren bir süreçtir, fakat matematiksel problem çözme becerileri gerçek hayat durumları veya saf matematiksel problemleri içerebilmektedir (Kim, 2012). Diğer bir açıdan matematiksel problem çözme becerileri öğrencilere matematiksel kavramlar ve formüller öğretildikten sonra kazandırılırken, modelleme yeterlikleri modelleme yoluyla kazandırılmaya çalışılır (Lesh ve Zawojewski, 2007). Han ve Kim (2020) çalışmalarında bu karşılaştırmalardan yola çıkarak, matematiksel modelleme yeterliklerini ve problem çözme becerilerini birbirleri yerine kullanılabileceğini değerlendirmiş, modelleme yeterliklerinin problem çözme becerilerini içerdiğini belirtmiştir. Tablo 3'te problem çözme becerileri ile matematiksel modelleme yeterliklerinin birbirine karşılık gelen basamaklar sırayla sunulmuştur.

Tablo 3.

Problem Çözme Becerilerinin Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Karşılıkları

Problem çözme becerisi	**Matematiksel modelleme yeterliğindeki karşılığı**
• Verilenleri belirleme ve sadeleştirme,	• Gerçek sorunu anlama ve gerçeğe dayalı bir model kurma,
• Hedefi belirginleştirme ve problemi formülleştirme,	• Gerçek modelden matematiksel model oluşturabilme,
• Çözüm için oluşturulan planı uygulama,	• Bir matematiksel model içinde matematiksel soruları çözme,
• Sonucun doğruluğunun kontrol edilmesi becerileri.	• Gerçek bir durumda matematiksel sonuçları yorumlama, çözümü doğrulama yeterlikleri.

Problem çözme becerileri Özsoy (2005)'den matematiksel modelleme yeterlikleri Maaß (2006) alınarak uyarlanmıştır.

Bu bağlamda problem çözme becerileri yüksek olan kişilerin matematiksel modelleme yeterliklerinin de yüksek olacağı düşünülmektedir.

2.5. Matematiksel Modelleme, Modelleme Yeterlikleri ve Yeterliklerin Değerlendirilmesi ile İlgili Çalışmalar

Bu bölümde alan yazında karşılaşılan matematiksel modelleme, modelleme yeterlikleri ve modelleme yeterliklerin değerlendirilmesi üzerine yapılmış çalışmalardan örnekler sunulmuştur. Yapılan çalışmaların sayısı çok fazla olduğu için bu araştırma için önemli görülen çalışmalara yer verilmiştir.

Harrison ve Treagust (2000) çalışmalarında modelleri sınıflayıp açıklamışlardır. Öğretmenlere modelleme yaparken Odaklanma, Eylem ve Yansıtma yönlerini içeren bir yaklaşımın kullanılmasını önermektedir. Kavramın zorluğuna, öğrencilerin hazır bulunuşluğuna dikkat ederek ders öncesi planlama yapmayı odaklanma olarak tanımlamaktadır. Modelin ders içi sunumu sırasında tanıdık modellerin kullanılması öğrenci ve öğretmenlerin ortaklaşa paylaştıkları veya paylaşmadıkları model niteliklerini haritalandırmayı eylem olarak tanımlamaktadır. Yansıtmayı ise ders sonrası değerlendirme olarak tanımlamaktadır. Öğrencilerini bilimsel modelleme yapmaya teşvik edilmelerini, fen derslerinde çoklu modelleri kullanmalarını tavsiye etmekte, böylece kavramsal öğrenmelerin kolaylaşacağını belirtmektedir. Öğretmenlere, öğrencileri daha karmaşık ve zor modellere, basitten karmaşığa doğru kademeli olarak yönlendirerek modelleme becerilerini geliştirecek şekilde modelleri sıralamalarını tavsiye etmektedir.

Doerr (1997) bilgisayar tabanlı simülasyon ve analiz araçlarıyla bütünleştirilen modelleme süreci için teorik çerçeve geliştirme çalışması yapmıştır. Bir ortaokul sınıfında eğik hareketteki kuvvetleri araştırmayı içeren dört görevden oluşan müfredat ünitesi oluşturup uygulamıştır. Üç öğrenciden oluşan grubun çalışmalarında deney, simülasyon ve analiz arasındaki bağları ortaya koymuş, öğrencilerin varolan model üzerinde çalışması ile daha eksiksiz bir model oluşturduklarını, farklı temsiller kullanarak modeli geliştirdiklerini tespit etmiştir. Öğrencilerin geleneksel öğretim yöntemlerinin uygulanmasına, rutin ders kitabı alıştırmaları yapmalarına, formülleri veya çözüm yöntemlerini ezberlemelerine oranla modelleme yapabilmek için daha çok zamana ihtiyaç duyduklarını ortaya koymuştur. Ancak öğrenciler daha az kavrama dayalı derinlemesine araştırmalara odaklanırken problem çözme becerileri kazanma olasılıklarının arttığını ve daha çok kavramsal bilgi kazanımlarının olduğunu tespit etmiştir.

Tekin Dede (2017) çalışmasında matematiksel modelleme yeterlikleri ile sınıf düzeyi ve matematik başarıları arasındaki ilişkileri ve öğrencilerin modelleme yaklaşımlarını incelemiştir. Araştırmayı 311 ortaokul öğrencisinin katılımıyla gerçekleştirmiştir. Sınıf seviyeleri arttıkça doğrulama dışındaki tüm yeterliklerin arttığını tespit etmiştir. Gerçek yaşam problemleriyle karşılaşan öğrencilerin Maaß (2006)'ın tanımladığı yeterliklerin (Bkz. Tablo 2) seviyesi ile matematik ders notu arasında anlamlı ilişki bulmuştur. Öğrencilerin problem durumunu gözardı ederek verilen sayısal verileri kullanıp problemin çözümüne uygun olmayan dört işlem yapma eyliminde olduklarını tespit ettmiştir. Öğrencilerin büyük çoğunluğunun problemi doğrulama yeterlikleri bakımından sadece işlem hatalarını kontrol etme algısıyla hareket ettiklerini ortaya koymuştur.

Maaß (2006) çalışmasında modelleme yeterliklerini ampirik verilere dayalı olarak açıklamıştır. Öğrencilerin yeteneklerinin ve hatalarının analizinin, modelleme yeterliklerini anlamada daha fazla içgörü oluşturacağını savunmaktadır. Yaptığı karşılaştırmalı analizlerde modelleme yeterlikleri ile modelleme görevleri ve bağlamdan bağımsız olarak matematiğe yönelik tutum arasında anlamlı bir ilişki tespit etmiştir. Diğer taraftan matematiğe ilişkin tutumların modelleme yeterliklerinin gelişimi üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Matematiğe yönelik olumsuz tutumların ise modelleme performanslarının gelişimini engellediğini ortaya çıkarmıştır. Tanımladığı matematiksel modelleme yeterlikleri ve alt yeterliklerindeki (Bkz. Tablo 2) eksikliklerin aynı zamanda modelleme uygulamalarını okula entegre etmede karşılaşılan zorluklar olarak görülebileceğini belirtmektedir. Öğretmenlerin matematiksel modelleme etkinliklerinde deneyim kazanmalarının, öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmeyi desteklemelerine olanak tanıyan öğretim yöntemlerini bilmeleri gerektiğini ileri sürmüştür. Bu bağlamda öğretmenlerin ihtiyaçlarıyla bağlantılı, bilgilerine katkıda bulunan, gerekli yeterlik ve anlayışlarını destekleyen etkili öğretmen yetiştirme kurslarının geliştirilmesini önermektedir.

Tekin Dede ve Yılmaz (2015) ise öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmek ve uygulama örneği sunmak amacıyla 6. sınıf öğrencileriyle eylem araştırma deseni kullanarak nitel bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Öğrencilerin problemi anlama, sadeleştirme, matematikleştirme ve matematiksel olarak çalışma basamaklarında modelleme yeterliklerinin istenilen düzeyde ve kolaylıkla geliştirilebildiğini tespit etmişlerdir. Ancak yorumlama ve çözümü doğrulama basamaklarında matematiksel modelleme yeterliklerine daha fazla yoğunlaşılması gerektiğini, bu basamaklarda daha fazla etkinlik gerçekleştirmek gerektiğini belirtmişlerdir. Yorumlama ve çözümü doğrulamayı öğrenciler işlem hatalarını kontrol etmek olarak algıladıklarını belirtmişlerdir. Bu algıyı aşmak için yorumlama ve çözümü doğrulama basamaklarının hangi aşamaları içerdiğini öğrencilerine açıklamış ve öğrencilerin sınıf arkadaşlarına sunumlar yapmalarını sağlamışlardır. Bu bağlamda Kertil vd. (2016)'nin açıkladığı öğrencilerin üstbilişsel yeterlik ve sosyal yeterlik düzeylerini geliştirme yoluyla, litaratürde ortaya konan çalışmalara benzer olarak, yorumlama ve çözümü doğrulama aşamalarındaki modelleme yeterlikleri kazandırma zorluklarını aştıkları söylenebilir.

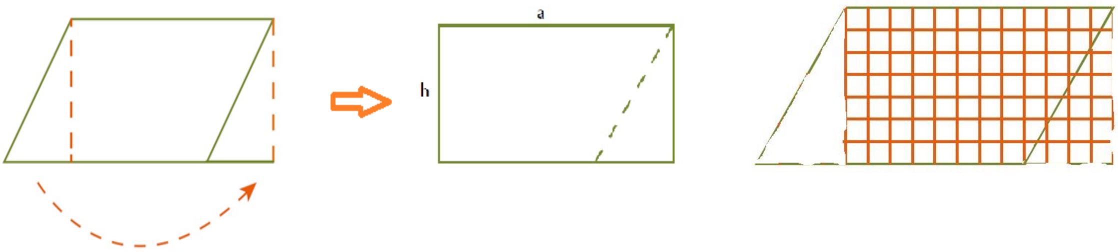
Frejd (2013) yaptığı literatür taramasında matematiksel modellemenin değerlendirilmesini araştıran çalışmaların eleştirel bir incelemesini sunmaktadır. Bu çalışmada tanımlanan modelleme değerlendirme yöntemleri yazılı testler, projeler, uygulamalı testler, portfolyo ve yarışmalardır. İncelenen makalelerde bulunan yazılı testler, modelleme yeterlikleri üzerine kısmi görüşe dayanırken, projeler modelleme yeterliğini değerlendirmesinde bütüncül değerlendirme görüşüne dayanmaktadır. Ancak değerlendirme projelerinin güvenilirliğine ilişkin engeller olduğunu belirlemiştir. Bu araştırmanın sonucunda ayrıca, kısmi ve bütüncül değerlendirme çerçevelerinde veya değerlendirme türlerinde kullanılan kriterlerin nadiren teorik bir analizden türetildiğini, ancak daha sık olarak geçici yapılara, değerlendirme durumlarından elde edilen deneyimlere veya öğrencilerin çalışmalarının ampirik çalışmalarına dayandığını belirtmektedir. Son olarak, bu çalışma, öğrencilerin matematiksel modellerle çalışmalarının kalitesini değerlendirmek için matematiksel modellerin kalitesinin anlamı üzerine ayrıntılı bir görüşe ihtiyaç olduğunu öne sürmektedir.

2.6. Matematikte İşlemsel ve Kavramsal Bilgi

Bireylerin matematiği öğrenirken kuralları öğrenmeleri ve ezberlemeleri, kuralın oluşturulduğu süreci ve matematiksel olarak anlamının ne olduğunu öğrenmelerinden daha kolaydır. Örneğin öğrencilerin üslü sayılarda çarpma yaparken, tabanları aynı olan üslü ifadelerin üslerini toplayıp ortak tabana üs olarak yazmalarını ($2^3.2^4 = 2^{3+4} = 2^7$) öğrenmeleri, tekrarlı çarpmalarda çarpanları gruplara ayırma ve grupları birleştirme olduğunu ($2^3.2^4 = (2.2.2).(2.2.2.2) = 2^7$) istenirse tersine çevrilebileceğini, farklı gruplamalar yapılabileceğini [2^7 =(2.2.2.2.2).(2.2) =$2^5.2^2$] öğrenmelerinden daha kolaydır. Ancak bireylerin öğrenmelerinin kalıcı olabilmesi için anlamlı öğrenmeler gerçekleştirmesi gerekmektedir. Anlamlı öğrenme gerçekleşebilmesi için bireyin bilgiyi zihninde yapılandırması, gelen bilgi ile önceki bilgilerini karşılaştırması, değerlendirmesi, benzerlikler ve farklılıklar tespit edilerek önceki bilgilerle ilişkiler kurulması gerekmektedir (Yanık, 2016).

Matematiksel bilginin doğasına bakıldığında karşımıza işlemsel ve kavramsal bilgi çıkmaktadır (Baki, 2019; Baki ve Kartal, 2004; Baroody vd., 2007; Hiebert ve Lefevre, 1986; Star, 2005). Kavramsal ve işelemsel bilgi alan yazında karşımıza kavramsal ve işlemsel öğrenme veya kavramsal ve işlemsel anlama olarakta çıkmakta ve çoğu zaman birbirinin yerine eş anlamlı olarak kullanıldığı görülmektedir (Baki, 2019; Baki ve Kartal, 2004; Star, 2005, 2007; Yanık, 2016). Matematikte kavramsal bilgi, ilişkiler açısından zengin, bağlantı ilişkilerinin, ayrık bilgi parçaları kadar belirgin olduğu bağlantılı bir bilgi ağıdır. İşlemsel bilgi, matematik problemlerini çözmek için kurallar, kalıplaşmış işlemler, matematiksel semboller ve gösterimleri manipüle etmek için oluşturulan reçeteler zinciridir (Hiebert ve Lefevre, 1986; akt. Star, 2005). İşlemsel bilgi problem çözerken kullanılan algoritmalar olarak algılanmakta ve çözüm için gerekli işlem adımları olarak tanımlanmaktadır (Star, 2005, 2007). İşlemsel bilgiye sahip kişi nedenine ve niçinine bakmadan kendisine sunulan kuralı, ilişkiyi veya tanımı aklında tutmaya çalışır. Bu kuralları hangi durumda uygulayacağını bilmesi gerekir. Matematiği birbiriyle ilişkisiz kurallar yöntemler topluluğu olarak gören bu kişiler, kural ve yöntemleri bilen ve aktaran otorite olarak ders kitabı ve öğretmeni görür (Baki, 2019). Kavramsal bilgiye sahip kişiler ise kendi yöntem ve algoritmalarını kullanmaya, onları keşfetmeye, problemler için kendi çözümünü üretmeye çalışır. Öğretmenin sunduğu algoritma ve kuralları doğrudan kullanmak istemez, matematiksel kavramları ve düşünceleri kendisi anlamlandırmak ister ve buna çalışır (Baki, 2019). Kavramsal bilgi ilişkiler açısından zengin bilgi olarak tanımlanır ve bilgi ağının gerçekleşebilmesi için bireysel gerçekler ile önermelerin uzlaştırılmasını kapsar. Hiebert ve Lefevre (1986) işlemsel bilginin birinci kısmını matematik sembolleri ve dilinin oluşturduğunu belirtmektedir. Birinci kısım anlamı vermez ancak konunun yüzeysel özelliklerini gösterir. İkinci kısımı ise matematiksel kuralları, bağıntıları, tablo ve diyağramları, standart olmayan matematiksel nesneleri ve algoritmaları ifade eder. Kavramsal bilgi ile işlemsel bilginin temel farkını, işlemsel bilginin sıralı algoritmik bir yapıya sahip olması, kavramsal bilginin ise ilişki bakımından zengin bir yapıya sahip olması olarak açıklamaktadır.

İşlemsel ve kavramsal bilginin tarihsel süreci incelendiğinde işlemsel ve kavramsal bilgi farklı iki bilgi türü olarak düşünülmüş hatta kavramsal bilginin işlemsel bilgiden daha üstün olduğu ima edilmiştir (Yanık, 2016). İşlemsel ve kavramsal bilgiyi Skemp (1971 ; akt. Yanık, 2016) ilişkisel matematik (kavramsal bilgi) ve kurala dayalı matematik (işlemsel bilgi) biçiminde isimlendirerek açıklamıştır. İlişkisel anlama matematiksel bilgileri destekleyen ilişkiler ağıdır. Bu ilişki ağına bağlı olmadan matematiksel kuralları ve özellikleri takip ederek bir problemin çözülmesi ise kurala dayalı anlamadır. Örneğin bir öğrencinin paralelkenarın alanını hesaplarken paralelkenarı bir diktörtgene dönüştürüp (bknz. Şekil 4) dikdörtgenin alanıyla ilişkilendirerek öğrenmesi ilişkisel anlama, alan kavramını bilmeden arkasındaki nedeni bilmeksizin alan formülünü (a.h) kullanarak paralelkenarın alanını bulması kurala dayalı anlama olarak gösterilebilir.



Şekil 4. Paralelkenarın alanı

İlişkisel ve kurala dayalı öğrenmenin özelliklerini Skemp (1978 ; akt. Yanık, 2016) karşılaştırmalı olarak Tablo 4'te gösterildiği gibi sunmaktadır.

Tablo 4.

İlişkisel Ve Kurala Dayalı Matematiğin Doğası

İlişkisel Matematik	Kurala Dayalı Matematik
• Öğrenmesi zaman alır ve zordur.	• Kendi bağlamında öğrenilmesi ve anlaşılması çabuk ve kolaydır.
• İlişkilerin kurulması durumunda hatırlanması kolaydır ve kalıcılığı daha uzundur	• Her yeni durum için farklı kuralların öğrenilmesi gerekir.
• Yeni durumlara kolay uyarlanabilir.	• Yeni durumlara uyarlanması zordur.
• İlişkilerin kurulmasını gerektiğinden sonuca ulaşmak zaman alabilir.	• Az bilgi içerdiğinden hızlı ve doğrudan sonuca ulaşılır.
• İçsel motivasyon sağladığından dışsal bir ödül gereksinimine olan ihtiyacı düşürür.	• Sonuca ulaşmak daha hızlı olduğundan öğrenci başarı hissini daha kısa sürede yaşar.
• İlişkisel anlamadan memnuniyet duyan öğrenciler yeni durumlardaki matematiksel ilişkileri kendiliklerinden araştırırlar.	

(Skemp, 1978; akt. Yanık, 2016)

Skemp (1971, 1978) ilişkisel ve kurala dayalı anlamayı önceleri birbirinden ayrı ve ilişkisiz olarak açıklamış, kurala dayalı anlamayı bir anlama türü olarak görmemiştir.

Ancak daha sonraları bu iki anlama türünün ilişkili olabileceğini ve kurala dayalı anlamanında bir anlama türü olduğunu kabul etmiştir. İlişkisel anlamada kavramların öğrenilmesi verilen kuralları öğrenmekten daha zor olmasına rağmen öğrenilenlerin bir fikir ve kavramla ilişkilendirilmesi diğer birçok konunun öğrenilmesine temel olmaktadır. Örneğin karenin çevresi (4.a) öğretilirken kenar uzunluğu ile çevrenin orantılı olduğu, orantı fikri ile ilişkilendirilirse orantı içeren farklı durumların anlaşılmasına temel oluşturur. Oluşturulan fikirlerin ve ilişkilerin farklı durumlara temel oluşturması ilişkisel anlamada sıklıkla gerçekleşir. Ancak bu temel fikirlerin matematiğin bütün alanları ile ilişkili temel kavramları olarak öğretilmeyip, ayrı ayrı konular halinde öğretilmesi ilişkisel anlamadan elde edilecek faydaların kaybedilmesine neden olmaktadır (Skemp, 1978).

Yanık (2016) işlemsel ve kavramsal bilginin birbiri arasındaki ilişkiyi yaptığı çalışmada dört farklı yaklaşımla açıklamıştır. Bu yaklaşımlardan *önce kavram* yaklaşımında bireyler çevrelerinden edindikleri sözel bilgilerle önce kavramsal bilgiyi oluşturur, sonra problem çözme pratikleri yaparak işlemsel bilgiyi edinirler. *Önce işlem* yaklaşımında bireyler önce işlemsel bilgiyi edinir sonra işlemsel bilgiyi soyutlayarak kavramsal bilgiye ulaşırlar. *Bağımsız/ilişkisiz* yaklaşımda ise kavramsal bilgi ve işlemsel bilgi bireylerde ayrı ayrı gelişir, bu gelişim süreçlerinde herhangi bir bağ ya da ilişki mevcut değildir. Bu görüşte işlemsel ve kavramsal bilgiye bireyler farklı düzeylerde sahip olabilirler. *Dönüşümlü* yaklaşımda ise işlemsel ve kavramsal bilginin birlikte geliştiği her ikisinde oluşan artış diğerini de olumlu etkiler. Kavramsal bilginin genel ve soyut olması, farklı problem durumlarına aktarılabilmesi bireylerde yeni işlemsel süreçlerin oluşturulmasına olanak tanır.

Öğrencilerin işlemsel ve kavramsal bilgi düzeylerinin ölçülmesi zordur. Bu zorluk bilgi türleri arasındaki ilişkilerin karmaşıklığından kaynaklanmaktadır (Schneider ve Stern, 2010). Bu iki bilgi türünü kesin çizgilerle ayırmak zor olmasına rağmen bu bilgi türlerini karakterize eden öğrenme ürünlerini ortaya koymak mümkündür (Baki, 2019). İşlemsel ve kavramsal bilginin ölçülmesinde genellikle yarı yapılandırılmış görüşmeler veya problem çözme süreçlerinin incelendiği görülmektedir (Özyıldırım Gümüş ve Umay, 2018). Rittle-Johnson ve Schneider (2015) kavramsal bilginin ölçülmesinde çok daha fazla çeşitlilik olduğunu ancak işlemsel bilginin değerlendirilmesinde daha az çeşitlilik olduğunu savunmaktadır. Kavramsal bilginin ölçütlerinde açık ve örtük görevler olduğunu, örtük görevler öğrencilerin bir örneğin doğruluğunu yargılamak, kavramın örneklerini değerlendirmek, başkalarının verdiği cevapların kalitesini değerlendirmek, temsil sistemleri arasında nicelikleri çevirmek, miktarları karşılaştırmak gibi kategorik bir seçim yaptığı değerlendirmeler olduğunu, açık görevlerin ise kavramlar ve terimler için tanımların oluşturulması veya seçilmesi, bir prosedürün neden işe yaradığını açıklanması, bir kavram haritası çizilmesini içerdiğini belirtmektedir. Bu görevlerdeki kritik özellik bilinen bir işlemsel bilgiyi uygulamak yerine katılımcıların alışık olmadığı kavramsal bilgilerini kullanmayı gerektiren örnekler seçilmesidir. Ayrıca birden fazla görev kullanılarak gerçekleştirilen kavramsal bilgi ölçümleri daha güçlü olmaktadır. İşlemsel bigiyi ölçmek için kullanılan görevler genellikle bir problemi çözmek ve sonuç ölçütü ise cevapların ve işlem aşamalarının doğruluğu olmakta, çözüm süresi de dikkate alınmaktadır (Rittle-Johnson ve Schneider, 2015). İşlemsel ve kavramsal bilginin ölçülmesi eğitimin istenilen hedeflere ne derece ulaşılabildiğinin tespiti bakımından önemlidir. Bu değerlendirmeler ışığında eğitim ortamının düzenlenmesinde yol gösterici olmaktadır (Yanık, 2016).

2.7. Matematik Eğitimiminde İşlemsel ve Kavramsal Bilgi Hakkında Yapılan Çalışmalar

Star (2005) çalışmasında işlemsel bilgiyi yeniden kavramsallaştırmaya çalışmıştır. Bu çalışmada üç noktayı öne çıkarmıştır. İşlemsel bilginin son araştırmalarda ihmal edildiğini, işlemsel ve kavramsal bilginin mevcut karakterizasyonlarının işlemsel bilgiyi tanımlarken sınırlayıcı varsayımları yansıttığını ve bu eksik varsayımları gidermek için işlemsel bilgiyi yeniden kavramsallaştırmak gerektiğini öne sürmektedir. Denklem çözen bir bireyin çözdüğü denkleme esnek ve herhangi bir problem türü için maksimum verimli bir çözüm üretebileceğini bununda derin işlemsel bilginin bir göstergesi olduğunu savunmaktadır. İşlemsel bilginin tanımını genişletmenin, bunun nasıl geliştiğini, arzu edilen diğer matematiksel bilgilerle ilişkisinin ne olduğu ile ilgili araştırma ihtiyacını ortaya çıkaracağını savunmaktadır.

Schneider ve Stern (2010) işlemsel ve kavramsal bilgi arasındaki etkileşimin bireylerin matematiksel yeterliklerini etkilediğini öne sürmektedir. Farklı türdeki bilgi ve yetkinliklerin etkileşimi ile ilgili yeterli sayıda ampirik çalışmanın olmadığını, bu etkileşimlerin yalnızca davranışlarda iç içe geçmiş halde ortaya çıkacağını, bunları geçerli ve birbirinden bağımsız olarak ölçmenin zor olduğunu savunmaktadır. 289 beşinci ve altıncı sınıf düzeyindeki öğrencilerle ondalık kesirler üzerine çoklu yöntem yaklaşımı kullanarak ampirik bir çalışma gerçekleştirmiştir. Uygulama esnasında kavramsal ve işlemsel bilgi gelişimi için yaptığı müdehaleler sonucunda yeterli düzeyde istatistiksel olarak anlamlı gelişimin oluşmadığını ortaya koymuştur. İşlemsel ve kavramsal bilginin ölçülmesinde çok yöntemli yaklaşımın önemli olduğunu vurgulamaktadır. Aksi durumda işlemsel ve kavramsal bilgiyi yalnızca açıklama ve doğruluk yönleriyle ölçmelerinin araştırmacıları doğru olmayan sonuçlara götüreceğini belirtmektedir. Yapılan ampirik çalışmalarda deney gruplarına yapılan müdahalelerin amaçlandığı biçimde çalışmamasına rağmen uygun biçimde çalıştığı sonucuna varmış olacaklarını belirtmektedir.

Crooks ve Alibali (2014) matematiksel bilgi üzerinde yapılan çalışmalarada işlemsel bilginin yapısı konusunda araştırmacıların problemlemlerin nasıl çözüleceği ve işlem algoritmalarının nasıl uygulanacağına odaklandığını, son yıllarda ise kavramsal bilgiye odaklanan çalışmalara kayma olduğunu belirtmektedir. Yaptıkları çalışmada kavramsal bilginin litaratürde nasıl tanımlandığını ve denklik, kardinalite ve tersine çevirme konularında kavramsal bilginin nasıl tanımlandığını, işlemselleştirildiğini ve nasıl ölçüldüğünü incelemişlerdir. Kavramsal bilginin son yıllarda yapılan çalışmalarla tanımının genişletildiğini, kavramsal bilgi tanımlarının muğlaklaştığını işlemsel bilgi ile arasındaki ilişkinin anlaşılmasının ve bu bilgilerin eğitim süreçlerinde kullanılmasının zorlaştığını savunmaktadır. Ayrıca kavramsal bilgiyi ölçmek için kullanılan görevlerin işlemsel ve kavramsal bilginin doğası hakkıdaki teorik bilgilerle uyumlu olmadığını belirtmektedir. Bu sorunlara çözüm olarak iki bilgi türünü iki özel türde kavramsal bilgi altında birleştiren (genel kavram bilgisi ve işlemlerin altında yatan kavramların bilgisi) bir çerçeve önermektedir. Genel kavram bilgisi, belirli problemler veya işlemlerle ilgisi olmaksızın matematiksel fikirlerin anlaşılmasını içermektedir. İşlemlerin altında yatan kavramların bilgisi ise kavramları belirli işlemlere bağlamayı içermektedir. Belirli işlemsel bilgilerin belirli problemler için neden işe yaradığını bilmek veya bir işlemsel bilgi parçasında her adımın amacını bilmek olarak açıklamaktadır. Önerilen bu iki tür bilgi türünün araştırmacılara kavramsal bilginin nasıl geliştiğinin daha net bir resmini elde etmede yol gösterici olabileceğini idda etmektedir.

Rittle-Johnson ve Schneider (2015) işlemsel ve kavramsal bilginin tanımlanması ve ölçülmesi ile ilgili farklı görüşler olsada genellikle bu iki bilgi türü arasında iki yönlü ve yinelemeli bir etkileşim olduğunu belirtmişlerdir. Matematiksel yeterliklerin gelişiminin işlemsel ve kavramsal bilginin gelişimine dayandığını savunmuşlardır.

Çalışmalarında öğrencilerin alternatif çözüm yöntemlerini ve yaptıkları çözümleri açıklamalarını teşvik etmenin iki bilgi türünü destekleyen öğretim yöntemleri olduğunu vurgulamaktadır. İşlemsel ve kavramsal bilginin titiz bir şekilde ölçülmesine odaklanılmasının, ölçümlerin geçerliliği için kanıt sağlayacak ölçme modelleri belirlenmesinin işlemsel ve kavramsal bilginin nasıl geliştiğini ortaya koymak için gerekli olduğunu belirtmişlerdir.

Al-Mutawah vd. (2019) yaptıkları çalışmada, matematiksel yetenekler, sayı ve işlemler, cebir, geometri, veri analizi ve olasılık olmak üzere beş içerik alanı üzerinden öğencilerin işlemsel ve kavramsal bilgi ve problem çözme becerileri arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Kavramsal bilgi ile problem çözme becerileri arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki tespit etmişlerdir. Eğitimcilerin geleneksel öğrenme yaklaşımlarıyla işlemsel bilgiyi vurgulamaktan çok bağlamsal öğrenme yaklaşımlarıyla kavramsal bilgi kazandıracak öğrenci merkezli yaklaşımları tercih etmelerini önermektedir.

Soylu ve Aydın (2006) matematik öğretiminin işlemsel ve kavramsal anlamaya yönelik olması gerektiğini savundukları çalışmalarında, işlemsel ve kavramsal öğrenmelerin dengelenmesinin önemini araştırmıştır. Çalışmalarını eğitim fakültesi sınıf öğretmenliği bölümünde okuyan 100 katılımcı ile gerçekleştirmiştir. Matematik öğretiminde işlemsel ve kavramsal öğrenmelerin dengeli bir şekilde kazandırılmadığı, daha çok işlemsel öğrenmenin olduğu bu nedenle öğrencilerin konuları kavrama düzeyinde öğrenemediğini tespit etmiştir. Öğrencilerin daha önce karşılaşmadıkları türden problemlerle başbaşa bırakıldığında, kendilerine sunulan problemlerde eksik bilginin olduğunu ve çözümün gerçekleşmediğini göremediklerini, kavramlara dikkat etmeden aritmetik işlemler yapmaya odaklandıklarını belirtmektedir.

Birgin ve Gürbüz (2009) ortaokul öğrencilerin rasyonel sayılar konusundaki işlemsel ve kavramsal bilgi düzeylerini belirlemeye çalıştıkları çalışmalarında 160 ortaokul öğrencisine 12 soruluk test uygulamıştır. İşlemsel bilgi gerektiren sorularda öğrencilerin performansları, kavramsal bilgi gerektiren sorularda ki performanslarından daha yüksek olmuştur. Öğrencilerin anlama ve öğrenme hataları çözümlerine yansımıştır. Rasyonel sayılar konusunu geleneksel öğretim yöntemleri ile öğrenen öğrencilerin kurala dayalı bir öğrenme gerçekleştirdiğini bu sebeple öğrencilerde kavramsal bilgi gelişimi boyutunda bir öğrenme gerçekleşmediğini vurgulamaktadır. Rasyonel sayıların öğretilmesinde farklı gösterim şekilleri ve bu gösterimler arasındaki geçişlerde bağ kurularak, somut nesneler ve modellere yer verilerek öğretilmesini önermektedir.

Konyalıoğlu vd. (2016) ilköğretim matematik öğretmenleri ile yaptığı çalışmada integral konusunda kavramsal bilgi düzeylerini tespit etmek amacıyla, hatalı çözümler içeren ve bu hataların sebebini sorgulatan bir test uygulamıştır. Bu test yardımıyla öğrencilerden verilen problem çözümlerini değerlendirmelerini istemiştir. Öğretmen adaylarının integral konusunda kavramsal bilgilerinde eksiklikler olduğu ve güçlük yaşadıkları sonucuna varmıştır.

Karaaslan ve Ay (2017) dört öğretmen adayı ile altı sorudan oluşan bir test ve klinik mülakat yaparak katılımcıların olasılık konusundaki işlemsel ve kavramsal bilgi düzeylerini tespit etmeye çalışmışlardır. İşlemsel bilgi düzeylerini orta ve üst, kavramsal bilgi düzeylerinin ise düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Katılımcıların problem çözümlerini açıklamakta zorluk yaşadıklarını, kavramsal bilgilerinin işlemsel bilgilerinden daha yetersiz olduğunu belirlemişlerdir. Katılımcıların işlemsel bilgilerinden faydalanarak kavramsal bilgilerinde yeni düzenlemeler yaptıklarını, bunun işlemsel ve kavramsal bilgilerin karşılıklı etkileşimini ortaya koyduğunu belirtmişlerdir. Araştırmalarının bulgu ve sonuçlarından yola çıkarak öğretmen eğitiminde kavramsal bilgiyi geliştirici eğitim ortamlarının oluşturulması, lisans derslerin ölçme ve değerlendirilmesinde öğrencilere işlemsel ve kavramsal bilgilerinin tespitinin ön plana çıkarıldığı sınavlar uygulanması gerektiğini önermektedirler.

Özyıldırım Gümüş ve Umay (2018) öğrencilerin matematikte kavramsal ve işlemsel bilgiye sahip olma düzeylerini belirlemek amacıyla ölçek geliştirme çalışması yapmışlardır. Litaratürde işlemsel ve kavramsal bilgiler ile ilgili ifadeleri tarayarak ölçek maddesi olabilecek ifadeler belirlemişlerdir. Oluşturdukları taslak formu matematik ile ilişkili bölümlerde okuyan öğrencilere uygulamış üç faktörlü 14 maddeden oluşan nihayi işlemsel ve kavramsal bilgiye sahip olma düzeyini ortaya koyan ölçek formuna ulaşmışlardır. Bireylerin kendi problem çözme süreçlerini düşünerek cevap verdikleri bu ölçek formu, kendilerini daha çok işlemsel bilgiye mi sahip yoksa kavramsal bilgiye mi sahip olduklarını ortaya koymalarını sağlamaktadır. Öğretmenlerin eğitim süreçlerini düzenlerken öğrencilerin işlemsel ve kavramsal bilgi düzeylerini tespit etmelerinin daha verimli eğitim öğretim süreci oluşturmaya olanak sağlayacağını savunmaktadır.

2.8. Matematiğe Yönelik Tutum

Bireylerin çevresinde olan olaylara yükledikleri anlamlar davranışlarına deneyim olarak yansır. Bu deneyimlerin toplamı kişide inanç ve yaklaşım olarak şekillenir ve tutum olarak adlandırılır. (Yenilmez ve Özabacı, 2003). Tutum belirli bir konuyla ilgili inanç ve duyguların kalıbı olarak görülmektedir (Di Martino ve Zan, 2011). Akinsola ve Olowojaiye (2008) bir derse yönelik tutumun o dersteki başarıyı belirlediğine inanıldığını, olumlu tutumun başarı ile sonuçlanacağını belirtmektedir. Tersine matematikte sürekli başarısız olan bir kişini hiçbir zaman başarılı olamayacağına inanmasına neden olabilmektedir. Bu nedenle öğrencilerin başarı deneyimi kazanması derse yönelik olumlu tutum geliştirmesini sağlayabilir. Tutumlar duyuşsal, bilişsel ve davranışsal bileşenlerden oluşan psikolojik yapılardır. Tarım ve Dinç Artut (2016) tutumun bilişsel öğesini, tutum nesnesi hakkında bildiğimiz her şey ve inançlar oluşturur. Duyuşsal öğeyi, tutum nesnesi ile ilgili önceki deneyimlere bağlı olarak ortaya çıkan duygu ve düşüncelerimiz oluşturur. Davranışsal öğeyi, tutum nesnesine bağlı olarak olumlu veya olumsuz davranma eğilimi olarak belirtmektedir. Örneğin bir öğrencinin matematiğe yönelik tutumunda, matematik dersinde yaşadığı başarısızlık ile dersin zor olduğu düşüncesi, çevresindeki kişilerin matematiğin önemi konusunda yaptığı telkinler sonucu edindiği bilgiler tutumun bilişsel öğesinin parçasıdır. Öğrencinin problem çözerken doğru çözümlere ulaşması sonucu yaşadığı başarı hazzı, çözemediğinde yaşadığı hayal kırıklığı ve kendini değersiz hissetmesi tutumun duyuşsal öğesinin parçasıdır. Öğrencinin matematik dersine yönelik olumsuz tutumu nedeniyle derse isteksiz girmesi, ders esnasında gerçekleştirilen etkinliklere katılmaması, verilen görevleri yerine getirmemesi tutumun davranışsal öğesinin parçasıdır. Tutumun bu öğeleri karşılıklı etkilişm içindedir. Tutumlar onu tutan kişiler için sosyal etkileşim, değer oluşturucu, faydacı ve savunmacı işlevleri içeren psikolojik yapılar olarak hizmet eder (Newbill, 2005). Tutumun bilişsel kısmında bilgi ve inançlar, duyuşsal kısmında değerler yer alır. İnançlar geçmişte öğrendiklerimizdir ve inandıklarımız bizim gerçeğimizdir, olayları ve durumları algılamamızı ve yorumlamamızı etkiler (Tarım ve Dinç Artut, 2016). İnançların çoğu zaman gizli olduğu varsayılır ancak insanların nasıl düşündükleri ve davrandıklarına ilişkin çıkarımlar yapılarak incelenir. Onaylama ve onaylamama gibi duygusal tepkiler insanların inanç ve değerlerinden etkilenir. (Di Martino ve Zan, 2011). Hannula (2002) tutumu bilişsel-duyuşsal süreçlerle ifade etmiştir. Bir öğrencinin matematiksel bir etkinlikle uğraşırken kişisel hedeflere göre bilinçsiz olarak sürekli bir değerlendirme yaptığını ve dört tür değerlendirme olduğunu öne sürmektedir. Birinci tür değerlendirme durumsaldır ve herhengi bir deneyim gerektirmez, hedefe doğru ilerlerken olumlu duygular, ilerlemeyi engelleyen etmenler oluştuğunda öfke, korku, üzüntü gibi olumsuz duygulara neden olabilir. İkinci tür değerlendirme duygusal bir eğilimdir, matematiksel bir aktiviteyle meşgul olunmadığında ortaya çıkar, çağrışımlara dayanır, matematikle ilgili önceki deneyimlerin bir ürünüdür. Üçüncü tür değerlendirmede odak beklentilerdir. Örneğin öğrenci etkinlikteki yanıtlar üzerinde düşünmeye başladığında, matematiksel bir durum hayal edebilir ve bazı duygular içeren sonuçlar bekleyebilir. Dördüncü tür değerlendirme hedefe yöneliktir. Örneğin öğrencinin gelecek eğitim hedefinde matematikle ilgili bir bölüme girmek olabilir ve bu nedenle matematikten iyi not alması gerekebilir. Bu dört değerlendirme birlikte tutum üretir.

Davadas ve Lay (2020) öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarını etkileyen çeşitli faktörlerin olduğundan bahsetmektedir. Bunlardan kritik gördüğü altı faktörü şu şekilde sıralamaktadır:

- Öğrencilerin ebeveyin gelirlerinden oluşan sosyo ekonomik durum
- Cinsiyet,
- Öğrencilerin önceki başarıları,
- Algılanan ebeveyin etkileri,
- Öğretmenlerin duyuşsal desteği,
- Sınıf içerisinde kullanılan öğretim yöntem ve teknikleri ile öğrencilerin matematiğe yönelik tutumları arasında pozitif bir ilişki olduğunu belirtmektedir.

Butty (2001) öğretmen merkezli ve ders kitaplarını temel alan öğretim yöntemleri yerine kullanılan reform temmelli öğretim yöntemlerinin (buluşyoluyla öğretim, akran öğretimi, küçük grup çalışması, matematiksel modelleme vb.) ve gerçek hayat durumlarını içeren ders içeriklerinin olumlu tutum geliştirme ve başarıya katkı sağladığını belirtmiştir. Akinsola ve Olowojaiye (2008) matematik öğrenimine yönelik daha olumlu tutum geliştirmeyi kolaylaştırabilecek öğretim yöntemleri arasındaki bağlantıları aramanın önemli olduğunu belirtmektedir. Geleneksel öğretim uygulamalırından reform temelli öğretim uygulamalarına geçilmesi bu durumda kritiktir. Öğrencilerin aldığı öğretim uygulaması ve türleri ile matematiğe yönelik tutumların incelenmesi gerektiğinin önemli olduğunu vurgulamaktadır. Hannula (2002) matematik eğitiminde işbirlikçi öğretim yaklaşımlarının öğrenciler arasında olumlu tutumları teşvik edebileceğini belirtmektedir.

2.9. Matematiğe Yönelik Tutum ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Butty (2001) araştırmasında matematiğe yönelik olumlu tutum puanı yüksek olan öğrencilerin matematik başarı puanlarının da yüksek olduğunu tespit etmiştir. Sınıf içi geleneksel öğretim uygulamaları yerine öğrencilerin sosyal yönlerini geliştirecek, keşfedici, üst düzey düşünmeyi ve derinlemesine anlamayı teşvik edici işbirlikli öğrenme ve alternatif öğrenme stillerini seçmelerinin matematik başarısını yükselttiğini belirtmektedir. Öğretmenlerin kişisel niteliklerinin ve ebeveyn davranışlarının ise öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarını etkilediğini öne sürmektedir.

Matthews ve Seaman (2007) sınıf öğretmeni adaylarının matematik alan bilgisi ile tutumları arasında ki ilişkiyi ampirik bir çalışma ile araştırmıştır. Öğrencilerin zayıf matematik bilgisine ve matematiğe yönelik güçlü olumsuz tutumlara sahip olduklarını belirlemiştir. Öğrencilerin alan bilgisini belirlemek için kullandığı ölçme aracında yer alan merkezi eğilim ölçüleri, tam sayı problemleri konularında kavramsal bilgilerinin düşük olduğunu, kesirler konusunda ise işlemsel bilgilerinin düşük olduğunu tespit etmiştir. Öğrencilerin kesirlerin bölünmesi konusu ile ilgili problemler, bölme algoritmasının bölümlerini açıklamak, tahmin, akıl yürütme ve ondalık sayıların sıralanması konusunda yeterli düzeyde işlemsel ve kavramsal matematik bilgisine sahip olduklarını belirtmiştir. Bir içerik kursu sonucunda önceki başarılar kısmen kontrol edildiğinde, deney grubunun kontrol grubuna kıyasla daha yüksek olumlu tutum puanları aldığını tespit etmiştir.

Ifamuyiwa ve Akinsola (2008) işbirlikli ve kendi kendine öğretim stratejilerinin lise son sınıf öğrencilerinin matematiğe yönelik tutumunu araştırdıkları ampirik çalışmalarında, cinsiyetin ve kontrol odağının düzenleyici etkilerinide göz önünde bulundurmuşlardır. Uygulamalar sonucunda elde ettikleri istatistiksel sonuçlar matematiğe yönelik tutum ile kullandıkları öğretim stratejileri arasında pozitif ve anlamlı bir ilişkiyi göstermiştir. Kendi kendine öğretim stratejisine maruz kalan katılımcıların matematiğe yönelik tutum puanları yüksek bulunmuştur. Cinsiyet ve kontrol odağının öğrenci tutumları üzerinde önemli bir etkisi olmadığı sonucuna varmışlardır. Matematik eğitiminde, kendi kendine öğrenme paketleri kullanmayı ve tasarlamayı tavsiye etmektedirler.

Di Martino ve Zan (2011) öğrencilerin matematik ile kendi ilişkilerini nasıl ifade ettiklerini, inanç, duygu ve tutum yapılarını, öğrencilerin deneyimlerine dayanarak incelemiştir. Öğrencilerin duygusal eğilimleri, matematik vizyonları ve algılanan yeterlikleri içeren üç boyutlu bir tutum modeli önermektedir. Matematiğe yönelik olumsuz duygusal eğilimin genellikle araçsal matematik vizyonuyla doğrudan ilişkili olduğunu belirtmektedir. Çalışmalarında kullandıkları otobiyografik makalenin, öğrencilerin deneyimlerinde önemli gördükleri gerçekler, inançlar ve duygular, özellikle benlik ve matematik hakkındaki inançlarının karşılıklı ilişkisini yansıtma özgürlüğü verdiğini savunmaktadır. Öğrencilerin matematiğe yönelik ifade ettikleri olumsuz duyguların, öğrencilerin matematik vizyonlarının ve algılanan yeterliklerinin yönlendirmesinde öğretmenler için önemli işaretler olabileceğini belirtmektedir. Analizlerinde öğrencilerin olumsuz duygusal eğilimleri ile matematikteki başarı ve benlik hakkındaki inançları arasında yakın etkileşim olduğunu tespit etmiştir. Bu olumsuz duyguların üstesinden gelmek ve önlemek için üründen ve sonuçtan çok sürece dayalı bir matematik vizyonunu teşvik etmeyi önermektedir.

Marchiş (2013) çalışmasında sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme yeterlikleri ile matematiğe yönelik tutumlarını incelemiştir. Öğrencilerden azının matematiği sevdiğini, ancak çoğunun gelecekleri için gerekli gördüğü sonucuna varmıştır. Matematiğe yönelik tutum ile problem çözme yeterlikleri arasında güçlü pozitif bir ilişki olduğu, ancak matematiği açıklamayı ve matematiksel problemler oluşturmayı çoğunlukla sevmedikleri sonucuna ulaşmıştır. İşbirlikli öğrenmeyi teşvik eden, öğrenciye çözümünü açıklama fırsatı veren, öğrencilerin yaratıcılığını geliştirecek öğretim ortamları oluşturulmasını tavsiye etmektedir.

İflazoğlu (1999) küme destekli bireyselleştirilmiş öğretim yöntemi (KDB) ile tüm sınıf öğretim yöntemi (TS) uyguladığı deney ve kontrol gruplarının matematiğe ilişkin tutumlarının ve akademik başarılarının anlamlı düzeyde farklılaşıp farklılaşmadığını incelemiştir. İlköğretim 5. sınıf düzeyi 61 öğrencinin katılımı ile çalışmasını gerçekleştirmiştir. KDB ve TS öğretim yöntemleri uygulanan deney ve kontrol grupları arasında matematiğe yönelik olumlu tutum oluşturma bakımından gruplar arası anlamlı bir farkın oluşmadığı görülmüştür. Akademik başarı yönünden KDB öğretim yönteminin, TS öğretim yöntemine göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Matematiğe yönelik olumlu tutum geliştirmede anlamlı bir fark oluşmamasını çalışma süresinin sekiz hafta ile sınırlı kısa bir süre olması ve çalışma grubunun küçük olması olarak açıklamaktadır. Ayrıca uygulama esnasında, öğrencilerin çalışmaları büyük bir istekle ve zevkle sürdürdüğünü gözlemlemiştir.

Tarim ve Akdeniz (2008) takım destekli bireyselleştirme ve öğrenci takımları başarı bölümleri olarak adlandırılan işbirlikli öğretim yöntemlerinin öğrencilerin akademik başarıları ve tutumları üzerine etkisini ampirik araştırma deseni oluşturarak incelemiştir. Öğrencilerin akademik başarıları yönünden iki yöntem arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulmalarına rağmen matematiğe yönelik tutumları arasında farklılık gözlememiştir. Ancak araştırmaya katılan tüm öğrenci gruplarında matematiğe yönelik olumlu tutum puanlarında artış gözlemlemiştir.

Sarpkaya vd. (2011) 120 matematik öğretmeni adayı ile tarama modeli kullanarak öğrencilerin üstbiliş stratejileri kullanma farkındalıkları ile matematiğe yönelik tutumları arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Üstbiliş stratejileri ile tutum arasında istatiksel olarak orta düzeyde pozitif ilişki olduğunu tespit etmiştir. Akademik başarı algısı yüksek olan öğrencilerin üstbiliş ve olumlu tutum puanları yüksek bulunmuştur.

Doruk vd. (2016) çalışmasında öğrencilerin matematik öz-yeterlikleri ile matematik kaygısı ve matematiğe yönelik tutum değişkenleri arasındaki ilişkiyi nicel arştırma desenlerinden ilişkisel araştırma modeli kullanarak incelemiştir. Ortaokul düzeyi 246 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirdiği çalışmada öğrencilerin matematik kaygılarının düşük, matematiğe yönelik olumlu tutum ve öz-yeterlik algılarının yüksek olduğunu belirlemiştir. Matematk kaygısı ile tutum ve öz-yeterlik algısı arasında negatif yönlü, matematiğe yönelik tutum ile matematik öz-yeterlik algısı arasında pozitif yönlü anlamlı ilişki olduğunu tespit etmiştir. Matematiğe karşı öz-yeterlik algısının %47 düzeyinde matematiğe yönelik tutum ve matematik kaygısı ile açıklanabileceğini belirlemiştir.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu kısımda araştırmanın modeli, araştırma evreni, örneklemi, veri toplamada kullanılacak araçlar, bu araçların geçerlik-güvenirlik çalışmaları ve verilerin çözümlenmesinde kullanılacak teknikler ile veri analizleri açıklanmıştır.

3.1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırmada ortaokul öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterlikleri, işlemsel ve kavramsal bilgi düzeyleri ve matematiğe yönelik tutumları arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığını varsa ne düzeyde olduğu belirlenmeye çalışılmaktadır. Bu nedenle araştırma modeli olarak nicel araştırma yöntemlerinden ilişkisel tarama modeli kullanılmıştır. Tarama modeli daha önce var olan bir durumu herhangi bir müdahalede bulunmadan tasvir etmeyi amaçlayan bir modeldir. Tarama modellerinden ilişkisel tarama modeli " İki veya daha fazla değişken arasında birlikte değişimin varlığını ve/veya derecesini belirlemeyi amaçlayan araştırma modelidir." (Karasar, 2017, s. 114). Değişkenlerin bir arada değişip değişmemesi, bu değişimin hangi yönde olduğunun belirlenmesi ilişkisel taramada işe koşulan süreçlerdir (Büyüköztürk vd., 2014).

3.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın evrenini Adana ili Seyhan ve Çukurova merkez ilçelerinde öğrenim görmekte olan ortaokul öğrencileri oluşturmaktadır. Araştırma evreninin büyük olması sebebi ile araştırmaya evreni temsil ettiğine inanılan, evren içerisinden seçilecek çalışma grubu ile yürütülmesine karar verilmiştir. Çalışma grubunun seçiminde nicel araştırmalarda kullanılan küme örnekleme yöntemlerinden, oranlı küme örnekleme yöntemi tercih edilmiştir. Oranlı küme örnekleme, evreni önemli görülen değişkenlere göre daha benzeşik alt gruplara ayırarak, alt evrenlerin bütün içerisindeki oranını ortaya koyacak eşitlikte kümeler belirlemektir. Böylece evreni daha iyi temsil eden çalışma grubu oluşturulmuş olur (Karasar, 2017). Bu nedenle Seyhan ve Çukurova Milli Eğitim Müdürlüğü Temel Eğitim Bölümlerinden ilçelerdeki ortaokul sayısı ve bu okullarda öğrenim gören öğrenci sayıları alınmıştır. Seyhan ilçesinde bulunan 69 ortaokulda 51467 öğrencinin öğrenim gördüğü, Çukurova ilçesinde bulunan 32 ortaokulda ise 24348 öğrencinin öğrenim gördüğü göz önünde bulundurularak, üçte ikisi Seyhan ilçesinden üçte biri Çukurova ilçesinden olacak şekilde rastgele belirlenen üç ortaokuldan çalışmayı kabul eden 470 öğrenci ile araştırma gerçekleştirilmiştir. Çıngı (1994, s. 25) belirli evren büyüklükleri için tahmini güven aralığı ve sapma miktarına göre çalışma grubu büyüklüklerinin en az kaç olması gerektiğini ortaya koymuştur. Bu değerlere göre bu araştırma için %95 güven aralığında 75815 öğrenci büyüklüğündeki evren için tahmini çalışma grubu büyüklüğü 383 olduğu görülmüştür. Ayrıca Karasar (2017, s. 159-164) tarafından açıklanan formül $\left[n = \left(\frac{z \times ss'}{e}\right)^2 = \left(\frac{1,96 \times 15}{2}\right)^2 = 216\right]$ kullanılarak hesaplanan çalışma grubunun büyüklüğü 216 olarak belirlenmiştir. Oluşabilecek kayıp veriler dikkate alındığında araştırmaya katılmayı kabul eden 470 öğrenci sayısının araştırmanın çalışma grubu büyüklüğü için yeterli olduğuna karar verilmiştir.

3.3. Veri Toplama Araçları

Araştırmada öğrencilerin işlemsel ve kavramsal bilgi düzeylerini belirlemek için "Problem Çözümüne İşlemsel / Kavramsal Yaklaşım İnanç Ölçeği" (İKYİÖ), matematiksel modelleme yeterliklerini (MMY) belirlemek için soru formu, matematiğe yönelik tutumlarını belirlemek için " Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği" (MYTÖ) kullanılmıştır. Kullanılan ölçekler içerisinde İKYİÖ ölçeğinin ortaokul öğrencilerine uyarlanması için yapılan çalışmalar ve MMY problemleri ile MYTÖ ölçeği hakkında ayrıntılı bilgiler başlıklar halinde aşağıda sunulmuştur.

3.3.1. Problem Çözümünde Kavramsal Ve İşlemsel Yaklaşım İnanç Ölçeği

Matematikte sahip olunan işlemsel ve kavramsal bilgi türleri, öğrencilerin problem çözme sürecini etkileyen faktörlerdendir (Özyıldırım Gümüş ve Umay, 2018). Özyıldırım Gümüş ve Umay (2018) problem çözme sürecinde öğrencilerin işlemsel ve kavramsal bilgi kullanımlarına yönelik yaklaşımlarını belirlemek için "problem çözme benlik algısı" (8, 9 ve 13. maddeler), "çözüm yolunu belirlemede amaç" (3, 10, 11, 12 ve 14. maddeler), "problem çözme davranışlarındaki farkındalık" (1, 2, 4, 5, 6 ve 7. maddeler) olmak üzere üç alt faktöre sahip 14 maddelik ölçek geliştirmişlerdir. Ölçekteki her bir madde işlemsel bilgi kullanımını ifade ediyorsa "0", kavramsal bilgi kullanımını ifade ediyorsa "1" puan olacak şekilde ikili puanlama yapılarak değerlendirilmektedir. Katılımcıların verdikleri cevaba göre toplam puanları sıfır veya sıfıra yakın olanlar işlemsel yaklaşıma sahip, tam puana yakın veya tam puan aldığı ölçüde kavramsal yaklaşıma sahip olarak değerlendirilmektedir. Özyıldırım Gümüş ve Umay (2018) üniversite düzeyinde öğrenim gören öğrencilere yönelik geliştirdikleri ölçeği dört farklı üniversitede matematik ağırlıklı bölümlerde öğrenim gören 641 öğrenciye uygulamışlardır. Araştırmacılar, ölçeğin geçerliliğini açımlayıcı faktör analizi ile test etmiştir ve açımlayıcı faktör analizi varsayımlarını belirlemek için Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ve Barlett testi uygulamıştır. KMO testi değerini 0,74 ve Barlett testi değerini 739,7 (p<,000) olarak bulmuşlar faktör analizine uygun veriler olduğuna karar vermişlerdir. Uyum indeksi (GFI) değerinin yüksek düzeyde GFI= 0,978 olduğunu tespit etmişlerdir. Ölçeğin üç alt faktörünün toplam varyansın %50'sini açıkladığını ve madelerin faktör yüklerinin 0,390 ve üzeri olduğunu belirlemişlerdir. Ölçeğin güvenirliğini belirlemek için McDonald's Omega değerinin ,796 Cronbach alfa değerinin ,806 olduğunu belirlemiş ve ölçeğin güvenirliğinin iyi düzeyde olduğu sonucuna varmışlardır.

Söz konusu ölçeği araştırmacılar, üniversite düzeyindeki öğrenciler için geliştirmişlerdir. Bu araştırmanın çalışma grubu ortaokul düzeyindeki öğrenciler olduğu için ölçeğin ortaokul öğrencileri düzeyinde piskometrik özellikleri bakımından test edilmesi ve uyarlanması gerektiğine karar verilmiştir. Bu doğrultuda yapılan çalışmalar aşağıda sunulmuştur.

3.3.1.1. Problem Çözümünde Kavramsal/İşlemsel İnanç Ölçeğinin Ortaokul Öğrencileri Düzeyinde Piskometrik Özellikleri Bakımından Test Edilmesi

Yapılan bu araştırmada üniversite düzeyinde okuyan öğrencilerle geliştirilen "Problem Çözümüne Kavramsal / İşlemsel Yaklaşım Ölçeği" psikometrik özellikleri bakımından ortaokul düzeyinde okuyan öğrenciler için test edilmiştir. Bu amaçla aşağıdaki işlemler sırasıyla yapılmıştır.

1) Ölçek maddelerinin ortaokul öğrencileri tarafından anlaşılır olup olmadığı Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi bölümünde görev yapan bir doçent, iki profesör unvanına sahip üç alan uzmanı ve altı ortaokul matematik öğretmenin uzman görüşüne başvurularak belirlenmeye çalışılmıştır. Uzmanlardan gelen öneriler doğrultusunda ölçek maddelerinde düzenlemeler yapılmıştır.

2) Yeniden düzenlenip oluşturulan 14 maddelik ölçek 5, 6, 7 ve 8. sınıf düzeyinde eğitim görmekte olan 12 ortaokul öğrencisine pilot uygulama yapılmıştır. Öğrencilerin ölçeği oluşturan maddeleri yüksek sesle okumaları, ölçek maddelerinden ne anladıkları ve her bir maddede bulunan iki ifadenin farkının ne olduğunu kendi ifadeleriyle yazmaları istenmiştir. Öğrencilerle ölçek uygulaması sırasında yapılan görüşmeler ve yazılı olarak verdikleri yanıtlar incelenmiştir. Yapılan değerlendirmelerden sonra ölçek maddelerinin anlaşılır olduğu sonucuna varılmıştır.
3) Ölçeğin yapısı ortaokul grubunda doğrulayıcı faktör analiziyle test edilmiştir. Bu çalışmada var olan bir ölçek yapısı test edildiği için uyarladığımız ölçeğin yapı geçerliliğinin analizinde doğrulayıcı faktör analizi kullanılmıştır. Tabachnick ve Fidell (2015) açımlayıcı faktör analizini araştırmanın ilk aşamalarında ilişkili verileri grup haline getirerek veriyi tanımlamak ve özetlemek amacıyla kullanıldığını, doğrulayıcı faktör analizini ise örtük süreçler için var olan bir yapıyı test etmek amacıyla kullanıldığını belirtmiştir. Kuramsal olarak ise açımlayıcı faktör analizini kuram geliştirmeyle ilişkilendirirken, doğrulayıcı faktör analizini kuramı doğrulamayla ilişkilendirmiştir. Ayrıca Kline (2011) standart doğrulayıcı faktör analizlerinin, faktör sayılarının ve bu faktörlerin maddelerle olan ilişkilerinin açıkça ortaya konduğu birincil ölçüm modellerini analiz ettiğini belirtmektedir. Tabachnick ve Fidell (2015) örneklem büyüklüğünün, kayıp verilerin, değişkenler arasındaki uç değerlerin ve verilerin normal dağılıp dağılmadığının kontrol edilmesini gerektiğini belirtmişlerdir. Bu nedenle bu varsayımlar analiz öncesinde kontrol edilmiştir ve aşağıda sunulmuştur.
4) *Örneklem Büyüklüğü:* Ölçek Adana ili merkez ilçelerinde 5. 6. 7. ve 8. Sınıf düzeyinde eğitim görmekte olan 490 ortaokul öğrencisine uygulanmıştır.
5) *Kayıp veri analizi:* Veriler SPSS 22 programına girilip kayıp veri analizi yapılmıştır Kayıp veriler bireylerle yapılan araştırmalarda katılımcılardan veya katılımcılardan kaynaklı olmayan nedenlerden dolayı ortaya çıkabilmektedir. Kayıp verilerin analizden çıkarabilmesi için bunların rastlantısal olarak dağılıyor olması gerekmektedir (Çüm ve Gelbal, 2015) . Yapılan analiz sonucu Tablo 5’te sunulmuştur.

Tablo 5.

Rastlantısal Kayıp Veri 〚(MCAR)〛 ^a

M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14
,38	,75	,56	,34	,49	,26	,61	,61	,28	,39	,43	,66	,40	,66

a. Little's MCAR testİ: Ki-Kare = 242,302, Serbestlik Derecesi = 237, Sig. = ,393

MCAR (missing completely at radom-MCAR), kayıp verinin aynı değişken içerisinde veya diğer değişkenlerle ilişkili olmadığını ifade etmekte ve MCAR varsayımının karşılanması kayıp verilerin rastlantısal olarak dağıldığı anlamına gelmektedir (Demir ve Parlak, 2012). Tablo 5'te görüldüğü üzere α= ,393 (α> ,05) anlamlılık düzeyinde kayıp verinin değişkenlerle ilişkili olmadığı anlamına gelmekte ve kayıp verilerin rastlantısal olarak dağıldığını göstermektedir. Kayıp veriler yerine yaklaşık değer atama yöntemleri arasında basit değer atama yöntemlerinden ortalama atama (mean substitution) yöntemi bulunmaktadır (Çüm ve Gelbal, 2015). Bu çalışmada değişkenlerin ortalamaları alınarak kayıp değerlere değişken ortalamaları atanmıştır.

6) *Uç Değerlerin Belirlenmesi:* Veriler için SPSS 22 programı kullanılarak Mahalanobis uzaklığı değerleri bulunmuştur. Mahalanobis uzaklığı çok değişkenli istatistiklerde merkeze olan uzaklıkları karesel form olarak tanımlı bir formülle hesaplamamızı sağlayan ve belirlenmiş bir sınır değeri geçen gözlem uzaklığını sapan değer olarak ortaya koyan bir yöntemdir (Kıral ve Billor, 2013). Hesaplanan Mahalanobis değerlerini daha iyi anlamlandırmak için ki-kareye göre olasılık değerleri bulunmuş ,01 anlamlılık düzeyinde α<,01 den küçük olan 1 adet uç değer olduğu görülmüş ve analizden çıkarılmıştır. Analize 489 veri ile devam edilmiştir.
7) *Normal Dağılım Analizi:* Normal dağılımın varlığını test etmek için çarpıklık ve basıklık değerleri hesaplanmıştır. Çarpıklık ve basıklık katsayılarının +1,5 ile -1,5 sınırları içinde 0'a yakın olması normal dağılımın varlığına kanıt olarak değerlendirilmektedir (Tabachnick ve Fidell, 2015). Tablo 6'da verilerden hesaplanan çarpıklık ve basıklık değerleri sunulmuştur.

Tablo 6.

Verilerin Çarpıklık ve Basıklık Değerleri

	Çarpıklık	Basıklık
Problem Çözme Benlik Algısı	,057	-,639
Çözüm Yolunu Belirlemede Amaç	-,011	-,181
Problem Çözme Davranışlarındaki Farkındalık	,213	-,965
Toplam puan	,120	-,460

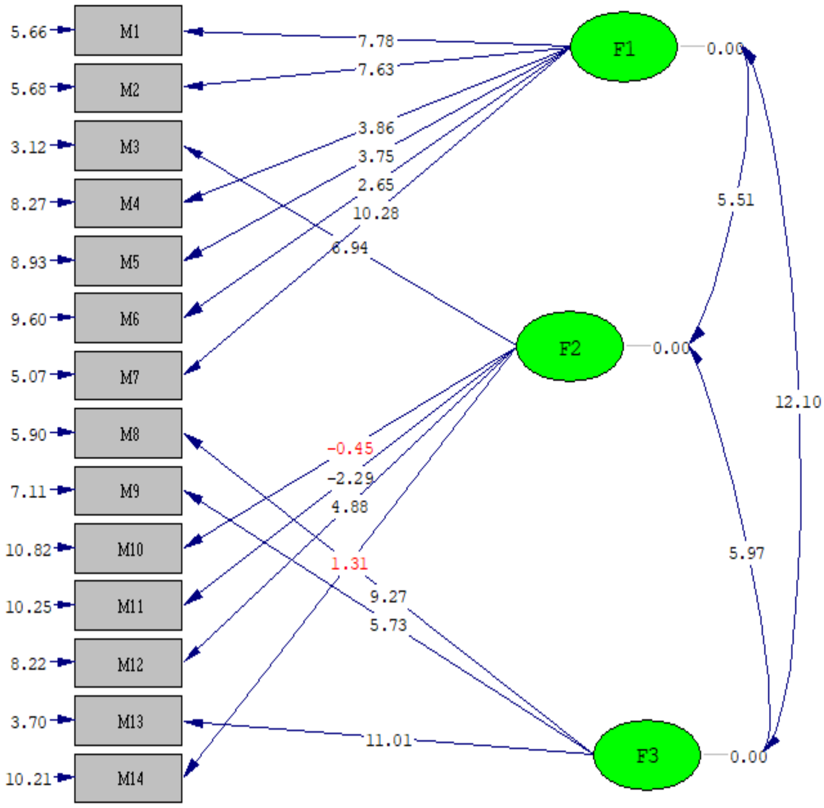
Tablo 6'da verilen çarpıklık ve basıklık değerleri incelendiğinde değerlerin +1,5 ile -1,5 arasında yer aldığı görülmektedir bu nedenle dağılımın normal dağılım gösterdiği söylenebilir.

3.3.1.2. Doğrulayıcı Faktör Analizi

Veriler yukarıda da görüldüğü gibi doğrulayıcı faktör analizine uygundur. Doğrulayıcı faktör analizi LISREL 8.7 programı kullanılarak yapılmıştır. Ölçekte yer alan maddelerde iki ifade bulunmaktadır. Bu ifadelerden biri kavramsal bilgiyi diğeri ise işlemsel bilgiyi temsil etmektedir. Katılımcıların verdiği cevaplardan kavramsal bilgiyi temsil eden ifadeler 1 olarak, işlemsel bilgiyi temsil eden ifadeler ise 0 olarak puanlanmaktadır. Bu nedenle ölçek iki değişkenli kategorik maddelerden oluşmaktadır. Doğrulayıcı faktör analizinde ham verilerden üretilen korelasyon veya kovaryans matrisleri kullanılmaktadır. Eğer veri kategorik bir değişken ise Polichoric korelasyon matrisinden üretilen asimptotik kovaryans matrisinin oluşturulması gerekmektedir (Şimşek, 2007).

LISREL 8.7 programına 489 gözlemden oluşan veri seti tanıtılmış, asimptotik kovaryans matrisi oluşturulmuştur. Komut dosyasında üç faktörlü yapı, doğrulayıcı faktör analizi tanımlamaları yapıldıktan sonra aşağıda ki syntax işletilmiştir. Analiz sonucu oluşan, t değerlerini gösteren yol (path) diyagramı Şekil 5'te sunulmuştur.

```
Observed Variables
M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14
Correlation Matrix from file son.cor
Asymptotic Covariance Matrix from file son.acm
Sample Size: 489
Latent Variables: F1 F2 F3
Relationships:
M1 M2 M4 M5 M6 M7 = F1
M3 M10 M11 M12 M14 = F2
M8 M9 M13 = F3
Path Diagram
Method Estimation : Diagonally Weighted Least Square
End of Problem
```



Chi-Square=195.84, df=74, P-value=0.00000, RMSEA=0.058

Şekil 5. Doğrulayıcı Faktör Analizi t Değerleri Yol Diyagramı

Şekil 5'te modelin uyum indekslerinden x^2=195,84 ve sd=74'tür. Ki-kare bölü serbestlik derecesi (x^2/sd) oranının 2,64 olması mükemmel uyuma işaret etmektedir. x^2/sd büyük örneklemlerde 3'ün altında ise mükemmel uyuma, 5'in altında olması kabul edilebilir uyuma karşılık gelmektedir (Kline, 2011).

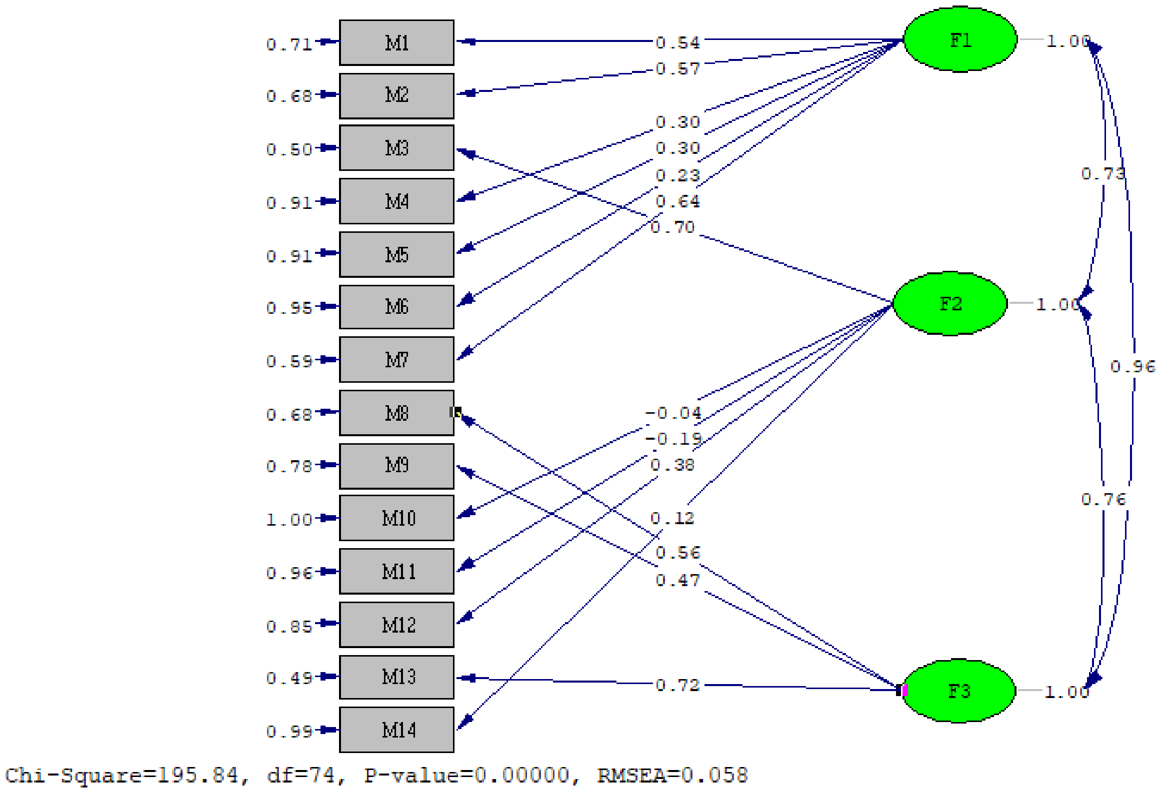
Şekil 5'te gösterilen Model uyumunu incelerken x^2/sd oranının dışında model uyum indekslerine bakmak gerekir (Çokluk vd., 2010). Uyum indekslerinden RMSEA ,05'ten küçük ise mükemmel uyuma, ,08'den küçük olması iyi uyuma işaret eder (Jöreskog ve Sörbom, 1993). Uyum indekslerinden GFI ve CFI indeksleri ,95 üzeri mükemmel, ,90 üzeri iyi uyum olduğunu gösterir (Hooper vd., 2013). Yapılan analiz için elde edilen RMSEA= ,058 değeri model için uyum indeksleri bakımından iyi bir uyum olduğunu göstermektedir. Diğer uyum indekslerinden GFI= ,96, CFI= ,93 olduğu görülmüştür, bu değerlerden GFI mükemmel model uyumu, CFI iyi model uyumu olduğunu göstermektedir. Yukarıda bahsedilen uyum indeksleri Tablo 3.3.'de özetlenerek sunulmuştur. Analizin ilerleyen kısımlarında sonuçlar Tablo 7'de verilen kriterlere göre değerlendirilmiştir.

Tablo 7.

Uyum İndeks Aralıkları

İncelenen Uyum İndeksleri	**Mükemmel Uyum**	**Kabul Edilebilir Uyum**
χ2/sd	0 ≤ χ2/sd ≤ 2	2≤ χ2/d<5
RMSEA	0 ≤ RMSEA ≤ 0,05	0,05 ≤ RMSEA ≤ 0,08
CFI	0,97 ≤ CFI ≤ 1,00	0,95≤ CFI ≤ 0,97
GFI	0,95 ≤ GFI ≤ 1,00	0,90≤ GFI ≤ 0,95

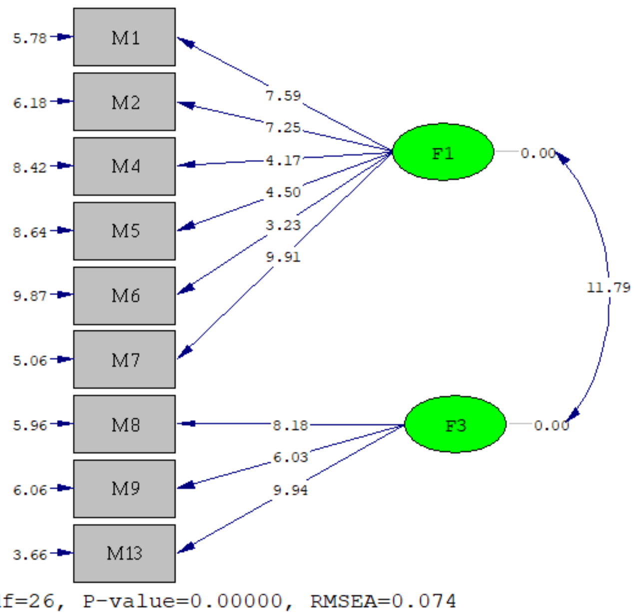
Uyum indekslerinin kabul edilebilir bulunmasıyla birlikte Şekil 5 incelendiğinde modelde t değerlerinden bazılarının problemli olduğu görülmektedir. Faktörler ile maddeler arasında oluşan t değerleri, ,05 anlamlılık düzeyinde1,96'dan, ,01 anlamlılık düzeyinde 2,56'dan daha yüksek olmalıdır (Çokluk vd., 2010). F2 ile tanımlanan ikinci faktörün M14 ve M10 maddelerinin t değerleri ,05 düzeyinde anlamlı olmadığı, bunların dışında kalan bütün gözlenen değişkeni açıklayan t değerlerinin anlamlı olduğu görülmektedir. Bu nedenle analiz sonucunda oluşan standartlaştırılmış faktör yükleri incelenmiş ve faktör yüklerine ait yol grafiği Şekil 6'da sunulmuştur.



Şekil 6. Standartlaştırılmış Çözüm Değerleri

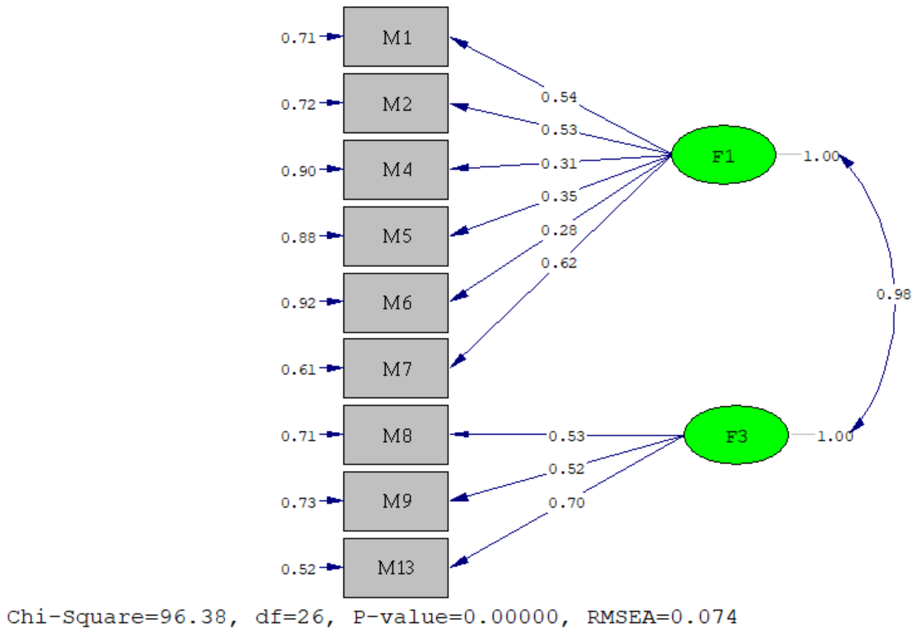
Standartlaştırılmış çözüm değerleri incelendiğinde faktörler ile değişkenler arasında oluşan faktör yüklerinin F1 faktöründe bir değer (F1-M6) hariç, F3 faktöründe ise tamamının ,30'a eşit veya büyük olduğu, F2 faktörüne bağlı madde yüklerinde ise ikisi (F2-M3, M12) hariç hepsinin ,30 dan küçük olduğu görülmektedir. Maddeye ait faktör yükünün düşük olması madde ile faktör arasındaki ilişkinin düşük olduğu anlamına gelmekte ve alan yazında genel olarak maddelerin faktör yüklerinin en az ,30'a eşit veya daha büyük olması gerektiği görüşü savunulmaktadır. Bu büyüklüğün ,40 olması gerektiğini savunan kuramcılarda mevcuttur (Çokluk vd., 2010). Bu bağlamda model uyum iyiliği yüksek olmasına rağmen, F2 faktör yüklerinde gözlenen düşük değerler ve Şekil 1'de ortaya konulan F2 faktörüne bağlı t değerlerinin anlamlı olmaması nedeniyle F2 faktörü analizden çıkarılmış, kalan iki faktörlü yapı aşağıda ki syntax işletilerek test edilmiştir. Elde edilen yol diyagramı Şekil 7'de sunulmuştur.

```
Observed Variables
M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14
Correlation Matrix from file son.cor
Asymptotic Covariance Matrix from file son.acm
Sample Size: 489
Latent Variables: F1 F2 F3
Relationships:
M1 M2 M4 M5 M6 M7 = F1
M8 M9 M13 = F3
Path Diagram
Method Estimation : Diagonally Weighted Least Square
End of Problem
```



Şekil 7. İki Faktörlü t Değerleri Yol Diyagramı

Şekil 7 incelendiğinde iki faktörlü yapının analiz sonucunda oluşan bütün gözlenen değişkeni açıklayan t değerlerinin 2,56'dan büyük anlamlı değerler olduğu görülmektedir. Şekil 7'de gösterilen x^2=96,38 ve sd=26'dır. x^2/sd oranının 3,70 olması kabul edilebilir uyuma işaret etmektedir. RMSEA değerinin (RMSEA= ,074) ,08'den küçük olması ikinci analizin orta derecede uyum gösterdiğini ortaya koymaktadır. Diğer uyum indekslerinden GFI= ,97 CFI= ,94 olduğu görülmüştür, bu değerlerden GFI mükemmel model uyumu, CFI iyi model uyumu olduğunu göstermektedir. İkinci analiz sonucunda elde edilen uyum indekslerinin ve x^2/sd oranının birlikte değerlendirilmesiyle model uyumunun iyi olduğu sonucuna varılmıştır. İki faktörlü yapının analiz sonucunda oluşan standartlaştırılmış çözüm değerlerine ait yol grafiği Şekil 8'de sunulmuştur.

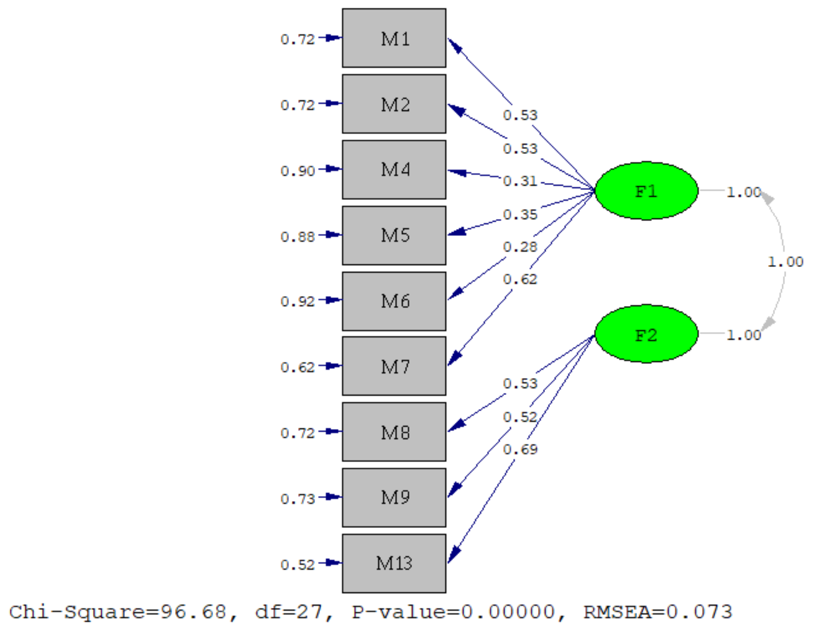


Şekil 8. İki Faktörlü Standartlaştırılmış Çözüm Değerleri

Şekil 8 incelendiğinde faktörler ile değişkenler arasında oluşan faktör yüklerinden birisinin ,30'a çok yakın ve ,28 olduğu, diğer faktör yüklerinin ,30'dan büyük olduğu görülmektedir.

Faktörler arasındaki korelasyonun ,90 dan büyük olması ayırt edici geçerlilik bakımından modelin iki faktörlü bir yapıyı ölçmediğini, bu iki faktörün esasen tek bir faktör olduğunu ortaya koymaktadır (Kline, 2011). Bu analizde iki faktör arasındaki korelasyon ,98 olarak bulunmuş, ,90'dan büyük bir değer almıştır. Bu bağlamda model uyum iyiliğinin yüksek, faktör yüklerinin kabul edilebilir seviyede olduğu ancak faktörler arası korelasyonun ,98>,90 olması, elde edilen ölçeğin bir faktörlü yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Faktörler arasındaki korelasyon 1'e eşitlenerek yapı tek faktörlü hale getirilmiş ve aşağıda ki syntax işletilmiştir. Tek faktörlü yapıya ait standartlaştırılmış çözüm değerleri Şekil 9'da sunulmuştur.

```
Observed Variables
M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14
Correlation Matrix from file son.cor
Asymptotic Covariance Matrix from file son.acm
Sample Size: 489
Latent Variables: F1 F2
Relationships:
M1 M2 M4 M5 M6 M7 = F1
M8 M9 M13 = F2
Path Diagram
Method Estimation : Diagonally Weighted Least Square
Set the error covariance between F1 and F2 to 1
End of Problem
```



Şekil 9. Tek Faktörlü Standartlaştırılmış Çözüm Değerleri

Analiz sonucu oluşan tek faktörlü standartlaştırılmış çözüm değerleri incelendiğinde x^2/sd oranı iki faktörlü yapıda bulunan 3,70 değerine göre bir miktar azalarak 3,58 olmuştur. Bu sonuç iki faktörlü yapıda olduğu gibi tek faktörlü yapıda da kabul edilebilir uyuma işaret etmektedir. Diğer uyum indekslerine baktığımızda RMSEA ,074'ten ,073'e düşerek çok küçük bir değişim gösterdiği GFI ve CFI değerlerinin ise değişmediği (GFI= ,97 CFI= ,94) görülmüştür. Faktör yüklerine baktığımızda M1 ve M2'nin .01 arttığı diğer değerlerin değişmediği görülmüştür. Bu sonuçlarla uyum indekslerinin iyi uyuma işaret etmeye, faktör yüklerinin kabul edilebilir seviyede olmaya devam ettiği sonucuna varılmıştır. Bu çalışmada doğrulayıcı faktör analizi ile elde edilen sonuçların orijinal formdaki üç faktörlü yapıyı doğrulayamadığı tek faktörlü bir yapı ortaya çıkardığı görülmüştür. Doğrulayıcı faktör analizinde tek faktörlü yapının ortaya çıkmasının nedenin orijinal ölçekteki katılımcı grubunun matematik ile ilişkili bölümlerde okuyan üniversite öğrencilerinden, yaptığımız bu çalışmanın katılımcılarının ise 5, 6, 7 ve 8. sınıfta okuyan ortaokul öğrencilerinden oluşması olduğu düşünülmektedir. Çalışmamızda oluşan ölçeğin son hali Ek 1'de sunulmuştur.

3.3.2. Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Soruları

Öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerini belirleyebilmek için Tekin Dede (2017) beş soruluk bir test oluşturmuştur. Modelleme yeterlikleri kısmi yaklaşımla ele aldığı çalışmada her bir modelleme yeterliklerini birbirinden bağımsız olarak değerlendirmiştir. Sorular Blum ve Kaiser (1997)'ın modelleme yeterlikleri çercevesine dayandırılarak sırayla "gerçek problemi anlama ve gerçekliğe dayalı bir model kurma, gerçek modelden matematiksel model kurma, matematiksel model içerisinde matematiksel soruları çözme, matematiksel sonuçları gerçek bir durumda yorumlama ve çözümü doğrulama yeterlikleri" ölçecek bicimde oluşturulmuştur. Tekin Dede (2017) soruların bir kısmını kendisi oluşturmuş bir kısmını ise alanyazından belirlediği problemleri alarak kullanmıştır. 5. sınıftan 8. sınıfa kadar öğrencilerin rahatlıkla çözebileceği daha önce karşılaştıkları matematiksel konuları içerecek şekilde seviyelerine uygun olarak hazırlamıştır. Öğrencilerin eksik bilgi nedeni ile yapabileceği hataların önüne geçmeye çalışmıştır. Sorular oluşturulduktan sonra bu doğrultuda uzman görüşlerine başvurarak sorularda uygun düzenlemeler yapmıştır. Pilot uygulama gerçekleştirip elde ettiği bulgulara göre beşinci soruyu tamamen değiştirmiş, üçüncü sorunun sayısal değerlerini düzenlemesi ile sorulara son halini vermiştir.

Oluşturulan problemlerden birincisi öğrencilerin gerçek yaşam durumuna uygun varsayımlar yapmasını gerektirmektedir. Öğrenci yaşları küçük olduğu için varsayım oluşturmakta zorlanacakları ön görülmüştür. Matematik derslerinde öğrencilerin aşina olduğu bir durum olmadığı için olası varsayımların listesi öğrencilere sunulmuş ve öğrencilerin bu liste içerisinden seçip yapmaları istenmiştir. Varsayımları rastgele seçip ilişkili ilişkisiz işaretleme yapmamaları için seçimlerin gerekçelerini açıklamaları istenmiştir. İkinci problemde gerçek yaşam durumuna uygun model kurmaları istenmiş ve öğrencilerin problemi çözüme ulaştıracak modeller oluşturması gerekmektedir. Öğrencilerin kendilerinin belirleyeceği durumlar bağlamında (otobüs ücretleri, çevresel durumlar vb.) seçenekler arasında en uygun olanını oluşturdukları modellerle belirlemeleri istenmiştir. Üçüncü soru rutin matematik problemidir. Matematiksel modelleme yeterliklerinden matematiksel soruları çözme yeterliğinin ortaya çıkarılması amaçlanmaktadır. Dördüncü soru matematiksel çözümlerin gerçek yaşam durumu bağlamında yorumlanmasını içermektedir. Problemdeki çözümün yorumlanıp verilen çözümün doğru olup olmadığını ortaya çıkarmaları beklenmektedir. Beşinci soru ise çözümü doğrulama yeterliğine yöneliktir. Çözümün tüm basamakları öğrencilere sunulmuş, öğrencilerin varsayımları belirleme, model oluşturma, çözümü doğrulama aşamalarını tek tek değerlendirmeleri istenmiştir.

Araştırmanın asıl uygulamasını gerçekleştirmeden önce yapılan pilot çalışmada birinci sorunun varsayımlarının seçimi ile ilgili öğrencilerin yeterli açıklamalar yapmadığı görülmüştür. Bu nedenle birinci soruya öğrencilerin belirledikleri varsayımları kullanarak problemin çözümünü yapacakları alan açılarak, varsayımlarını test etmeleri ve sonucu sağlayıp sağlamadığını kontrol etmeleri istenmiştir. Ayrıca öğrencilerin yaşadıkları çevreye uygun olması için orijinal problemlerde yer alan (ESHOT) ifadesi yerine (belediye otobüsü veya dolmuş) ifadesi eklenmiştir. İkinci pilot uygulamada herhangi bir soruna rastlanmadığı için problemlere verilen son şekil ile form asıl ölçme uygulamasında kullanılmıştır. Oluşturulan matematiksel modelleme yeterliği problemleri formu Ek 4’te sunulmuştur.

Matematiksel modelleme yeterlikleri ölçme problemlerine verilen cevaplar Tekin Dede (2015)’nin oluşturduğu puanlama rubriğine göre yapılmaktadır. Öğrencilerin yanıtsız bıraktığı veya yanlış yanıtlar 0 puan, yetersiz yanıtlar 1 puan, probleme uygun doğru yanıtlar 2 puan olarak değerlendirilmektedir. Her bir modelleme yeterliğine karşılık gelen düzeylerin belirlendiği rubrik Tablo 8’de sunulmuştur.

Tablo 8.

Modelleme Sorularını Değerlendirme Rubriği

	0 puan	1 puan	2 puan
1. Soru	• Boş bırakma. • Probleme uygun olmayan varsayımı seçme. • Liste dışında uygun olmayan varsayımları yazma.	• Probleme uygun varsayımların bir kısmını seçme.	• Probleme uygun olan varsayımların tümünü seçme ve doğrulama.
2. Soru	• Boş bırakma • Yanlış modeller oluşturma	• Eksik modeller oluşturma.	• Doğru modeller oluşturma.
3. Soru	• Boş bırakma. • Yanlış çözüm yapma.	• Eksik çözüm yapma.	• Doğru çözüm yapma.
4. Soru	• Boş bırakma. • “Haklıdır.” diyerek açıklama yapmama veya yanlış açıklama yapma. • “Haklı değildir.” diyerek yanlış açıklama yapma.	• Bir ölçüde mantıklı açıklama yapma.	• “Haklı değildir.” diyerek mantıklı açıklama yapma. • Yalnızca İzmir’e 25 km ve Aydın’a 43 km kaldığını ifade etme.
5. Soru	• Boş bırakma. • Yanlış açıklama yapma.	• Yalnızca bazı aşamaları doğrulama, yeterli açıklamalarda bulunmama.	• Tüm basamakların doğrulamasını yapma, yeterli açıklamalarada bulunma.

Tablo 8. (Tekin Dede, 2017) çalışmasından alınmıştır.

Yapılan çalışmanın veri analizinde güvenirliği sağlamak için araştırmacı ve başka bir alan uzmanı rastgele seçilen 20 cevap kağıdını ayrı ayrı puanlamışlardır. Araştırmacılar bir araya gelerek Miles ve Huberman (1994) uyum yüzdesine göre değerlendirme yapmışlardır. Uyuşan değerlendirme sayılarının toplam değerlendirme sayısına oranlanması sonucunda birinci problem için %90, ikinci problem için %85, üçüncü problem için %100, dördüncü problem için %90, beşinci problem için %85 uyum yüzdesi hesaplanmıştır. Yüzdelik oranların %70 üzeri olması analizlerin güvenilir olduğu anlamına gelmektedir (Miles ve Huberman, 1994). Böylece veri analizinin güvenirliği sağlanmıştır.

3.3.3. Ortaokul Öğrencilerinin Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği

Araştırmada ortaokul öğrencilerinin matematiğe yönelik tutumlarının belirlenebilmesi için Önal (2013) tarafından geliştirilen Likert tipi "Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği" kullanılmıştır. Ölçek geliştirme çalışması ortaokul 6, 7 ve 8. sınıf düzeyinden 311 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir.

Alan yazın incelenerek 45 maddelik bir madde havuzu oluşturulmuştur. Uzman görüşü alınarak bilişsel, psikomotor ve duyuşsal tutum öğeleri göz önünde bulundurularak madde sayısı 39'a indirilmiştir. Bu maddelerden 20 tanesi olumlu 19 tanesi olumsuz tutum ifade etmektedir. Ölçek maddeleri beşli Likert biçiminde "tamamen katılıyorum, katılıyorum, kararsızım, katılmıyorum ve kesinlikle katılmıyorum" derecelendirilmiştir. Olumlu maddeler 5'ten 1'e, olumsuz maddeler 1'den 5'e olacak şekilde tersten kodlanarak puanlanmaktadır. Ölçeğin tamamından alınan puan yükseldikçe olumlu tutuma azaldıkça olumsuz tutuma sahip olunduğu değerlendirilmesi yapılmaktadır. Elde edilebilecek en yüksek tutum puanı 195, en az 39 olmaktadır.

Ölçek maddelerinin analizinde madde toplam kolerasyonları hesaplanmış $p<0,05$ anlamlılık düzeyinde, kolerasyonu .30 ve altında olan maddeler ölçekten çıkarılmıştır. Kalan 22 maddenin kolerasyon değeri $r = .334$ ile $r = .749$ arasında yer almaktadır. Kolerasyon katsayıları her bir maddenin ölçtüğü özelliklerin tüm ölçeğin ölçtüğü özelliklerle aynı olduğu varsayımını doğrulamaktadır (Önal, 2013). Ölçeğin faktör yapısı araştırmacı tarafından açımlayıcı faktör analizi ile test edilmiştir. Verilerin faktör analizine tabi tutulmadan önce faktör analizinin varsayımlarından örneklem büyüklüğü için Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) değeri hesaplanmış .91 bulunmuş, normal dağılımın olup olmadığının belirlenmesi için Bartlett's Test of Sphericity değerinin (x^2: 2686,462; $p<0,01$) çok değişkenli normal dağılımı gösterdiği tespit edilmiştir. Araştırmacı tarafından gerçekleştirilen açımlayıcı faktör analizi sonucunda 22 ölçek maddesinin 4 faktörlü bir yapıya sahip olduğu belirlenmiştir. Faktörler sırasıyla "İlgi" (10 madde), "Kaygı" (5 madde), "Çalışma" (4 madde) ve "Gereklilik" (3 madde) olarak isimlendirilmiştir. Oluşturulan bu 4 faktörün toplam varyansın %55,12' sini açıkladığı tespit edilmiştir. Açımlayıcı faktör analizinin sonunda oluşan 22 madde ile doğrulayıcı faktör analizi uygulayan araştırmacı Ki-kare derecesinin serbestlik derecesine oranını 1.76, uyum indeks değerlerini GFI=0,91, AGFI=0,88, NFI=0,96, NNFI=0,98, CFI=0,98 ve RMSEA=0,50 olarak hesaplamıştır. Bu sonuçlara bakarak oluşturduğu modelin iyi bir model olduğu ve iyi bir uyuma sahip olduğunu belirlemiştir.

Araştırmacı, ölçeğin güvenirliği boyutunda hesapladığı Cronbach Alpha iç tutarlık kat sayısının 0,90 olduğunu ve bu nedenle ölçeğin güvenirliğinin yüksek derecede olduğunu belirtmektedir. Ayrıca ölçeğin her bir faktörü için elde edilen Cronbach Alpha değerlerinin İlgi= 0,89, Kaygı=0,74, Çalışma=0,69, Gereklilik=0,70 kabul edilebilir seviyede olduğu sonucuna varmıştır. Araştırmada Önal (2013) tarafından geliştirilen, geçerlik ve güvenirliği kanıtlanmış matematiğe yönelik tutum ölçeğinin olduğu gibi kullanılmasına karar verilmiştir.

3.4. Verilerin Toplanması

Ölçeklerin ortaokullarda uygulanabilmesi için Adana Milli Eğitim Müdürlüğünden gerekli izinler alınmıştır. MEB araştırma izin yazısı Ek 5'te sunulmuştur. Belirlenen ortaokul müdürleri ile görüşülerek alınan izin doğrultusunda ölçekler 2020-2021 eğitim öğretim yılı bahar döneminde uygulanmıştır. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstititüsü Müdürlüğüne yaptığımız başvuru sonucu 10/06/2020 tarih ve E.65446 sayılı etik kurul onayı alınarak araştırma gerçekleştirilmiştir.

Verilerin toplanması 3 hafta sürmüştür. Öğrencilere ölçekler hakkında gerekli açıklamalar yapılmıştır. Ölçek uygulama sürelerini belirlemek için 5, 6, 7 ve 8. Sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan 26 öğrencinin katılımı ile pilot çalışma yapılmıştır. Pilot çalışma sonucunda öğrencilerin ölçme aracı olarak kullanılan ölçeklerin ikisini (MYTÖ ve İKYİÖ) 15 dakikalık sürelerde zorlanmadan cevapladıkları görülmüştür. Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Problemleri testini ise pilot çalışmaya katılan bütün öğrencilerin 30 dakika içerisinde cevaplandırdıkları tespit edilmiştir. Öğrencilerin ölçme araçlarını cevaplarken zaman kısıtlaması yapılmak istenmemesine rağmen pilot çalışmada gözlenen süreler göz önünde bulundurularak asıl uygulamada ölçme araçları öğrenciler tarafından cevaplandırılırken ölçekler ve problemler için birer ders saati olmak üzere 2 ders saati kullanılmıştır. Öğrencilerin ölçek ve formları cevaplayabilmeleri için verilen süreler ile ilgili olarak asıl uygulama esnasında araştırmacı tarafından hiçbir olumsuzluk gözlenmemiştir.

3.5. Verilerin Analizi

Bu çalışmada verilerin analizinde betimsel ve çıkarımsal analizler kullanılmıştır. Betimsel analizde aritmetik ortalama, standart sapma, frekans ve yüzde kullanılmıştır. Çıkarımsal analizde tek yönlü varyans analizi (ANOVA), basit doğrusal regresyon ve çoklu doğrusal regresyon analizleri kullanılmıştır.

Toplanan veriler bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Araştırmanın amacı doğrultusunda bilgisayar ortamına aktarılan veriler IBM SPSS 22.0 istatistik paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Öncelikle toplanan verilerin normal dağılım gösterip göstermediği kontrol edilmiştir. Yapılacak parametrik bir analizin ön şartı verilerin normal veya normale yakın bir dağılıma sahip olmasıdır (Kalaycı, 2010). Bu nedenle verilerin analizinde kullanılacak değişkenlere ait çarpıklık ve basıklık değerleri Tablo 9'da sunulmuştur.

Tablo 9.

Değişkenlere Ait Çarpıklık ve Basıklık Değerleri

Verilerden Elde Edilen Puanlar		İstatistik	Std. Hata
İKYİÖ puanları	Çarpıklık	,133	,113
	Basıklık	-,529	,225
MMYP puanları	Çarpıklık	,791	,113
	Basıklık	-,290	,225
MYTÖ Alt faktörü İlgi değişkeni puanları	Çarpıklık	-,604	,113
	Basıklık	,037	,225
MYTÖ Alt faktörü Kaygı değişkeni puanları	Çarpıklık	,269	-,113
	Basıklık	-937	,225
MYTÖ Alt faktörü Çalışma değişkeni puanları	Çarpıklık	-,781	,113
	Basıklık	1,222	,225
MYTÖ Alt faktörü Gereklilik değişkeni puanları	Çarpıklık	1,118	-,113
	Basıklık	,554	,225

Sosyal bilimlerde yapılan çalışmalarda normal dağılım testi sonucunda oluşan çarpıklık ve basıklık değerlerinin +1,5 ile -1,5 arasında olması gözlenen değişkenin normal dağıldığını göstermektedir (Tabachnick ve Fidell, 2015). Benzer şekilde, George ve Mallery (2019) çarpıklık ve basıklık katsayılarının +2 ile -2 sınırları içinde 0'a yakın olmasını normal dağılımın varlığına kanıt olarak değerlendirilebileceğini belirtmektedir.

Tablo 9'da ki çarpıklık ve basıklık değerlerine baktığımızda toplam puanların dağılımlarının kabul edilebilir aralıklarda normal dağılıma yakın oldukları görülmüştür.

Araştırmada betimsel ve çıkarımsal analizler gerçekleştirilmeden önce ölçek ve problem formlarından elde edilen puanlar, ölçme araçlarını hazırlayan araştırmacıların ortaya koyduğu özellikler göz önünde bulundurularak gruplara ayrılmıştır. Gruplara ayırmak için izlenen yollar aşağıda sunulmuştur.

Aritmetik ortalamaların anlamlandırılabilmesi amacıyla ölçme araçlarından elde edilen veriler için değerlendirme aralıkları hesaplanmıştır. Aralıkların eşit olduğu varsayılarak Problem Çözümüne Kavramsal / İşlemsel Yaklaşım İnanç Ölçeğinden (İKYİÖ) elde edilen veriler düşük, orta ve yüksek olmak üzere üç düzeye ayrılmıştır. Öğrencilerin İKYİÖ'den elde edebilecekleri puanlar 0 (işlemsel yaklaşıma sahip olma) ile 9 (kavramsal yaklaşıma sahip olma) arasında değişmektedir. Değrelendirme puan aralığı (Puan Aralığı = (En Yüksek Değer – En düşük Değer)/3 = (9-0)/3=3) 3 olarak hesaplanmıştır. Toplam puanı 0-3 aralığında olanlar problem çözümünde kendini işlemsel bilgi düzeyine yakın, kavramsal bilgi düzeyine uzak olarak nitelendirdiğini (işlemsel/düşük kavramsal) ifade etmektedir. Toplam puanı 3,01-6 aralığında olanlar kendilerini orta düzey kavramsal bilgi düzeyine yakın olarak ifade etmektedir. Toplam puanı 6,01-9 aralığında olanlar ise kendilerini yüksek kavramsal bilgi düzeyine yakın olarak ifade etmektedir. Öğrencilerin MMY soru formundan elde edebilecekleri en düşük puan 0 ile en yüksek puan 10 arasında değişmektedir. Değrelendirme puan aralığı (Puan Aralığı = (En Yüksek Değer – En düşük Değer)/3 = (10-0)/3=3,33) 3,33 olarak hesaplanmıştır. MMYP toplam puanı 0-3,33 olanlar düşük, 3,34-6,66 olanlar orta, 6,67-10 olanlar yüksek modelleme yeterliğine sahip olduğu kabul edilerek gruplandırılmıştır. Öğrencilerin MYTÖ toplam puanlarında ise ölçekten elde edebilecekleri en düşük puan 22 matematiğe yönelik olumsuz tutuma sahip olma ile en yüksek puan 110 matematiğe yönelik olumlu tutuma sahip olama arasında değişmektedir. Değrelendirme puan aralığı (Puan Aralığı = (En Yüksek Değer – En düşük Değer)/3 = (110-22)/3=29,33) 29,33 olarak hesaplanmıştır. Öğrencilerden MYTÖ puanı 22-51,33 aralığında olanların matematiğe yönelik olumsuz tutuma sahip olduğu, 51,34-80,66 aralığında olanların orta düzey olumlu/olumsuz tutuma sahip olduğu, 80,67-110 aralığında olanların olumlu tutuma sahip olduğu kabul edilerek gruplandırılmıştır. Öğrencilerin aritmetik ortalamalarını anlamlandırmak için hesaplanan değerlendirme aralıkları ile oluşturulan ölçek ve problem formu puanları veri setine eklenmiştir.

Araştırmanın amaçları doğrultusunda grupların ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Varyans analizinde tek yönlü ANOVA, bir bağımlı değişkene ait ölçümlerin birbirinden bağımsız olan ikiden fazla grubun yer aldığı bağımsız değişkenin ortalamaları arasında anlamlı farklılık gösterip göstermediğinin tespit edilmek istendiği durumlarda kullanılır. Tek yönlü ANOVA'da bağımlı değişkenin metrik, bağımsız değişkenlerin kategorik olması gerekmektedir (Kalaycı, 2010). Böylece katılımcıların İKYİÖ'den aldığı toplam puanları bağımlı değişken olarak sabit tutulmuş, düşük, orta ve yüksek olarak katagorize edilen MMY değişkeni ise bağımsız değişken seçilerek bağımlı değişken üzerinde (İKYİÖ) anlamlı bir etki oluşturup oluşturmadığı incelenmiştir. Burada ortaya konulmak istenen öğrencinin matematiksel modelleme yeterliklerinin (düşük, orta, yüksek), matematikte işlemsel ve kavramsal bilgi düzeyleri üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olup olmadığını ölçmektir.

Tek yönlü ANOVA testinin ön şartı varyansların homejenliğidir. Varyansların homojenliği Levene testi ile tespit edilmeye çalışılmıştır. Levene Testi p olasılık değeri %95 güven aralığında $p>,05$ olduğunda "varyanslar homojen olarak dağılmaktadır" hipotezi kabul edilir (Kalaycı, 2010). Bu çalışmada grupların varyanslarının homojenliği Levene Testi ile test edilmiş ve p olasılık değeri ,874 ($p > ,05$) olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak MMY düşük, orta ve yüksek olan grupların İKYİÖ puanlarına ilişkin normallik varsayımının karşılandığı ve grupların varyanslarının homojen olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bilimsel araştırmalarda araştırmacıların neden-sonuç ilişkilerini bir model içerisinde sunmaya çalıştıkları doğrusal regresyon modelleri (basit doğrusal, çoklu doğrusal ve çok değişkenli doğrusal) sosyal bilimlerde yaygın olarak kullanılan modellerdir (Çokluk vd., 2010). Bu modellerden basit doğrusal regresyon bir bağımlı değişken ile bir bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi değerlendirmeye, bağımlı değişkeni bağımsız değişken ile yordamaya olanak sağlar (Büyüköztürk, 2011). Bu bağlamda varyans analizi sonucunda İKYİÖ ile MMYP arasında etkiler belirlendikten sonra oluşan etkinin neden-sonuç ilişkileri ile bir model içerisinde ortaya konulması hedeflenmiştir. Bu amaçla basit doğrusal regresyon modeli oluşturulmuş ve analiz edilmiştir. Düşük, orta ve yüksek MMY puanı olarak kategorize edilen puanlar bağımsız, İKYİÖ puanları bağımlı değişken olarak seçilmiş, öğrencilerin modelleme yeterlikleri düzeylerinin işlemsel ve kavramsal yaklaşımlarını yordayıp yordamadığı tespit edilmeye çalışılmıştır.

Çoklu doğrusal regresyon analizleri de basit doğrusal regresyon analizleri gibi bağımsız değişkenleri kullanarak bağımlı değişkeni yordamak için kullanılır. Farkı ise bağımsız değişken sayısıdır. Bağımlı değişken birden çok bağımsız değişken ile yordanmaya çalışılır (Tabachnick ve Fidell, 2015). Bu araştırmanın amaçları doğrultusunda öncelikle MYTÖ'nün alt faktörleri olan ilgi, kaygı, çalışma ve gereklilik bağımsız değişkenler olarak ele alınmış ve İKYİÖ bağımlı değişkenini yordayıp yordamadığı çoklu doğrusal regresyon analizi ile ortaya konulmaya çalışılmıştır. Sonrasında yine MYTÖ'nün alt faktörleri olan ilgi, kaygı, çalışma ve gereklilik bağımsız değişkenler olarak ele alınmış ve MMY bağımlı değişkenini yordayıp yordamadığı çoklu doğrusal regresyon analizi ile ortaya konulmaya çalışılmıştır.

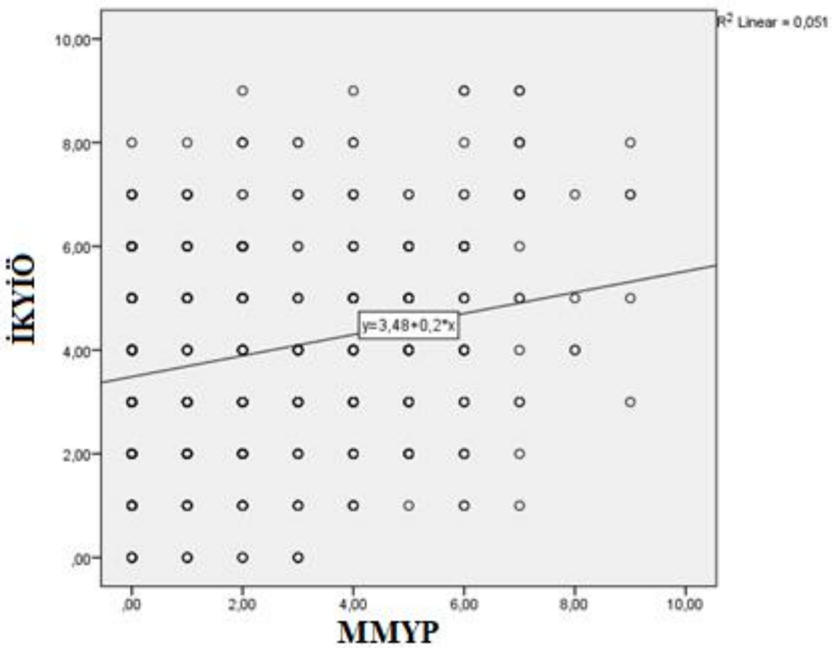
Doğrusal regresyon analizlerinde verilerin doğru bir şekilde yorumlanabilmesi için bir takım ön şartların (varsayımların) sağlanmış olması gerekmektedir. Bu ön şartlar sırasıyla:

- Bağımlı değişken, eşit aralıklı veya eşit oranlı ölçme düzeyinde ve sürekli değişken olmalıdır. Bağımsız değişkenlerin de aynı olması beklenir ancak kategorik de olabilir.
- Değişkenlerin tamamı normal dağılıma sahip olmalıdır (normallik).
- Değişkenler arasında doğrusal ilişki olmalıdır (doğrusallık).
- Bağımsız değişkenler arasında çoklu bağlantılılık (multi-collinearity) olmamalıdır.
- Gözlem değerleri içerisinde uç (sapan) değerler olmamalıdır.
- Tahmine ait hatalar normal dağılıma sahip olmalıdır.
- Eş varyanslılık (homoscedastic) olmalıdır.
- Hatalar birbirinden bağımsız olmalıdır (Çokluk vd., 2010; Kalaycı, 2010; Tabachnick ve Fidell, 2015).

Araştırmanın amaçları doğrultusunda gerçekleştirilen basit/çoklu doğrusal regresyon analizlerinin her biri için regresyon analizleri ön şartları kontrol edilmiştir. Araştırmada ölçme araçlarından elde ettiğimiz toplam puanlar ile MYTÖ'nün alt faktör puanları eşit aralıklı ölçek düzeyinde olduğundan doğrusal regresyon analizlerinin birinci ön şartı sağlanmıştır. Betimsel ve çıkarımsal analaizler için yukarıda sunduğumuz normallik analizleri doğrusal regresyon analizinin de ön şartı olduğundan doğrusal regresyon analizinin ikinci ön şartı da sağlanmıştır. Doğrusal regresyon analizlerinin diğer ön şartları ise her bir analiz için aşağıda başlıklar halinde sunulmuştur.

1- Basit Doğrusal Regresyon Analizi Ön Şartlarının Kontrolü

Araştırmada matematiksel modelleme yeterlik düzeyleri ile İKYİÖ puanları arasında doğrusal ilişkinin varlığını kontrol edebilmek için saçılım grafiğinden yararlanılarak, değişkenler arasında doğru grafiği oluşturulmuş ve Şekil 10'da sunulmuştur.

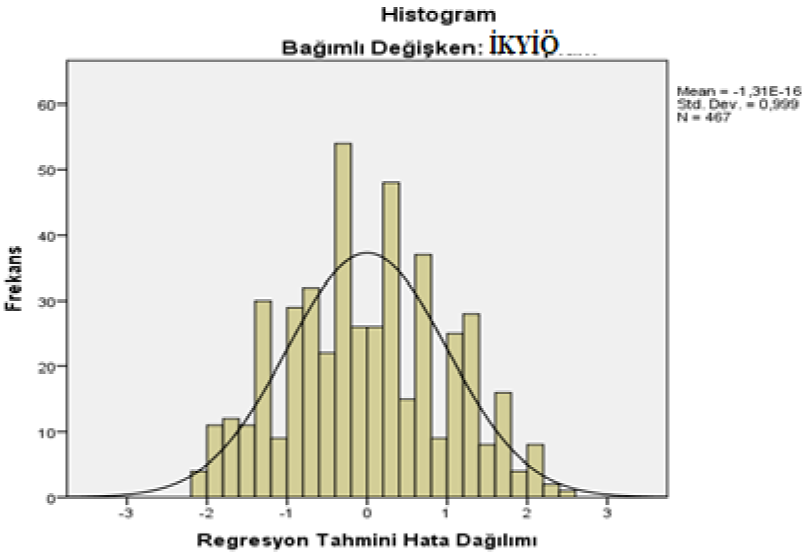


Şekil 10. Modelleme Yeterlikleri Düzeyi ile İKYİÖ Verileri Arasındaki Doğrusal İlişkiler

Şekil 10'da yer alan saçılım grafiğini incelediğimizde çoklu regresyon analizinin üçüncü ön şartlarından doğrusallığın sağlandığı görülmektedir.

Doğrusal regresyon analizindeki bir diğer ön şart gözlem değerleri içerisinde uç (sapan) değerler olmamalıdır. Verilerde uç değerler olup olmadığını belirlemek için Mahalanobis uzaklıkları yöntemi kullanılmıştır. 470 örneklem içerisinde Mahalanobis uzaklığı puanlarının Ki-Kare dağılımındaki olasılıklarına bakılmış, ,001 düzeyinde ($p<,001$) olasılık değerine sahip 3 uç değer bulunmuştur. Bu değerler için cevaplar incelendiğinde öğrencilerin formları okumadan rastgele aynı değerleri işaretlediği görülmüş ve veri setinden çıkarılarak 467 örneklem verisi ile analizlere devam edilmiştir.

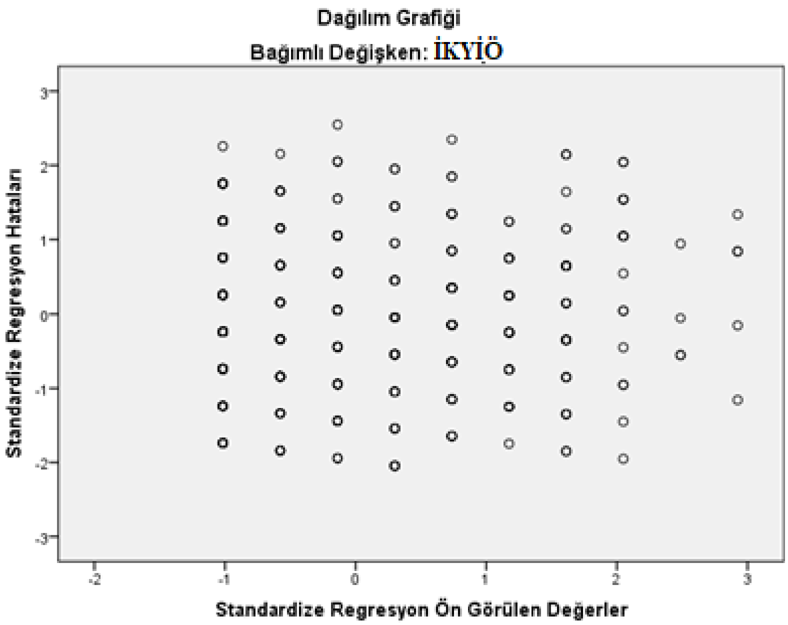
Basit doğrusal regresyon analizi için tahmine ait hatalar normal dağılıma sahip olmalıdır. Tahmine dayalı hatalara ait dağılımı belirlemek için basit doğrusal regresyon analizi içerisinde normallik testi yapılmıştır. Tahmine dayalı hataları gösteren histogram grafiği Şekil 11’de sunulmuştur.



Şekil 11. Basit Doğrusal Regresyon Analizi Tahminine Dayalı Hata Dağılımı

Şekil 11’e baktığımızda tahmine ait hataların dağılımının normal dağılıma yakın olduğu görülmektedir.

Basit doğrusal regresyon analizi için diğer ön şartımız değişkenimizin tahmini dağılımında eş varyanslılık (homoscedastic) olmalıdır. Verilere ait eş varyanslılığı belirlemek için yapılan analiz sonucu Şekil 12’de sunulmuştur.



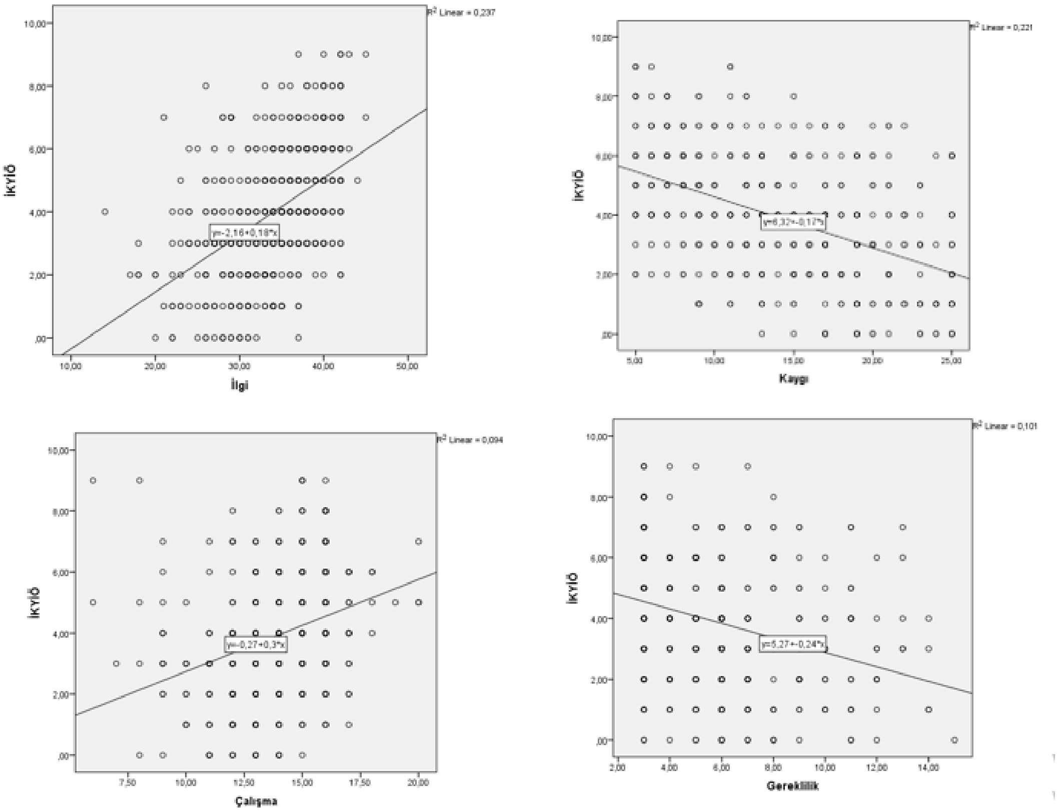
Şekil 12. Basit Doğrusal Regresyon Eş Varyanslılık Dağılımı

Verilerin tahmini dağılımının saçılım grafiğinde dikdörtgene benzer şekilde dağılması eş varyanslılığın sağlandığını göstermektedir (Tabachnick ve Fidell, 2015). Şekil 12'ye baktığımızda tahmine ait verilerin saçılımının eş varyanslık ön şartını sağladığı söylenebilir.

Basit doğrusal regresyon analizinin son ön şartı hataların birbirinden bağımsız olmasıdır. Hataların bağımsız olarak dağılmasını gösteren Durbin-Watson istatistiği 1 ile 3 arasında değer almalı 2'ye yakın olmalıdır (Kanbur ve Özyer, 2016). Basit doğrusal regresyon analizi ile elde edilen Durbin-Watson değeri 2,021'dir, beklenen aralıkta ve 2'ye çok yakındır. Bu bağlamda hataların birbirinden bağımsız olduğu tespit edilmiştir. Basit doğrusal regresyon analizinin ön şartlarının tümünün sağlandığı görülmüştür.

2- Matematiğe Yönelik Tutum Alt Faktörleri ile İşlemsel ve Kavramsal Yaklaşım Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi Ön Şartlarının Kontrolü

Araştırmada MYTÖ alt faktörleri ile İKYİÖ puanları arasında çoklu doğrusal ilişkinin varlığını kontrol edebilmek için saçılım grafiğinden yararlanılarak, değişkenler arasında doğru grafikleri oluşturulmuş ve Şekil 13'te sunulmuştur.



Şekil 13. MYTÖ Alt Faktörleri ile İKYİÖ Değişkenleri Arasındaki Çoklu Doğrusal İlişkiler

Şekil 13'te yer alan saçılım grafiklerini incelediğimizde çoklu regresyon analizinin ön şartlarında doğrusallığın sağlandığı görülmektedir.

Çoklu doğrusal regresyon analizinde bağımsız değişkenler arasındaki korelasyon ,80 ve daha küçük ise çoklu doğrusallık ve tekillik olmadığı kabul edilebilir (Berry ve Feldman, 1985; Büyüköztürk, 2011). Çoklu bağlantılılık oluşması açıklanan varyans değerinin yüksek olmasına neden olur ve bağımsız değişkenler birbirlerini çok fazla etkilediği için bağımlı değişken üzerindeki etki net bir şekilde okunamayacaktır (Büyüköztürk, 2011). Elde edilen sonuçlar incelendiğinde "Bağımsız değişkenler arasında çoklu bağlantılılık (multicollinearity) ve tekillik olmamalıdır." ön şartının belirlenmesi için değişkenler arasındaki kolerasyonlar incelenmiştir. Pearson korelasyon katsayıları Tablo 10'da sunulmuştur.

Tablo 10.

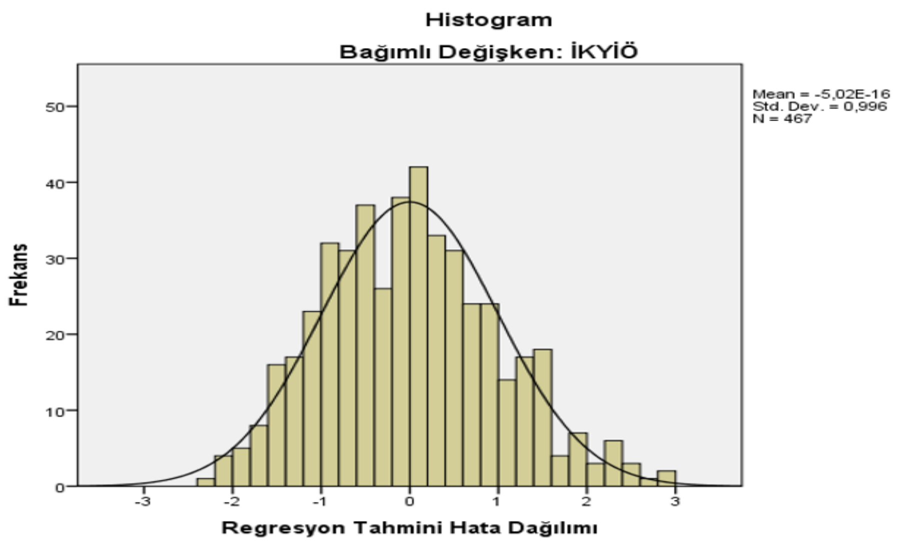
MYTÖ Alt Faktörleri ile İKYİÖ Değişkenleri Arasındaki Çoklu Regresyon Korelasyon Matrisi

		İKYİÖ	İlgi	Kaygı	Çalışma	Gereklilik
Pearson	İKYİÖ	1,000	,508	-,480	,318	-,329
Kolerasyonu	İlgi	,508	1,000	-,577	,389	-,575
	Kaygı	-,480	-,577	1,000	-,228	,549
	Çalisma	,318	,389	-,228	1,000	-,308
	Gereklilik	-,329	-,575	,549	-,308	1,000

Tablo 10’a baktığımızda bağımsız değişkenler arasındaki korelasyon ,80’den küçük olduğu, çoklu doğrusallık ve tekilliğin olmadığı görülmüştür. Ayrıca çoklu doğrusallık ve tekilliğin olup olmadığını çoklu doğrusal regresyon analiz sonuçları altında elde ettiğimiz varyans büyütme faktörü (VIF) değerine bakarak kontrol edebiliriz. VIF değeri 3 ve 3’ün altında ise çoklu doğrusal regresyon analizinde çoklu doğrusallık ve tekilliğin olmadığı kabul edilir (Allison, 1999). MYTÖ alt faktörleri için hesaplanan VIF değerlerinin ilgi VIF = 1,880, kaygı VIF = 1,676, çalışma VIF = 1,194 ve gereklilik VIF=1,693 olarak tespit edilmiş ve tamamının 3’ün altında olduğu görülmüştür.

Çoklu doğrusal regresyon analizindeki diğer ön şart gözlem değerleri içerisinde uç (sapan) değerler olmamalıdır. Verilerde uç değerler olup olmadığını belirlemek için Mahalanobis uzaklıkları yöntemi kullanılmıştır. Veriler arasında uç değerler olmadığı görülmüş diğer ön şartların analizine devam edilmiştir.

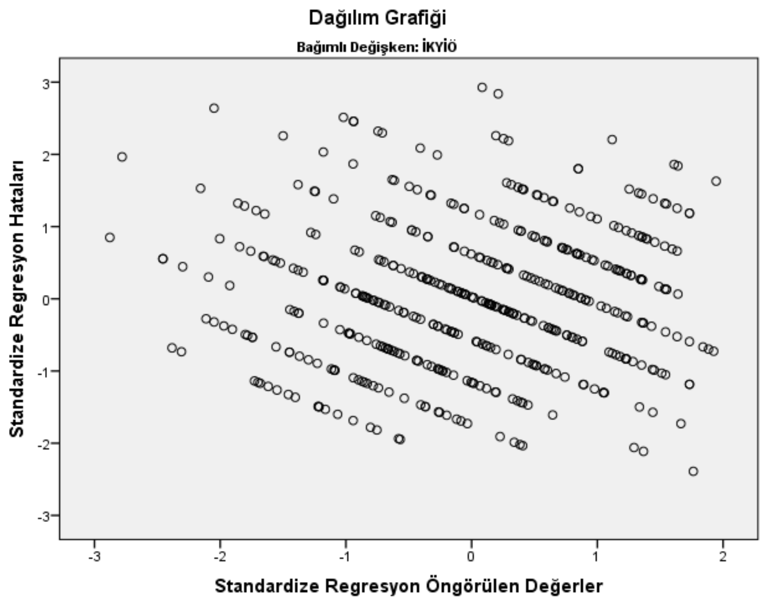
Tahmine ait hatalara ait dağılımı belirlemek için çoklu doğrusal regresyon analizi içerisinde normallik testi yapılmıştır. Tahmine dayalı hataları gösteren histoğram grafiği Şekil 14’te sunulmuştur.



Şekil 14. MYTÖ Alt Faktörleri ile İKYİÖ Değişkenleri Arasındaki Çoklu Doğrusal Regresyon Tahminine Dayalı Hata Dağılımı

Şekil 14'e baktığımızda tahmine dayalı hataların normal dağılıma sahip olduğu görülmektedir.

Regresyon analizi için ön şartlardan bir diğeri eş varyanslılık (homoscedastic) olmalıdır. Verilere ait eş varyanslılığı belirlemek için yapılan analiz sonucu Şekil 15'te sunulmuştur.



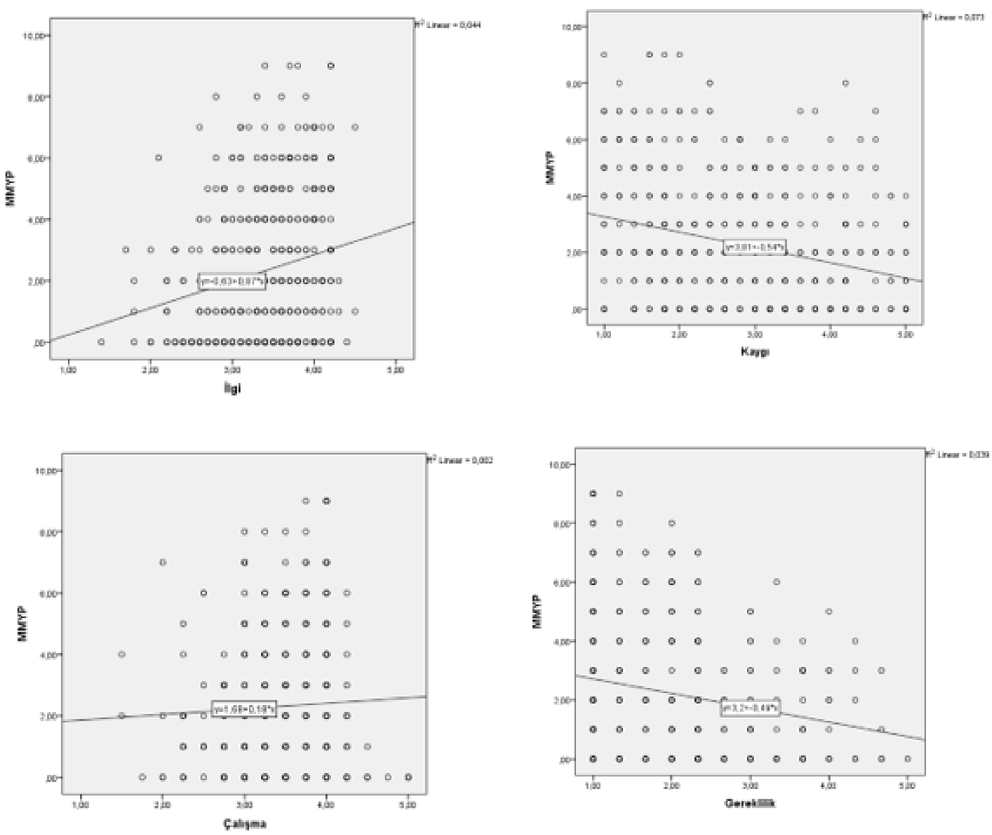
Şekil 15. MYTÖ Alt Faktörleri ile İKYİÖ Değişkenleri Arasındaki Çoklu Doğrusal Regresyon Tahmininin Eş Varyanslılık Dağılımı

Şekil 15'e baktığımızda tahmine ait verilerin saçılımının bir diktörgen oluşturduğu, eş varyanslık ön şartını sağladığı söylenebilir.

Basit doğrusal regresyon analizi ile elde edilen Durbin-Watson değeri 2,224'tür, beklenen aralıkta ve 2'ye çok yakındır. Bu bağlamda hataların birbirinden bağımsız olduğu tespit edilmiştir. Çoklu doğrusal regresyon analizinin ön şartlarının tümünün sağlandığı görülmüştür.

3- Matematiğe Yönelik Tutum Alt Faktörleri ile Modelleme Yeterlikleri Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi Ön Şartlarının Kontrolü

Araştırmada MYTÖ alt faktörleri ile MMYP arasında çoklu doğrusal ilişkinin varlığını kontrol edebilmek için saçılım grafiğinden yararlanılarak, değişkenler arasında doğru grafikleri oluşturulmuş ve Şekil 16'da sunulmuştur.



Şekil 16. MYTÖ Alt Faktörleri ile MMYP Değişkenleri Arasındaki Çoklu Doğrusal İlişkiler

Şekil 16'da yer alan saçılım grafiklerini incelediğimizde çoklu regresyon analizinin ön şartlarında doğrusallığın sağlandığı görülmektedir.

Bağımsız değişkenler arasında çoklu bağlantılılık (multicollinearity) ve tekillik olmamalıdır ön şartının belirlenmesi için değişkenler arasındaki korelasyonlar incelenmiştir. Pearson korelasyon katsayıları Tablo 11'de sunulmuştur.

Tablo 11.

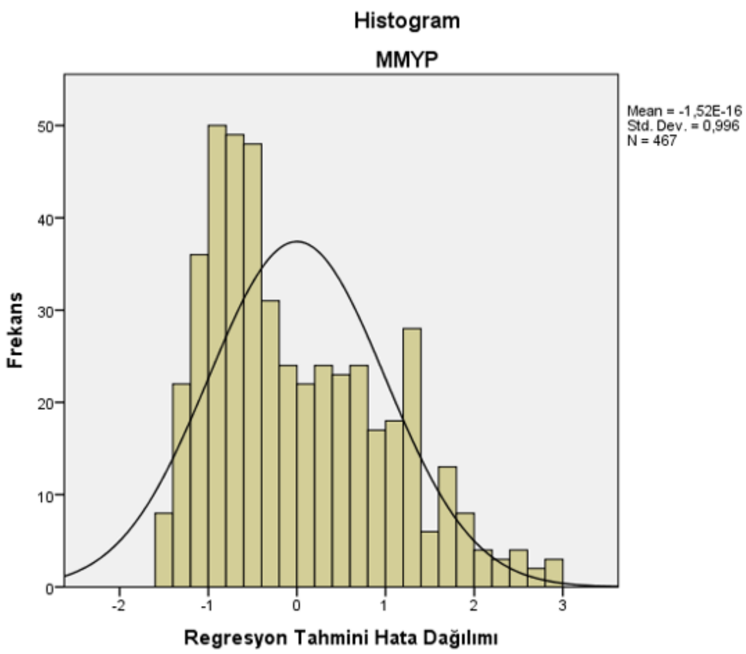
MYTÖ Alt Faktörleri ile MMYP Değişkenleri Arasındaki Çoklu Regresyon Korelasyon Matrisi

		MMYP	İlgi	Kaygı	Çalışma	Gereklilik
Pearson	MMYP	1,000	,210	-,270	,042	-,197
Kolerasyonu	İlgi	,210	1,000	-,577	,389	-,575
	Kaygı	-,270	-,577	1,000	-,228	,549
	Çalisma	,042	,389	-,228	1,000	-,308
	Gereklilik	-,197	-,575	,549	-,308	1,000

Tablo 11'e baktığımızda bağımsız değişkenler arasındaki korelasyon ,577 ile ,042 arasında olduğu, MYTÖ alt faktörleri için hesaplanan VIF değerlerinin, ilgi VIF = 1,880, kaygı VIF = 1,676, çalışma VIF = 1,194 ve gereklilik VIF = 1,693 olarak tespit edilmiş ve tamamının 3'ün altında olduğu görülmüştür. Bu bağlamada çoklu doğrusallık ve tekilliğin olmadığı görülmüştür.

Çoklu doğrusal regresyon analizindeki diğer ön şart gözlem değerleri içerisinde uç (sapan) değerler olmamalıdır. Verilerde uç değerler olup olmadığını belirlemek için Mahalanobis uzaklıkları yöntemi kullanılmıştır. Veriler arasında uç değerler olmadığı görülmüş diğer ön şartların analizine devam edilmiştir.

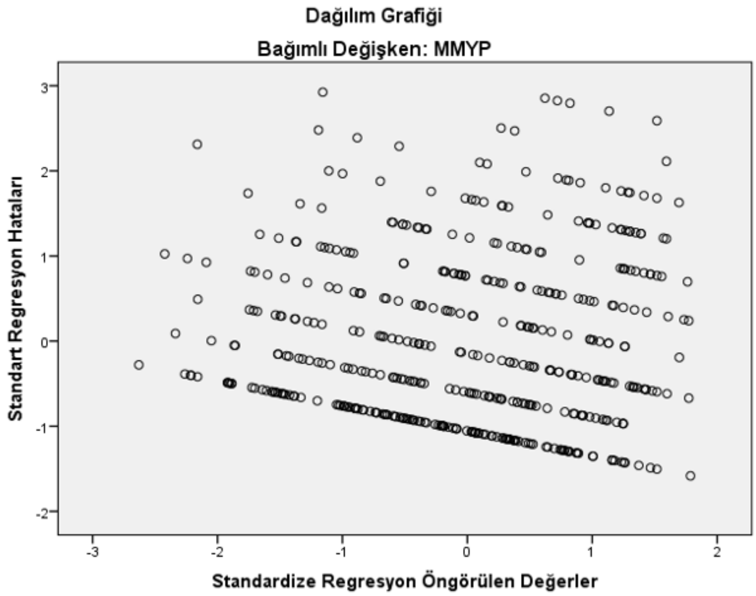
Regresyon analizi için ön şartlardan bir diğeri tahmine dayalı hatalar normal dağılıma sahip olmalıdır. Hatalara ait dağılımı belirlemek için normallik analizi yapılmıştır. Tahmine dayalı hataları gösteren histoğram grafiği Şekil 17'de sunulmuştur.



Şekil 17. MYTÖ Alt Faktörleri ile MMYP Değişkenleri Arasındaki Çoklu Doğrusal Regresyon Tahminine Dayalı Hata Dağılımı

Şekil 17'ye baktığımızda tahmine ait hataların normal dağılıma yakın olduğu görülmektedir.

Regresyon analizi için ön şartlardan bir diğeri eş varyanslılığa (homoscedastic) sahip olmalıdır. Verilere ait eş varyanslılığı belirlemek için yapılan analiz sonucu Şekil 18'de sunulmuştur.



Şekil 18. MYTÖ Alt Faktörleri ile MMYP Değişkenleri Arasındaki Çoklu Doğrusal Regresyon Tahmininin Eş Varyanslılık Dağılımı

Şekil 18'e baktığımızda tahmine ait verilerin saçılımının bir diktörgen oluşturduğu, eş varyanslık ön şartını sağladığı söylenebilir.

Basit doğrusal regresyon analizi ile elde edilen Durbin-Watson değeri 1,537'dir, beklenen aralıkta ve 2'ye yakındır. Bu bağlamda hataların birbirinden bağımsız olduğu tespit edilmiştir. Çoklu doğrusal regresyon analizinin ön şartlarının tümünün sağlandığı görülmüştür.

BÖLÜM IV

BULGULAR

Bu bölümde araştırma probleminin çözümüne ilişkin ölçme araçları ile elde edilen veriler yardımıyla, araştırmanın amacına ilişkin soruların istatistiksel çözümlemeleri ve bulguları sunulmuştur. Ortaya çıkan bulgular araştırmanın alt problemlerine karşılık gelecek şekilde sırayla sunulmuştur.

4.1. Araştırmanın Birinci Alt Amacına İlişkin Bulgular

Bu bölümde, araştırmanın birinci alt amacı olan "Ortaokul öğrencilerinin problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşımları, matematiksel modelleme yeterlikleri ve matematiğe yönelik tutumları nasıldır?" sorusuna ilişkin bulgular tablo halinde sunulmuştur. Öğrencilerin "İşlemsel ve Kavramsal Yaklaşım İnanç Ölçeği" İKYİÖ, "Matematiksel Modelleme Yeterliği" MMY problemleri ve "Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği" MYTÖ ölçme araçları ile elde edilen verilerine ait aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 12'de sunulmuştur.

Tablo 12.

İKYİÖ, MMY, MYTÖ Puanları Aritmetik Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

	N	$\bar{x}$	ss	Minimum Değer	Maksimum Değer
İKYİÖ	467	3,95	2,05	,00	9
MMY	467	2,32	2,28	,00	9
MYTÖ	467	67,16	6,18	44	95

Tablo 12'de öğrencilerin problem çözümünde işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeylerinin ortalaması $\bar{x}$=3,95 (orta), matematiksel modelleme yeterlikleri düzeyi ortalaması $\bar{x}$=2,32 (düşük), matematiğe yönelik tutum düzeyleri $\bar{x}$=67,16 (orta)'dır.

Öğrencilerin problem çözümünde işlemsel ve kavramsal yaklaşım, matematiksel modelleme yeterlikleri, matematiğe yönelik tutum puanları kullanılarak düşük, orta ve yüksek olacak şekilde kategorize edilmiş veri setlerinden elde edilen frekans ve yüzdeler

Tablo 13'te sunulmuştur.

Tablo 13.

İşlemsel ve Kavramsal Bilgi, Matematiksel Modelleme Yeterlikleri, Matematiğe Yönelik Tutum Düzeylerine İlişkin Frekans ve Yüzdeler

Düzeyler	Frekans	Yüzde
Düşük düzey kavramsal yaklaşım	295	62,1
Orta düzey kavramsal yaklaşım	158	33,3
Yüksek düzey kavramsal yaklaşım	22	4,6
Düşük modelleme yeterlik düzeyi	385	81,1
Orta modelleme yeterlik düzeyi	81	17
Yüksek modelleme yeterlik düzeyi	9	1,9
Düşük düzey olumlu tutum	49	10,5
Orta düzey olumlu tutum	394	84,4
Yüksek düzey olumlu tutum	24	5,1

Tablo 13'e bakıldığında öğrencilerin %62,1'inin işlemsel/düşük kavramsal yaklaşıma, %33,3'ünün orta düzey kavramsal yaklaşıma, %4,6'sının yüksek kavramsal yaklaşıma sahip oldukları görülmektedir. Öğrencilerin problem çözümünde ağırlıklı olarak işlemsel yaklaşıma yakın olduğu pek azının yüksek kavramsal yaklaşıma yakın olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin %81,1'inin düşük modelleme yeterliklerine sahip olduğu, %1,9'unun yüksek modelleme yeterliklerine sahip olduğu görülmektedir. Bu nedenle çalışma grubunda yer alan öğrencilerin ölçme aracıyla elde edlilen bulgular özelinde modelleme yeterliklerinin gelişmemiş olduğu söylenebilir. Öğrencilerin %10,5'inin matematiğe yönelik düşük olumlu tutuma, %84,4'ünün matematiğe yönelik orta düzey olumlu tutuma, %5,1'inin matematiğe yönelik olumlu tutuma sahip oldukları görülmektedir. Öğrencilerin çoğunluğunun orta düzey matematiğe yönelik olumlu tutuma sahip olduğu pek azının matematiğe yönelik yüksek düzeyde olumlu tutuma sahip olduğu belirlenmiştir.

4.2. Araştırmanın İkinci Alt Amacına İlişkin Bulgular

Araştırmanın ikinci alt amacı olan "Ortaokul öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterlik düzeylerine göre problem çözümünde işlemsel ve kavramsal yaklaşım ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?" sorusuna cevap bulunmaya çalışılmıştır.

Öğrencilerin matematiksel modelleme yeterlikleri düzeyleri ile problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşımları arasında anlamlı bir ilişkinin olup olmadığını belirlemek için tek yönlü ANOVA testi yapılmıştır. Sonuçlar, Tablo 14'te sunulmuştur.

Tablo 14.

Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Düzeyleri İle Problem Çözümünde İşlemsel Kavramsal Yaklaşım Düzeyi ANOVA Test Sonuçları

	İKYİÖ				
	Kareler Toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.
Gruplar arasında	86,838	2	43,419	10,726	,000
Grup İçi	1878,305	464	4,048		
Toplam	1965,143	466			

Tablo 14'e baktığımızda modelimizin ortalama kare değeri manidar olarak sıfırdan farklıdır, $F(2,464) = 10,726$, $p<,05$ matematiksel modelleme yeterlikleri düzeylerine göre problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım ortalamaları anlamlı olarak farklılaşmaktadır. Bu farklılaşmayı analiz sonucunda elde edilen tanımlayıcı istatistiklere bakarak yorumlayabiliriz. Tanımlayıcı istatistik sonuçları Tablo 15'te sunulmuştur.

Tablo 15.

Matematiksel Modelleme Yeterlikleri, Problem Çözümünde İşlemsel ve Kavramsal Yaklaşım Düzeyi Tanımlayıcı İstatistikler

	N	$\bar{x}$	ss	Std. Hata	Ortalamalar İçin %95 Güven Aralığı Alt Sınır	Üst Sınır	Minimum	Maximum
Düşük Modelleme Yeterliği	377	3,7533	2,00668	,10335	3,5501	3,9565	,00	9,00
Orta Modelleme Yeterliği	81	4,7284	2,06163	,22907	4,2725	5,1843	1,00	9,00
Yüksek Modelleme Yeterliği	9	5,5556	1,74005	,58002	4,2180	6,8931	3,00	8,00
Toplam	467	3,9572	2,05354	,09503	3,7704	4,1439	,00	9,00

Tablo 15'teki tanımlayıcı istatistiklere baktığımızda matematiksel modelleme yeterlikleri düzeyi yükseldikçe problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım puan ortalamaları da artmaktadır. Modelleme yeterlikleri düzeylerinde elde edilen problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım puan ortalamalarının düşük $\bar{x}$ = 3,7533, orta $\bar{x}$ = 4,7284 ve yüksek $\bar{x}$ = 5,5556 olmak üzere, farklılaştıkları görülmektedir. %95 güven aralığında öğrencilerin modelleme yeterlikleri düzeylerinde oluşan problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım ortalamaları 3,5501'le 6,8931 arasında değişmektedir. Her yeterlik düzeyi için alt ve üst sınır değerlerine bakıldığında, düşük modelleme yeterliklerine sahip öğrencilerin problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım ortalamaları, orta ve yüksek modelleme yeterliklerine sahip öğrencilerin problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım ortalamalarıyla kesişmemektedir. Ancak orta ve yüksek modelleme yeterliklerine sahip öğrencilerin problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım ortalamalarının kesiştiği görülmektedir. Düşük modelleme yeterliklerine sahip öğrencilerin problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım ortalamalarına göre daha çok işlemsel yaklaşım düzeyinde olduğu, orta ve yüksek matematiksel modelleme yeterliklerine sahip öğrencilerin ise daha çok kavramsal yaklaşım düzeyinde olduğu anlaşılmaktadır. Orta ve yüksek modelleme yeterliklerine sahip öğrencilerin ise problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım ortalama puanlarının büyük ölçüde kesişiyor olması benzer düzeyde kavramsal yaklaşım düzeyine sahip olduklarını işaret etmektedir. Tek yönlü ANOVA testinde gruplar arası ortalama farklılıkları incelenirken varyans analizinde farklılığın hangi grup ya da gruplardan kaynaklandığını belirkemek için çoklu karşılaştırmalar (PostHoc) istatistiği kullanılır (Kayri, 2009). Tablo 16'da çoklu karşılaştırma sonuçları sunulmuştur.

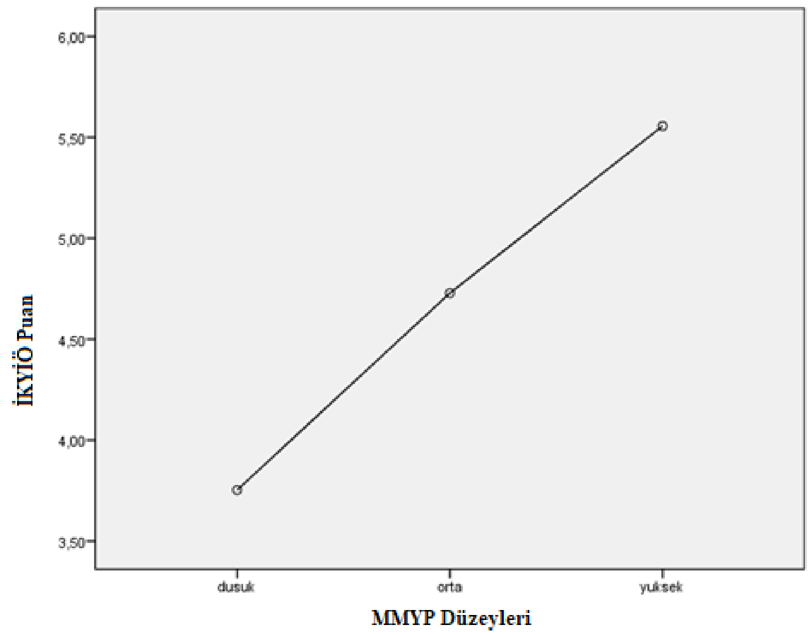
Tablo 16.

Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Düzeyleri ile Problem Çözümünde İşlemsel ve Kavramsal Yaklaşım Puanı Gruplar Arası Etkileşim Testi

Bağımlı Değişken: İKYİÖ Puanları
Tukey HSD

(I) MMYP Düzeyleri	(J) MMYP Düzeyleri	Ortalama Fark (I-J)	Std. Hata	p
Düşük	Orta	-,97508*	,24640	,000
	Yüksek	-1,80224*	,67862	,022
Orta	Düşük	,97508*	,24640	,000
	Yüksek	-,82716	,70694	,472
Yüksek	Düşük	1,80224*	,67862	,022
	Orta	,82716	,70694	,472

Tablo 16'ya baktığımızda düşük, orta ve yüksek matematiksel modelleme yeterlik düzeylerine sahip öğrencilerin, problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeyi ortalamaları arasında (p<,05) anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir. Ancak orta ve yüksek modelleme yeterlik düzeyine sahip öğrencilerin, problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeyleri ortalamaları arasında (p>,05) anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir. Öğrencilerin matematiksel modellme yeterlikleri düzeyleri ile problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşımları arasında oluşan değişimi gösteren çizgi grafiği Şekil 19'da sunulmuştur.



Şekil 19. Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Düzeyleri ile Problem Çözümüne İşlemsel ve Kavramsal Yaklaşım Puanlarının Birlikte Değişim Grafiği

Şekil 19'a baktığımızda matematiksel modelleme yeterlikleri arttıkça öğrencilerin problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeylerinin arttığı görülmüş, yüksek matematiksel modelleme yeterliklerine sahip öğrencilerin daha çok kavramsal yaklaşıma sahip oldukları tespit edilmiştir.

4.3. Araştırmanın Üçüncü Alt Amacına İlişkin Bulgular

Araştırmanın üçüncü alt amacı olan "Ortaokul öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterlikleri düzeyleri onların problem çözümünde işlemsel ve kavramsal yaklaşımlarını anlamlı bir şekilde yordamakta mıdır?" sorusuna cevap bulunmaya çalışılmıştır.

Matematiksel modelleme yeterlikleri ile problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeyleri arasında neden-sonuç ilişkileri bir model içerisinde çalışılmıştır. Bu amaçla işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeyleri (bağımlı değişken) ile modelleme yeterlikleri (bağımsız değişken) arasında basit doğrusal regresyon modeli oluşturulmuş ve analiz edilmiştir.

Basit doğrusal regresyon ile de öğrencilerin matematikte problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeyleri ile modelleme yeterlikleri arasında neden-sonuç ilşikileri belirlemek için basit doğrusal regresyon analizi kullanılmıştır. Basit doğrusal regresyon analizi ile elde edilen korelasyon katsayıları Tablo 17'de sunulmuştur.

Tablo 17.

Matematiksel Modelleme Yeterlik Düzeyleri ile Problem Çözümüne İşlemsel ve Kavramsal Yaklaşım Düzeyleri Korelasyon Katsayıları

		İKYİÖ	MMYP
Pearson	İKYİÖ	1,000	,226
Korelasyonları	MMYP	,226	1,000
Sig. (1-kuyruk)	İKYİÖ	.	,000
	MMYP	,000	.
N	İKYİÖ	467	467
	MMYP	467	467

Tablo 17'yi incelediğimizde tek yönlü doğrusal regresyon analizi sonucunda elde edilen korelasyon değerleri, matematiksel modelleme yeterliği ile problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeyleri p = ,000, N = 467 ve p < ,05 anlamlılık düzeyinde, r=,226 matematiksel modelleme yeterliği puanları ile problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeyleri arasında pozitif yönde ve düşük düzeyde bir ilişki olduğunu göstermekte ve anlamlı olarak yordanmaktadır.

Matematiksel modelleme yeterlikleri ile problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeyleri arasında basit doğrusal regresyon analizi ile ortaya çıkan korelasyon karesi değeri Tablo 18'de sunulmuştur.

Tablo 18.

Matematiksel Modelleme Yeterlikleri ile Problem Çözümüne İşlemsel ve Kavramsal Yaklaşım Düzeyleri Arasındaki İlişki Model Özeti

Model	R	R Kare	Düzeltilmiş R Kare	Std. Tahmin Hatası
1	,226	,051	,049	2,00244

Tablo 18'e baktığımızda modelin R^2 değeri manidar olarak sıfırdan farklıdır. R^2 ,051 olup %95 güven aralığında matematiksel modelleme yeterlikleri, problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeyindeki artışın %5,1'ini açıklamaktadır.

Matematiksel modelleme yeterlikleri ile problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeyleri değişkenleri için basit doğrusal regresyon analizi ile elde edilen ANOVA bulguları Tablo 19'da sunulmuştur.

Tablo 19.

Matematiksel Modelleme Yeterlikleri ile İşlemsel ve Kavramsal Yaklaşım Düzeyleri Arasındaki İlişki ANOVA Tablosu

Model		Kareler Toplamı	Serbestlik Dercesi	Oratalama Kare	F	p
1	Regresyon	100,606	1	100,606	25,090	,000
	Artık	1864,537	465	4,010		
	Toplam	1965,143	466			

Tablo 19'da elde edilen F(1, 465) = 25,090, $p<,005$ değerine göre model içine dâhil ettiğimiz değişkenlerden matematiksel modelleme yeterliklerinin problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeyi üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur.

Matematiksel modelleme yeterlikleri ile problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeyleri değişkenleri için basit doğrusal regresyon analizi ile elde edilen regresyon katsayıları Tablo 20'de sunulmuştur.

Tablo 20.

Matematiksel Modelleme Yeterlikleri ile İşlemsel ve Kavramsal Yaklaşım Düzeyleri Arasındaki İlişkinin Basit Doğrusal Regresyon Katsayıları

		Standardize Edilmemiş Kat Sayılar		Standart Kat Sayılar			B İçin %95 Güven Aralığı	
Model		B	Std. Error	Beta	t	p	Alt Sınır	Üst Sınır
1	(Sabit)	3,485	,132		26,360	,000	3,225	3,745
	MMYP	,203	,041	,226	5,009	,000	,124	,283

Tablo 20'ye baktığımızda analizde elde edilen bulgulardan, matematiksel modelleme yeterlikleri bağımsız değişkeni, B = ,203, p = ,000 ve t = 5,009 $p < ,05$ anlamlılık düzeyinde, bağımlı değişkenimiz olan problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeyini anlamlı olarak yordamaktadır. Bu bağlamda matematiksel modelleme yeterlikleri değişkeni düzeyindeki bir puanlık artış, öğrencilerin problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeyinde 0,203 puanlık artışa neden olmaktadır.

4.4. Araştırmanın Dördüncü Alt Amacına İlişkin Bulgular

Araştırmanın dördüncü alt amacı olan "Ortaokul öğrencilerinin matematiğe yönelik tutum alt faktörleri (ilgi, kaygı, çalışma ve gereklilik) onların problem çözümünde işlemsel ve kavramsal yaklaşımlarını anlamlı bir şekilde yordamakta mıdır?" sorusuna cevap bulunmaya çalışılmıştır. Bu amaçla matematiğe yönelik tutum alt faktörleri ilgi, kaygı, çalışma ve gerekliliğin ayrı ayrı veya bir bütün olarak problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeylerini istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde yordayıp yordamadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle matematiğe yönelik tutum alt faktörleri (bağımsız değişkenler) ile problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeyi (bağımlı değişken) arasında çoklu doğrusal regresyon modeli oluşturulmuş ve analiz edilmiştir.

Çoklu doğrusal regresyon sonucu elde edilen betimsel istatistik değerleri Tablo 21'de sunulmuştur.

Tablo 21.

MYTÖ Alt Faktörleri İle İKYİÖ Puanları Arasında Oluşan Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi Betimsel İstatistikler

	$\bar{x}$	ss	N
İKYİÖ	3,9572	2,05354	467
İlgi	3,3964	,55261	467
Kaygı	2,7383	1,13499	467
Çalışma	3,5219	,52248	467
Gereklilik	1,8080	,91874	467

Elde edilen verilere baktığımızda (Tablo 21) problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeylerinin ortalaması $\bar{x}$=3,9572'dir. İşlemsel ve kavramsal yaklaşım bilgi düzeyleri için alınabilecek puanlar 0 ile 9 arasında değişmekte, 9'a yaklaştıkça öğrencinin kavramsal bilgi düzeyinin yüksek olduğu söylenebilmektedir.

Ortalama değeri öğrencilerin orta düzey kavramsal yaklaşıma sahip olduğunu göstermektedir. Matematiğe yönelik tutum alt faktörlerinin ortalamaları ilgi $\bar{x}$=3,3964, kaygı $\bar{x}$=2,7383, çalışma $\bar{x}$=3,5219 ve gereklilik $\bar{x}$=1,8080 olarak belirlenmiştir. Alt faktörlerden ilgi ve çalışmanın ortalamaları birbirine yakın, görece ters maddelerden oluşan kaygı ve gereklilik ortalamalarından yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Pearson momentler çarpımı korelasyon katsayılarının mutlak değerlerinin 0,70 ile 1,00 aralığında olması yüksek, 0,70-0,30 aralığında olması orta ve 0,30-0,00 aralığında olması düşük seviyede ilişki olduğu anlamına gelmektedir (Akoglu, 2018; Büyüköztürk, 2011). MMTÖ alt faktörleri ve İKYİÖ puanları arasında oluşan Pearson momentler çarpımı korelasyon katsayıları Tablo 22'de sunulmuştur.

Tablo 22.

MYTÖ Alt Faktörleri İle İKYİÖ Puanları Arasında Oluşan Çoklu Doğrusal Regresyon Korelasyon Matrisi

		İKYİÖ Puanı	İlgi	Kaygı	Çalışma	Gereklilik
Pearson Kolerasyonu	İKYİÖ Puanı	1,000	,508	-,480	,318	-,329
	İlgi	,508	1,000	-,577	,389	-,575
	Kaygı	-,480	-,577	1,000	-,228	,549
	Çalisma	,318	,389	-,228	1,000	-,308
	Gereklilik	-,329	-,575	,549	-,308	1,000
Sig. (1-tailed)	İKYİÖ Puanı	.	,000	,000	,000	,000
	İlgi	,000	.	,000	,000	,000
	Kaygı	,000	,000	.	,000	,000
	Çalisma	,000	,000	,000	.	,000
	Gereklilik	,000	,000	,000	,000	.
N	İKYİÖ Puanı	467	467	467	467	467
	İlgi	467	467	467	467	467
	Kaygı	467	467	467	467	467
	Çalisma	467	467	467	467	467
	Gereklilik	467	467	467	467	467

Tablo 22'yi incelediğimizde çoklu doğrusal regresyon analizi sonucunda elde edilen korelasyon değerleri, problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeyleri ile matematiğe yönelik tutum alt faktörleri p = ,000, N = 467 ve p < ,05 anlamlılık düzeyinde, çalışma r=,318, ilgi r=,508 pozitif yönde ve orta düzeyde bir ilişki olduğunu göstermekte ve anlamlı olarak yordanmaktadır. Çalışma ve ilgi puanları arttığında matematikte problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeylerinin de arttığı anlamına gelmektedir. Kaygı r = -,480, gereklilik r = -,329 olmak üzere negatif yönde ve orta düzeyde ilişkiyi göstermekte ve anlamlı olarak yordamaktadır. Matematiğe yönelik olumsuz tutum bağımsız değişkenleri kaygı ve gereklilik puanları arttığında, matematikte problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeyleri bağımsız değişken puanlarının azaldığı anlamına gelmektedir. Matematiğe yönelik tutum alt faktörlerinin birbirleri ile ilişkilerine baktığımızda ise ilgi/kaygı arasında r= -,577, ilgi/gereklilik arasında r = -,575, çalışma/gereklilik arasında r = -,308 negatif yönde orta düzeyde korelasyon, çalışma/kaygı arasında r = -,228 negatif yönde düşük bir korelasyon olduğu görülmüştür. Matematiğe yönelik tutum ölçeğinin alt faktörleri arasında olumsuz tutum faktörlerinin puanları arttığında matematiğe yönelik olumlu tutum faktörleri puanlarının beklenildiği gibi azaldığı görülmüştür. İlgi/çalışma arasındaki korelasyon r=,389 ile kaygı/gereklilik arasındaki korelasyon r = ,549 pozitif yönde ve orta düzeyde ilişkili olarak görülmüştür. Bu bağlamda matematiğe yönelik olumlu tutum alt faktör puanlarının kendi aralarında, olumsuz tutum alt faktör puanlarının da kendi aralarında birbirleriyle ilişkili olarak birlikte değişim gösterdiği bulunmuştur.

MYTÖ alt faktörleri ile İKYİÖ puanları arasında oluşan çoklu doğrusal regresyon analizi ile elde edilen R^2 değeri Tablo 23'te sunulmuştur.

Tablo 23.

MYTÖ Alt Faktörleri İle İKYİÖ Puanları Arasında Oluşan Çoklu Regresyon Analizi Özeti

Model	R	R^2	Düzeltilmiş R^2	Std. Hata
1	,574	,329	,324	1,68892

Tablo 23'e baktığımızda çoklu doğrusal regresyon modelimizin korelasyon kat sayısı R = ,574 bir bütün olarak bağımsız değişkenlerin tamamı ile bağımlı değişken arasında orta düzeyde bir ilişki olduğunu göstermektedir. Elde ettiğimiz düzeltilmiş R^2 değeri manidar olarak sıfırdan farklıdır. Düzeltilmiş R^2'nin ,324 değeri bağımsız değişkenlerimiz olan matematiğe yönelik tutum ölçeği alt faktörlerinin tamamı bir bütün olarak bağımlı değişkenimiz olan öğrencilerin problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeyindeki değişikliğin %32,4'ünü yordadığını ortaya koymaktadır.

Çoklu doğrusal regresyon analizi içerisine dahil edilen bağımsız değişkenlerin analamlı etki oluşturup oluşturmadığını belirlemek için analiz içerisinde bulunan ANOVA değerleri Tablo 24'te sunulmuştur.

Tablo 24.

MYTÖ Alt Faktörleri İle İKYİÖ Puanları Arasında Oluşan Çoklu Regresyon ANOVA Değerleri

Model		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F	Sig.
1	Regresyon	647,311	4	161,828	56,733	,000
	Artıklar	1317,832	462	2,852		
	Toplam	1965,143	466			

Tablo 24'te elde ettiğimiz $F(4, 462) = 56{,}733$, $p<{,}005$, sonucuna göre modelimiz içine dâhil ettiğimiz bağımsız değişkenlerden en az birisi bağımlı değişken üzerinde anlamlı bir etkiye sahiptir. Bu etkiye neden olan değişkenler ile ilgili bulgular Tablo 25'te sunulmuştur.

Tablo 25.

MYTÖ Alt Faktörleri İle İKYİÖ Puanları Arasında Oluşan Çoklu Regresyon Analizi Katsayıları

	Std. Edilmemiş Katsayılar		Std. Katsayılar		
Model	B	Std. Hata	β	t	p
(Sabit)	-,775	,931		-,832	,406
İlgi	1,162	,194	,313	5,986	,000
Kaygı	-,542	,089	-,299	-6,071	,000
Çalışma	,575	,164	,146	3,516	,000
Gereklilik	,134	,111	,060	1,210	,227

Tablo 25’e baktığımızda analizde elde edilen bulgulardan, matematiğe yönelik tutum ölçeğinin alt faktörlerinden ilgi bağımsız değişkeni, $B = 1,162$, $p = ,000$ ve $t=5,986$, $p < ,05$ %95 anlamlılık düzeyinde, bağımlı değişkenimiz olan problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeyini anlamlı olarak yordamaktadır. Bu bağlamda matematiğe yönelik tutum alt faktörü olan ilgi değişkeni düzeyindeki bir puanlık artış, öğrencilerin problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeyinde 1,162 puanlık artışa neden olmaktadır. Benzer şekilde matematiğe yönelik tutum alt faktörü olan çalışma değişkeninin $B = ,575$, $p = ,000$ ve $t=3,516$, $p < ,05$ %95 anlamlılık düzeyinde, bir puan artması öğrencilerin problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeyinin 0,575 puan artmasını sağlamakta ve anlamlı olarak yordamaktadır. Ancak matematiğe yönelik tutum alt faktörü olan kaygı $B = -0,542$, $p = ,000$ ve $t = -6,071$, $p < ,05$ %95 anlamlılık düzeyinde, değişkeninin bir puan artması, öğrencilerin problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeyinin 0,542 puan azalmasına neden olmaktadır. Bununla birlikte matematiğe yönelik tutum ölçeğinin alt faktörlerinden gereklilik bağımsız değişkeni $B = 0,134$, $p = ,227$ ve $t=-0,084$, $p > ,05$ %95 anlamlılık düzeyinde bağımlı değişkenimiz olan matematikte problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeyini anlamlı olarak yordamamaktadır.

4.5. Araştırmanın Beşinci Alt Amacına İlişkin Bulgular

Araştırmanın beşinci alt amacı olan “Ortaokul öğrencilerinin matematiğe yönelik tutum alt faktörleri (ilgi, kaygı, çalışma ve gereklilik) onların matematiksel modelleme yeterliklerini anlamlı bir şekilde yordamakta mıdır?” sorusuna cevap bulunmaya çalışılmıştır. Bu amaçla matematiğe yönelik tutum alt faktörleri ilgi, kaygı, çalışma ve gerekliliğin ayrı ayrı veya bir bütün olarak matematiksel modelleme yeterlikleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki oluşturup oluşturmadığı analiz edilmiştir. Bu nedenle matematiğe yönelik tutum alt faktörleri ile matematiksel modelleme yeterlikleri arasında çoklu doğrusal regresyon modeli oluşturulmuş ve analiz edilmiştir. Çoklu doğrusal regresyon analizi ile elde edilen betimsel istatistikler Tablo 26’da sunulmuştur.

Tablo 26.

MYTÖ Alt Faktörleri İle MMYP Puanları Arasında Oluşan Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi Betimsel İstatistikler

	$\bar{x}$	Ss	N
MMYP	2,3212	2,28346	467
İlgi	3,3964	,55261	467
Kaygı	2,7383	1,13499	467
Çalışma	3,5219	,52248	467
Gereklilik	1,8080	,91874	467

Çoklu Regresyon analizi sonucunda elde ettiğimiz betimsel istatistikler Tablo 26'da sunulmuştur. Elde edilen verilere baktığımızda matematiksel modelleme yeterliklerinin ortalaması $\bar{x}$ = 2,3212'dir. Matematiksel modelleme yeterlikleri için alınabilecek puanlar 0 ile 10 arasında değişmekte, 10'a yaklaştıkça öğrencinin matematiksel modelleme yeterlik düzeyinin yüksek olduğu söylenebilmektedir. Ortalama değeri öğrencilerin düşük düzeyde matematiksel modelleme yeterliklerine sahip olduğunu ortaya koymaktadır. MMTÖ alt faktörleri ve MMYP puanları arasında oluşan Pearson momentler çarpımı korelasyon katsayıları Tablo 27'de sunulmuştur.

Tablo 27.

MYTÖ Alt Faktörleri İle MMYP Puanları Arasında Oluşan Korelasyon Kat Sayıları

		MMYP	İlgi	Kaygı	Çalışma	Gereklilik
Pearson Kolerasyonu	MMYP	1,000	,210	-,270	,042	-,197
	İlgi	,210	1,000	-,577	,389	-,575
	Kaygı	-,270	-,577	1,000	-,228	,549
	Çalışma	,042	,389	-,228	1,000	-,308
	Gereklilik	-,197	-,575	,549	-,308	1,000
Sig. (Tek Kuyruk)	MMYP	.	,000	,000	,184	,000
	İlgi	,000	.	,000	,000	,000
	Kaygı	,000	,000	.	,000	,000
	Çalışma	,184	,000	,000	.	,000
	Gereklilik	,000	,000	,000	,000	.
N	MMYP	467	467	467	467	467
	İlgi	467	467	467	467	467
	Kaygı	467	467	467	467	467
	Çalışma	467	467	467	467	467
	Gereklilik	467	467	467	467	467

Tablo 27'yi incelediğimizde çoklu doğrusal regresyon analizi sonucunda elde edilen korelasyon değerleri, matematiksel modelleme yeterlikleri ile matematiğe yönelik tutum alt faktörleri p = ,000, N = 467 ve p < ,05 %95 anlamlılık düzeyinde, ilgi r = ,210, çalışma r=,042 pozitif yönde ve düşük düzeyde bir ilişki olduğunu göstermekte ve anlamlı olarak yordamaktadır. Çalışma ve ilgi puanları arttığında matematiksel modelleme yeterliklerinin de arttığı anlamına gelmektedir. Kaygı r = -,270, gereklilik r = -,197 olmak üzere negatif yönde ve düşük düzeyde ilişkiyi göstermektedir. Matematiğe yönelik olumsuz tutum bağımsız değişkenleri kaygı ve gereklilik puanları arttığında, matematiksel modelleme yeterlikleri bağımlı değişkenin puanlarının azaldığı anlamına gelmektedir. MYTÖ alt faktörleri MMYP puanları arasında düşük fakat anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir.

MYTÖ alt faktörleri ile MMYP puanları arasında oluşan çoklu doğrusal regresyon analizi ile elde edilen R^2 değeri Tablo 28'de sunulmuştur.

Tablo 28.

MYTÖ Alt Faktörleri İle MMYP Puanları Arasında Oluşan Çoklu Regresyon Analizi Özeti

Model	R	R^2	Düzeltilmiş R^2	Std. Hata
1	,284	,081	,073	2,19868

Tablo 27'ye baktığımızda çoklu regresyon modelimizin korelasyon kat sayısı R=,284 bir bütün olarak bağımsız değişkenlerin tamamı ile bağımlı değişken arasında düşük düzeyde bir ilişki olduğunu göstermektedir. Elde ettiğimiz düzeltilmiş R^2 değeri manidar olarak sıfırdan farklıdır. Düzeltilmiş R^2nin ,073 değeri bağımsız değişkenlerimiz olan matematiğe yönelik tutum ölçeği alt faktörlerinin tamamı bir bütün olarak bağımlı değişkenimiz olan öğrencilerin matematiksel modelleme yeterlikleri puanlarındaki değişikliğin %7,3'ünün yordandığını ortaya koymaktadır.

Çoklu doğrusal regresyon analizi içerisine dahil edilen bağımsız değişkenlerin analamlı etki oluşturup oluşturmadığını belirlemek için analiz içerisinde bulunan ANOVA değerleri Tablo 29'da sunulmuştur.

Tablo 29.

MYTÖ Alt Faktörleri İle MMYP Puanları Arasında Oluşan Çoklu Regresyon ANOVA Değerleri

Model		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F	Sig.
1	Regresyon	196,413	4	49,103	10,157	,000
	Artıklar	2233,407	462	4,834		
	Toplam	2429,820	466			

Tablo 29'da elde ettiğimiz $F(4, 462) = 10{,}157$ $p<{,}005$, sonucuna göre modelimiz içine dâhil ettiğimiz değişkenlerden en az birisi bağımlı değişken üzerinde anlamlı bir etkiye sahiptir. Bu etkiye neden olan değişkenler ile ilgili bulguları Tablo 30'a bakarak değerlendirebiliriz.

Tablo 30.

MYTÖ Alt Faktörleri İle MMYP Puanları Arasında Oluşan Çoklu Regresyon Analizi Katsayıları

Model	Std. Edilmemiş Katsayılar B	Std. Edilmemiş Katsayılar Std. Hata	Std. Katsayılar β	t	p
(Sabit)	3,374	1,212		2,783	,006
İlgi	,336	,253	,081	1,330	,184
Kaygı	-,414	,116	-,206	-3,562	,000
Çalışma	-,233	,213	-,053	-1,094	,274
Gereklilik	-,133	,144	-,053	-,920	,358

Tablo 30'a baktığımızda analizde elde edilen bulgulardan, matematiğe yönelik tutum ölçeğinin alt faktörlerinden kaygı bağımsız değişkeni, B = -,414, p = ,000 ve t = -3,62, p < ,05 anlamlılık düzeyinde, bağımlı değişkenimiz olan matematiksel modelleme yeterliklerini anlamlı olarak yordamaktadır. Bu bağlamda matematiğe yönelik tutum alt faktörü olan kaygı değişkeninin bir puan artması, öğrencilerin matematiksel modelleme yeterlikleri puanının 0,414 puan azalmasına neden olmaktadır. Bununla birlikte matematiğe yönelik tutum ölçeğinin alt faktörlerinden ilgi, çalışma ve gereklilik bağımsız değişkenleri, p>,05 olduğundan %95 güven aralığında bağımlı değişkenimiz olan matematiksel modelleme yeterliklerini anlamlı olarak yordamamaktadır.

BÖLÜM V

TARTIŞMA VE YORUM

Ortaokul öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterlik seviyelerinin, problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşımlarının ve matematiğe yönelik tutumlarının birbirlerini anlamlı olarak yordayıp yordamadıklarını, yorduyorlarsa ne düzeyde olduğunu belirlemeyi amaçlayan çalışmanın bu bölümünde elde edilen bulgular ilgili litaratür çerçevesinde tartışılmıştır. İlgili tartışma ve yorumlar araştırmanın alt amaçları paralelinde sırayla başlıklar halinde sunulmuştur.

5.1. Birinci Alt Amaca Ait Tartışma ve Yorumlar

Araştırmanın birinci alt amacına ilişkin bulgulara baktığımızda öğrencilerin problem çözümünde işlemsel ve kavramsal yaklaşım ölçeğinden elde ettikleri puan ortalamasının ($\bar{x}$=3,95) orta düzeyde olduğu görülmüştür. Öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerinin ($\bar{x}$=2,32) ise düşük düzeyde buna karşılık matematiğe yönelik tutumlarının ise ($\bar{x}$=67,16) orta düzeyde olduğu söylenebilir. Alanyazın incelendiğinde öğrencilerin işlemsel ve kavramsal yaklaşımlarının bu araştırmada ortaya konulan sonuca benzer şekilde orta düzeyde ve dengeli olduğunu belirleyen çalışmalara rastlanmıştır (Özyıldırım Gümüş, 2019; Sevgi ve Kartalcı, 2021; Zakaria ve Zaini, 2009). Öğrencilerin daha çok işlemsel yaklaşıma sahip olduğunu belirleyen çalışmalarada rastlanmaktadır (Bekdemir vd., 2010; Birgin ve Gürbüz, 2009; Soylu ve Aydın, 2006). Öğrencilerin %62,1'inin işlemsel/düşük kavramsal yaklaşıma, %33,3'ünün orta düzey kavramsal yaklaşıma, %4,6'sının yüksek kavramsal yaklaşıma sahip oldukları bulunmuştur. Öğrencilerin ağırlıklı olarak problem çözümünde işlemsel yaklaşıma yakın olduğu pek azının yüksek kavramsal yaklaşıma yakın olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerin frekanslarının çoğunlukla düşük kavramsal yaklaşımda toplanması ve ortalamalarının düşük kavramsal yaklaşımdan çok az farklılaşarak orta düzey işlemsel ve kavramsal yaklaşım olarak ortaya çıkması benzer çalışmalara uyumlu bir sonuç olduğunu göstermektedir.

Öğrencilerin %81,1'inin düşük modelleme yeterliklerine sahip oldukları bulunmuştur. Öğrencilerin %1,9'unun yüksek modelleme yeterliklerine sahip olduğu görülmüştür. Bu nedenle çalışma grubunda yer alan öğrencilerin ölçme aracıyla elde edilen bulgular özelinde modelleme yeterliklerinin gelişmemiş olduğu söylenebilir. Yurtsever ve Soylu (2017) yaptıkları çalışmada 6. sınıf seviyesindeki öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerini bu araştırmadaki bulgulara paralel olarak düşük seviyede olduğunu tespit etmiştir. Özdemir ve Üzel (2013) matematiksel modelleme yeterliklerinin öğrencilere kazandırılması zor bir süreç olduğunu matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmek için bolca pratik yapılması ve uzun bir zaman harcanması gerektiğini belirtmektedir. Aydın Güç (2015) bu araştırmada olduğu gibi matematiksel modelleme yeterliklerini bütüncül olarak değerlendirmiştir. Matematiksel modeleme yeterliklerinin gelişiminin doğrusal olmadığını birçok faktörden etkilendiğini, karmaşık bir yapı olduğunu belirtmiştir.

Öğrencilerin %10,5'inin matematiğe yönelik düşük olumlu tutuma, %84,4'ünün matematiğe yönelik orta düzey olumlu tutuma, %5,1'inin matematiğe yönelik olumlu tutuma sahip oldukları tespit edilmiştir. Öğrencilerin çoğunluğunun orta düzey matematiğe yönelik olumlu tutuma sahip olduğu pek azının matematiğe yönelik yüksek düzeyde olumlu tutuma sahip olduğubelirlenmiştir. Alanyazın incelendiğinde yapılan çalışmalarda öğrencilerin matematiğe yönelik benzer şekilde olumlu tutuma sahip oldukları görülmektedir (Çelik ve Bindak, 2005; Marchiş, 2013; McGraw vd., 2006; Mehraein ve Gatabi, 2014; Yücel ve Koç, 2011). Matematiğe yönelik çoğunlukla olumlu tutuma sahip olmaları öğrencilerin matematik dersini gelecekleri için önemli görmelerinden kaynaklandığı düşünümektedir.

5.2. İkinci Alt Amaca Ait Tartışma ve Yorumlar

Araştırmanın sonucunda matematiksel modelleme yeterlikleri düzeylerine göre öğrencilerin matematikte problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Matematiksel modelleme yeterlik düzeyleri orta ve yüksek düzeyde olan öğrencilerin daha çok kavramsal yaklaşıma yakın oldukları tespit edilmiştir. Bir başka deyişle öğrencilerin matematiksel modelleme yeterlikleri ortalamaları arttığında kavramsal yaklaşım düzeyi ortalamaları da artmaktadır.

Alanyazında doğrudan matematiksel modelleme yeterlikleri ile problem çözümünde işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeyleri arasındaki ilişkiyi inceleyen araştırmalar bulunmamaktadır. Bunun yerine kuramsal açıklama kısmında açıklandığı gibi (Bkz. Tablo 3) matematiksel modelleme yeterlikleri ile temelinde benzer olan problem çözme becerileri ve problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeyleri arasında yapılan çalışmaların, matematiksel modelleme yeterlikleri ile problem çözümünde işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeyleri arasındaki ilişkiye kanıt olarak sunulmasının uygun olacağı düşünülmektedir. Webb (1979) gerçekleştirdiği ampirik çalışmada matematikte kavramsal bilgi ile problem çözme becerilerini incelemiş ve bu çalışmadaki bulgulara benzer şekilde problem çözme beceri puanları yüksek olan öğrencilerin kavramsal bilgiye sahip olma düzeylerinin de yüksek olduğunu tespit etmiştir. Benzer şekilde Al-Mutawah vd. (2019) çalışmalarında, kavramsal ve işlemsel bilgi ile problem çözme becerileri arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir. Sonuç olarak bu araştırmada alanyazındaki çalışmalardaki sonuçlara benzer sonuçlar elde edildiği söylenebilir. Matematiksel modelleme yeterlikleri arttıkça problem çözümünde işlemsel ve kavramsal yaklaşımda, öğrencilerin daha çok kavramsal yaklaşımı benimsedikleri görülmektedir. Doerr (1997) modelleme etkinliklerini yapmanın öğrencilerin kavramsal bilgi kazanımlarını arttırdığını dolayısı ile problem çözmede kavramsal yaklaşımı benimsediklerini belirtmiştir. Buradan hareketle matematiksel modelleme etkinliklerinin işe koşulmasının öğrencilerin matematiksel modelleme yeterlik düzeylerini arttıracağı ve böylelikle problem çözmede kavramsal yaklaşımı benimseyebilecekleri söylenebilir.

5.3. Üçüncü Alt Amaca Ait Tartışma ve Yorumlar

Çalışmada matematiksel modelleme yeterliklerinin problem çözümünde işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeylerini anlamlı olarak yordadığı tespit edilmiştir. Ancak bu tahminin düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir. Bunun nedeninin araştırmada ortaya çıkan bulgularda öğrencilerin büyük çoğunluğunun matematiksel modelleme yeterliklerinin düşük, problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeylerinin daha çok işlemsel yaklaşıma yakın olması, kavramsal yaklaşımlarının ise yetersiz olması olduğu düşünülmektedir. Alanyazın incelendiğinde matematiksel modelleme yeterliklerinin yeterli düzeyde gelişmemesinin nedeninin alternatif öğretim yöntemlerinden birisi olan matematiksel modelleme etkinlikleri ile öğrencilerin karşılaşmamış olmaları olarak belirtilmektedir (Çakmak-Gürel ve Ahmet, 2018; Doerr, 1997; Harrison ve Treagust, 2000; Korkmaz, 2010; Maaß, 2006b; Maaß ve Mischo, 2011; Tekin Dede, 2017). Benzer şekilde birçok araştırmacı öğretmenlerin geleneksel öğretim yöntemleri kullanmasının öğrencilerin problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeylerine göre problem çözümünde daha çok işlemsel yaklaşıma sahip olduklarını kavramsal yaklaşımlarının yeterince gelişmediğini tespit etmişlerdir (Al-Mutawah vd., 2019; Birgin ve Gürbüz, 2009; Karaaslan ve AY, 2017; Konyalıoğlu vd., 2016; F. Ö. Özyıldırım Gümüş ve Umay, 2018; Rittle-Johnson ve Schneider, 2015; Soylu ve Aydın, 2006).

5.4. Dördüncü Alt Amaca Ait Tartışma ve Yorumlar

Araştırmanın üçüncü alt amacına dayalı bulgularında öğrencilerin matematiğe yönelik tutum alt faktörleri ve problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeylerinin istatistiksel olarak pozitif yönde anlamlı olarak ilişkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Alanyazında bir kısım araştırmada benzer şekilde matematiğe yönelik tutum ile işlemsel ve kavramsal yaklaşımın ilişkili olduğu ortaya konulmuştur (Aras, 2019; Baki, 2019; Kajander, 2007; Rayner vd., 2009; Reinke, 1995; Yimer ve Feza, 2019). Öğrencilerden kavramsal yaklaşım düzeyi yüksek olanların matematiğe yönelik daha fazla olumlu tutuma sahip oldukları görülmüştür. Problem çözümünde işlemsel yaklaşım düzeyi yüksek olan öğrencilerin ise matematiğe yönelik daha olumsuz tutuma sahip oldukları belirlenmiştir.

Aras (2019) çalışmasında öğrencilerin işlemsel ve kavramsal bilgileri ile özyeterlik, kaygı ve tutumları arasında Pearson korelasyon testi uygulamıştır. Test sonucunda öğrencilerin işlemsel ve kavramsal bilgileri ile matematiğe yönelik tutumları arasında pozitif yönlü anlamlı ilişki tespit etmiştir. Ancak matematiğe yönelik tutum ile kavramsal bilgi arasında bulduğu korelasyon değeri düşük çıkmıştır. Bu durumun öğrencilerin geçmiş öğrenimlerinde daha çok işlemsel bilgiyi geliştirici kavramsal bilgiyi ihmal eden öğretim yöntemlerine maruz kalması sonucu ortaya çıktığını belirtmektedir. Kajander (2007) öğretmen adayları ile yaptığı ampirik çalışmada öğretmen adaylarının kavramsal öğrenmeyi destekleyen yöntem kursuna katıldıktan sonra kavramsal bilgi düzeylerinde önemli artışlar görüldüğünü belirtmektedir. Öğretmen adaylarının kavramsal bilginin geliştirilmesine odaklanan yöntem kursuna katıldıktan sonra reform temelli veya problem çözme temelli bir anlayışa evrilen katılımcı inançlarında olumlu değişimler görüldüğünü ortaya çıkarmıştır. Bu inanç değişikliğinin öğretmen adaylarının kavramsal bilgi düzeylerindeki artışla beraber matematiğe yönelik olumlu tutumlarını çalışmada ortaya çıkan bulgulara benzer şekilde arttırdığını tespit etmiştir. Kurs süresinin kısa olması nedeniyle daha uzun uygulamalarda daha anlamlı ve yüksek düzeyde sonuçlara ulaşılabileceğini belirtmektedir. Reinke (1995) matematik öğretmeni adaylarıyla gerçekleştirdiği karma desenli çalışmasında öncelikle öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarını ölçmüş, olumlu ve olumsuz tutuma sahip öğrencileri belirlemiştir. Sonrasında öğrencilere işlemsel bilgi problemleri ve kavramsal bilgi problemleri yönelterek hem problemleri çözmelerini hem de problemler hakkında görüşlerini paylaşmalarını istemiştir. Yaptığı değerlendirmeler sonucunda olumlu tutuma sahip öğrencilerin kavramsal bilgi problemlerine olumsuz tutuma sahip öğrencilerden orta düzeyde farklılaşarak daha fazla kavramsal problemin derslerde ödevlerde ve değerlendirmelerde yer alması gerektiğini belirtmişlerdir. Matematiğe yönelik olumlu tutuma sahip öğrencilerin kavramsal bilgi gerektiren problemlere daha yatkın olduğu söylenebilir.

Yimer ve Feza (2019) çalışmalarında dinamik geometri yazılımı kullanarak öğrencilerin kavramsal bilgi düzeylerini arttırmayı ve matematiğe yönelik olumlu tutum geliştirmeyi amaçlayan ampirik çalışması sonucunda öğrencilerin matematiğe yönelik olumlu tutumlarında ve kavramsal bilgi düzeylerinde artış olduğunu belirlemiştir. Bu da çalışmada ortaya koyduğumuz matematiğe yönelik olumlu tutum artışı ile kavramsal bilgi düzeyi artışı arasındaki pozitif yönlü ilişkiye benzer bir sonucu göstermektedir. Öğretim yönteminin geleneksel kara tahta üzerinden yapılan anlatım yöntemleri ile gerçekleştirilmesi mümkün olmayan soyut matematik nesnelerini görselleştirmesi işbirlikli ve aktif katılımlı ders içeriği olması açısından hem olumlu tutuma hem de kavramsal öğrenmeye katkı sağladığını savunmaktadır.

Bu araştırmada matematiğe yönelik tutum ölçeğinin alt faktörleri ilgi, kaygı, çalışma ve gereklilik (zorunluluk) puanlarının matematikte problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeyleri üzerinde anlamlı etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. İlgi ve çalışma alt faktörleri problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeylerini pozitif yönde ve anlamlı olarak yordamaktadır. Kaygı ve gereklilik alt faktörleri ise problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeylerini negatif yönde ve anlamlı olarak yordamaktadır. İlgi ve çalışma alt faktör puanı yükseldikçe öğrencilerin kavramsal bilgi puanı artmakta ve pozitif korelasyon göstermektedir. Kaygı ve gereklilik alt faktör puanları arttıkça öğrencilerin kavramsal bilgi puanları azalmakta ve negatif korelasyon göstermektedir. Araştırmamızda elde ettiğimiz bulgulara benzer olarak Rayner vd. (2009) kesirlerde işlemsel ve kavramsal bilgi testi uygulamış ve öğrencilerin kaygıları arttığında kavramsal bilgi puanlarının azaldığını tespit etmiştir. Bu bakımdan tutumun kaygı boyutu ile benzer bulgulara işaret ettiği söylenebilir.

Araştırmada ortaya koyduğumuz bulgulardan farklı olarak kavramsal bilgi artışı ile matematiğe yönelik tutumlar arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunamayan bazı çalışmalarla da karşılaşılmıştır (Hannigan vd., 2013; İspir ve Palabıyık, 2011; Pareto vd., 2011). Hannigan vd. (2013) ortaöğretim matematik öğretmenleri adayları ile gerçekleştirdiği çalışmada istatistiğe ilişkin kavramsal anlayışları ve istatistik ve matematiğe yönelik tutumları incelemiştir. Veri dağılımları ve veri üretimi konularındaki kavramsal bilgi düzeylerinde öğrencilerin zayıf olduklarını belirlemiştir. Tutumlar ve kavramsal bilgiler arasında güçlü bir ilişki tespit edememiştir. Bunun nedenini istatistiğe özel modüller dahilin de öğretmen eğitim programlarında yer verilmemesi, matematiksel ve istatistiksel düşünme arasındaki farkların vurgulanmaması olarak göstermektedir. İspir ve Palabıyık (2011) yedinci sınıf düzeyinde öğrencilerle gerçekleştirdikleri deneysel çalışmada öğrencilerin işlemsel ve kavramsal cebir başarılarını ve matematiğe yönelik tutumlarını ölçmüştür. Deney grubunda örüntü temelli ve kontrol grubunda öğretim programındaki etkinliklerle cebir öğretimi yapmıştır. Matematiğe yönelik tutumları ölçmek için uyguladığı ön test ve son test puanlarını incelediğinde her iki grupta da anlamlı bir farklılık bulamamıştır. Deney grubundaki öğrencilerin kavramsal cebir puanlarında anlamlı bir artış gerçekleşmesine rağmen hem işlemsel hem de kavramsal bilgi düzeyleri ile matematiğe yönelik tutumları arasında anlamlı bir farklılık bulamamıştır. Araştırmacı gözlemlerine dayanarak bazı öğrencilerin süreçte sıkıldıklarını bunu davranışları ile gösterdiklerini belirtmiştir. Bunun nedenini ise altı haftalık kısa bir sürede bütün kazanımların art arda verilmesi ve uygulanan öğretim yönteminin tek başına uygulanması başka öğretim yöntemleri ile desteklenmemesi olarak belirtmiştir. Bununla birlikte işlemsel ve kavramsal bilgi düzeyleri ile matematiğe yönelik tutumları arasında anlamlı farklılık olmayışının nedenini yaptığı deneysel çalışmanın öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarında herhangi bir değişim oluşturamamış olmasıyla açıklamaktadır.

5.5. Beşinci Alt Amaca Ait Tartışma ve Yorumlar

Araştırmanın beşinci alt amacına yönelik elde ettiğimiz bulgulara göre matematiğe yönelik tutum ile matematiksel modelleme yeterlikleri arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin matematiğe yönelik olumlu tutumları arttıkça matematiksel modelleme yeterlikleri de artmaktadır. Alanyazın incelendiğinde matematiğe yönelik tutum ve matematiksel modelleme yeterliklerinin arasında bu araştırmaya benzer şekilde olumlu yönde ilişki tespit eden az sayıda çalışmaya rastlanmaktadır (Durandt vd., 2022; Işık ve Hasan, 2019; Lingefjärd ve Holmquist, 2005). Bu yönüyle araştırmamızın diğer çalışmalardan farklı bir çalışma olduğu, alan yazına katkı sunduğu söylenebilir. Matematiğe yönelik tutum ile matematiksel modelleme yeterlikleri düzeyi arasındaki ilişkiyi incelemeyi düşünen araştırmacılara yol gösterici olabileceği düşünülmektedir. Genel olarak matematiksel modelleme etkinlikleri ile yapılan eğitimin matematiğe yönelik olumlu tutum geliştirdiğini tespit eden birçok çalışma mevcuttur (Blum, 2011; Bonotto, 2001; Korkmaz, 2010; Maaß, 2006, 2011). Bu bağlamda matematiksel modelleme etkinlikleri bir bütün olarak düşünüldüğünde modelleme yeterliklerinin alt faktör olarak tutumla ilişkili bir değişken olduğu düşünülmektedir.

Durandt vd. (2022) oluşturdukları ampirik çalışma deseninde mühendislik adayı öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmeyi amaçladıkları çalışma sonucunda müdahalelerin uygulandığı grupta matematiksel modelleme yeterlikleri gelişimi ile birlikte öğrencilerin matematiğe yönelik olumlu tutumlarının da geliştiğini tespit etmiştir. Doğrudan matematiğe yönelik tutumları ile modelleme yeterlikleri düzeyleri arasındaki ilişkiyi incelememiş olsa da modelleme yeterlikleri seviyesi yüksek olan öğrencilerin tutumlarının da olumlu olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bu sonuca göre araştırmamızdaki “matematiğe yönelik olumlu tutumları arttıkça öğrencilerin matematiksel modelleme yeterlik düzeyleri yüksektir” bulgusuyla uyumlu olduğu düşünülmektedir.

Lingefjärd ve Holmquist (2005) öğrencilerin matematiksel modelleme sürecine ilişkin görüşlerine odaklanılan seminer notları, tartışma belgelerinden ve oluşturduğu sınav kağıtlarından elde ettiği veriler ile matematiksel modelleme yeterlikleri ile matematiğe yönelik tutumları arasındaki ilişkiyi ortaya koymaya çalışmıştır. Bu bağlamda elde ettiği bulgular ile öğrencilerin matematiğe yönelik olumlu tutumları ile matematiksel modelleme yeterliklerinin yüksek düzeyde pozitif yönde ilişkili olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca matematiğe yönelik tutumlar ile matematiksel modelleme yeterlikleri arasındaki ilişkinin dinamik olduğunu uzun süreli modelleme çalışmaları sonucunda daha açık bir şekilde ortaya çıkarılabildiğini savunmaktadır. Öğrenciler arasında işbirlikli öğrenme ve modelleme etkinlikleri ve yeterlikleri üzerine gerçekleştirilecek tartışmaların teşvik edilmesinin tutum üzerindeki gelişimin daha kısa sürede ve verimli olarak ortaya çıkabileceğini belirtmektedir. Bu sonuç çalışmada elde ettiğimiz bulgularla uyumludur.

Bu çalışmada matematiğe yönelik tutum ile matematiksel modelleme yeterlikleri arasında ortaya konulan anlamlı ilişkiye rağmen bu ilişkinin düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir. Yurtsever ve Soylu (2017) çalışmasında altıncı sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterlikleri ile matematiğe yönelik tutumları arasında ilişki olup olmadığını incelemiştir. Öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliği ile matematiğe yönelik tutumları arasında anlamlı bir ilişki tespit edememiştir. Matematiksel modelleme yeterlikleri ile matematiğe yönelik tutumların ilişkili olmamasında tutumu etkileyen diğer faktörlerin (matematiğe yönelik öğretmen, aile tutumu vb.) etkili olabileceğini belirtmektedir. Çalışmasında öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerinin düşük seviyede olduğunu belirtmiştir. Matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilebilmesi için daha fazla etkinlik yapmak gerektiğini öne sürmektedir. Benzer şekilde çalışmamızda öğrencilerin matematiğe yönelik tutumları ile matematiksel modelleme yeterliklerinin ilişkili olmasına rağmen düşük düzeyde bir ilişki göstermesinin nedeni yüksek oranda öğrencilerin matematiksel modelleme yeterlik seviyelerinin düşük olması olduğu düşünülmektedir.

BÖLÜM VI

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu araştırmada ortaokul öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterlikleri seviyelerinin, problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşımlarının ve matematiğe yönelik tutumlarının birbirlerini anlamlı olarak yordayıp yordamadıklarını, yorduyorlarsa ne düzeyde olduğunu belirlemek amaçlanmıştır. Bu bölümde araştırmanın bulgularının gösterdiği sonuçlar ve bu sonuçlara bağlı olarak gelecekte yapılacak uygulama ve araştırmalara yönelik öneriler sunulmuştur.

6.1. Sonuçlar

1. Öğrencilerin problem çözümünde işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeylerinin orta seviyede, matematiksel modelleme yeterlikleri düzeylerinin düşük seviyede ve matematiğe yönelik tutum düzeylerinin orta seviyede olduğu görülmüştür.
2. Araştırma sonucunda araştırmaya katılan öğrencilerin %62,1'inin işlemsel yaklaşıma, %33,3'ünün orta düzey işlemsel/kavramsal yaklaşıma, %4,6'sının yüksek kavramsal yaklaşıma sahip oldukları, bu nedenle çalışma grubunda yer alan öğrencilerin ağırlıklı olarak problem çözümünde işlemsel yaklaşıma yakın olduğu pek azının yüksek kavramsal yaklaşıma yakın olduğu ortaya çıkarılmıştır.
3. Araştırma sonucunda araştırmaya katılan öğrencilerin ölçme aracıyla elde edilen bulgular özelinde modelleme yeterliklerinin gelişmemiş olduğu belirlenmiştir.
4. Araştırma sonucunda araştırmaya katılan matematiğe yönelik orta düzey olumlu tutuma sahip olduğu pek azının matematiğe yönelik yüksek seviyede olumlu tutuma sahip olduğu saptanmıştır.
5. Araştırma sonucunda araştırmaya katılan öğrencilerin matematiksel modelleme yeterlikleri düzeylerine göre problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım ortalamaları istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılaşmaktadır. Ancak orta ve yüksek modelleme yeterliğine sahip

öğrencilerin problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeyleri ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir.

6. Matematiksel modelleme yeterlikleri, problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeyinde oluşan varyansın küçük bir kısmını açıkladığı tespit edilmiştir. Bu bağlamda matematiksel modelleme yeterlikleri değişkeni düzeyindeki bir puanlık artış, öğrencilerin problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeyinde 0,203 puanlık artışa neden olduğu belirlenmiştir.
7. Araştırma sonucunda araştırmaya katılan öğrencilerin matematiğe yönelik tutum alt faktörleri olan "Çalışma" ve "İlgi" puanları arttığında matematikte problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeylerinin de arttığı bulunmuştur.
8. Araştırmaya katılan öğrencilerin matematiğe yönelik tutum alt faktörleri olan "Kaygı" ve "Gereklilik" puanları arttığında, matematikte problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeyleri puanlarının azaldığı sonucuna ulaşılmıştır.
9. Matematiğe yönelik tutum ölçeği alt faktörlerinin tamamının modele bağımsız değişken olarak eklenmesi durumunda bağımlı değişkendeki (problem çözümünde işlemsel ve kavramsal yaklaşım) varyansın %32,4'ünü açıkladığı sonucuna ulaşılmıştır.
10. Araştırma sonucunda öğrencilerin matematiğe yönelik tutum alt faktörleri puanları ile matematiksel modelleme yeterlikleri puanları arasında pozitif yönde, düşük düzeyde ilişki olduğu; matematiğe yönelik tutum alt faktörlerinin matematiksel modelleme yeterlikleri puanlarını anlamlı olarak yordadığı belirlenmiştir. Matematiğe yönelik tutum alt faktörlerinden "Çalışma" ve "İlgi" puanları arttığında matematiksel modelleme yeterlikleri puanlarının arttığı, "Kaygı" ve "Gereklilik" puanları arttığında matematiksel modelleme yeterlikleri puanlarının azaldığı sonucuna ulaşılmıştır.
11. Matematiğe yönelik tutum ölçeği alt faktörlerinin tamamının modele bağımsız değişken olarak eklenmesi durumunda bağımlı değişkendeki (matematiksel modelleme yeterlikleri) varyansın %7,3'ünü açıkladığı sonucuna ulaşılmıştır.

6.2. Öneriler

Araştırmada elde edilen sonuçlara bağlı olarak bazı öneriler aşağıda sunulmuştur.

- Araştırma ortaokul öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. Benzer çalışmalar diğer sınıf düzeylerinde de gerçekleştirilebilir. Böylece öğrencilerin matematiksel modelleme yeterlikleri, matematikte problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşım düzeyleri ile matematiğe yönelik tutumları arasındaki ilişkilerin farklılaşıp farklılaşmadığına bakılabilir.
- Alanyazında benzer çalışmalara rastlanmadığı için farklı çalışma gruplarında yapılacak çalışmalar sonucunda oluşan bulgular kıyaslanabilir.
- Ders kitaplarının matematiksel modelleme yeterliklerinin, işlemsel ve kavramsal bilgilerin geliştirilmesi göz önünde bulundurularak yeniden düzenlenmesi önerilmektedir.
- Bu araştırmada matematiğe yönelik tutumun alt faktörlerinin
  - ✓ Problem çözümünde işlemsel ve kavramsal yaklaşımları,
  - ✓ Matematiksel modelleme yeterliklerini

Yordadığı sonucuna ulaşılmıştır. İleride yapılacak araştırmalarda bu değişkenlerin birlikte geliştirilebileceği deneysel çalışmalar planlanması önerilmektedir.

- Bu araştırma nicel desende tasarlanmıştır. Öğrencilerin problem çözümüne işlemsel ve kavramsal yaklaşımları, matematiksel modelleme yeterlikleri ve matematiğe yönelik tutumlarının öğrencilerde varolan durumunu, etkileşimlerini ve bu değişkenlerin birbirlerini yordayıp yordamadığını nitel araştırma desenli çalışmalar yapılarak araştırmacılar tarafından derinlemesine analiz edilmesi önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Akinsola, M. K., ve Olowojaiye, F. B. (2008). Teacher instructional methods and student attitudes towards mathematics. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, *3*(1), 60-73.

Akoglu, H. (2018). User’s guide to correlation coefficients. *Turkish Journal of Emergency Medicine*, *18*(3), 91-93. https://doi.org/10.1016/j.tjem.2018.08.001

Allison, P. D. (1999). *Multiple Regression: A Primer*. Pine Forge Press.

Al-Mutawah, M. A., Thomas, R., Eid, A., Mahmoud, E. Y., ve Fateel, M. J. (2019). Conceptual Understanding, Procedural Knowledge and Problem-Solving Skills in Mathematics: High School Graduates Work Analysis and Standpoints. *International journal of education and practice*, *7*(3), 258-273.

Aras, M. (2019). *MTAL öğrencilerinin kesirlerle ilgili işlemsel ve kavramsal bilgisinin tutum, öz yeterlik kaynakları ve kaygı ile ilişkisi* [Yüksek Lisans Tezi]. Uşak Üniversitesi.

Aydın Güç, F. (2015). *Matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik tasarlanan öğrenme ortamlarında öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesi*. Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Baki, A. (2008). *Kuramdan Uygulamaya Matematik Eğitimi* (3. bs). Harf Eğitim Yayıncılığı.

Baki, A. (2019). *Matematiği Öğretme Bilgisi* (2.). Pegem Akademi.

Baki, A., ve Kartal, T. (2004). Kavramsal Ve İşlemsel Bilgi Bağlamında Lise Öğrencilerinin Cebir Bilgilerinin Karakterizasyonu. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, *2*(1), 27-50.

Barbosa, J. C. (2006). Mathematical modelling in classroom: A socio-critical and discursive perspective. *ZDM*, *38*(3), 293-301. https://doi.org/10.1007/BF02652812

Baroody, A. J., Feil, Y., ve Johnson, A. R. (2007). An Alternative Reconceptualization of Procedural and Conceptual Knowledge. *Journal for Research in Mathematics Education*, *38*(2), 115-131.

Bekdemir, M., Okur, M., ve Gelen, S. (2010). 2005 İlköğretim matematik programının ilköğretim yedinci sınıf öğrencilerinin kavramsal, işlemsel bilgi ve becerilerine etkisi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *12*(2), 131-147.

Berry, W. D., ve Feldman, S. (1985). The multiple regression model: A review. *Multiple regression in practice. Newbury Park, CA: Sage University Paper*, 9-17.

Birgin, O., ve Gürbüz, R. (2009). İlköğretim II. kademe öğrencilerinin rasyonel sayılar konusundaki işlemsel ve kavramsal bilgi düzeylerinin incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *22*(2), 529-550.

Blomhøj, M., ve Kjeldsen, T. H. (2006). Teaching mathematical modelling through project work. *ZDM*, *38*(2), 163-177. https://doi.org/10.1007/BF02655887

Blum, W. (2002). ICMI Study 14: Applications and modelling in mathematics education – Discussion document. *Educational Studies in Mathematics*, *51*(1), 149-171. https://doi.org/10.1023/A:1022435827400

Blum, W. (2011). Can modelling be taught and learnt? Some answers from empirical research. *Trends in teaching and learning of mathematical modelling*, 15-30.

Blum, W., ve Borromeo Ferri, R. (2009). Mathematical Modelling: Can It Be Taught And Learnt? *Undefined*. https://www.semanticscholar.org/paper/Mathematical-Modelling%3A-Can-It-Be-Taught-And-Learnt-Blum-Ferri/ebc24e810efa2f5361b9accfc0097c2bca084b89

Blum, W., ve Kaiser, G. (1997). Vergleichende empirische Untersuchungen zu mathematischen Anwendungsfähigkeiten von englischen und deutschen Lernenden. *Unpublished application to Deutsche forschungsgesellschaft*.

Blum, W., ve Leiss, D. (2005). How the students and teacher deal with mathematical modelling problems? The example “Filling up”. *Mathematical Modelling (ICTMA 12): Education, Engineering and Economics (222-231). Chichester: Horwood Publishing*.

Bonotto, C. (2001). How to connect school mathematics with students’ out-of-school knowledge. *ZDM*, *33*(3), 75-84.

Borromeo Ferri, R. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. *ZDM*, *38*(2), 86-95.

Bukova Güzel, E., Tekin Dede, A., Hıdıroğlu, Ç. N., Kula Ünver, S., ve Özaltun Çelik, A. (2016). *Matematik Eğitiminde Matematiksel Modelleme: Araştırmacılar, Eğitimciler ve Öğrenciler için*. Pegem Akademi.

Butty, J.-A. L. M. (2001). Teacher instruction, student attitudes, and mathematics performance among 10 th and 12 th grade Black and Hispanic students. *Journal of Negro Education*, 19-37.

Büyüköztürk, Ş. (2011). *Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitab*. Pegem Akademi.

Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö., Karadeniz, Ş., ve Demirel, F. (2014). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (16.). Pegem Akademi.

Cirillo, M., Pelesko, J., ve Felton-Koestler, M. D. (2016). Perspectives on modeling in school mathematics. İçinde C. Hirsch ve A. R. McDuffie (Ed.), *Annual perspectives in mathematics education 2016: Mathematical modeling and modeling mathematics* (ss. 3-16). NCTM.

Crooks, N. M., ve Alibali, M. W. (2014). Defining and measuring conceptual knowledge in mathematics. *Developmental Review*, *34*(4), 344-377. https://doi.org/10.1016/j.dr.2014.10.001

Çakmak-Gürel, Z., ve Ahmet, I. (2018). İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modellemeye İlişkin Yeterliklerinin İncelenmesi. *e-Uluslararası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, *9*(3), 85-103.

Çavuş Erdem, Z., ve Gürbüz, R. (2019). Matematiksel Modellemeye Giriş. İçinde R. Gürbüz ve M. F. Doğan (Ed.), *Matematiksel Modellemeye Disiplinler Arasi Bakiş: Bir Stem Yaklaşımı* (2. bs, ss. 9-21). Pegem Akademi.

Çavuş Erdem, Z., Gürbüz, R., Doğan, M. F., ve Şahin, S. (2019). Matematiksel Modelleme Süreci ve Matematiksel Modelleme Yeterlikleri. İçinde R. Gürbüz ve M. F. Doğan (Ed.), *Matematiksel Modellemeye Bakış: Bir STEM Yaklaşımı* (2. bs, ss. 33-42). Pegem Akademi.

Çelik, H. C., ve Bindak, R. (2005). Sınıf öğretmenliği bölümü öğrencilerinin matematiğe yönelik tutumlarının çeşitli değişkenlere göre incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*, *13*(2), 427-436.

Çıngı, H. (1994). *Örnekleme Kuramı*. Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Basımevi.

Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G., ve Büyüköztürk, Ş. (2010). *Sosyal Bilimler İçin Çok Değişkenli İstatistik: SPSS ve LISREL Uygulamaları* (1.). Pegem Akademi.

Çüm, S., ve Gelbal, S. (2015). Kayıp veriler yerine yaklaşık değer atamada kullanılan farklı yöntemlerin model veri uyumu üzerindeki etkisi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *1*(35), 87-111.

Davadas, S. D., ve Lay, Y. F. (2020). Contributing Factors of Secondary Students' Attitude towards Mathematics. *European Journal of Educational Research*, *9*(2), 489-498.

Demir, E., ve Parlak, B. (2012). Türkiye'de eğitim araştırmalarında kayıp veri sorunu. *Journal of Measurement and Evaluation in Education and Psychology*, *3*(1), 230-241.

Di Martino, P., ve Zan, R. (2011). Attitude towards mathematics: A bridge between beliefs and emotions. *Zdm*, *43*(4), 471-482.

Doerr, H. M. (1997). Experiment, simulation and analysis: An integrated instructional approach to the concept of force. *International Journal of Science Education*, *19*(3), 265-282. https://doi.org/10.1080/0950069970190302

Doruk, M., Öztürk, M., ve Kaplan, A. (2016). Ortaokul öğrencilerinin matematiğe yönelik öz-yeterlik algılarının belirlenmesi: Kaygı ve tutum faktörleri. *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, *6*(2), 283-302.

Durandt, R., Blum, W., ve Lindl, A. (2022). Fostering mathematical modelling competency of South African engineering students: Which influence does the teaching design have? *Educational Studies in Mathematics*, *109*(2), 361-381.

Ekizoglu, N., ve Tezer, M. (2009). The Relationship Between the Attitudes Towards Mathematics and the Success Marks of Primary School Students. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, *2*(1), 43-57.

Fishbein, M., ve Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude intention and behavior: An introduction to theory and research*. Addison-Wesley Publishing Company.

Frejd, P. (2013). Modes of modelling assessment—A literature review. *Educational Studies in Mathematics*, *84*(3), 413-438. https://doi.org/10.1007/s10649-013-9491-5

Galbraith, P. (2012). Models of modelling: Genres, purposes or perspectives. *Journal of Mathematical Modelling and application*, *1*(5), 3-16.

George, D., ve Mallery, P. (2019). *IBM SPSS Statistics 26 Step by Step: A Simple Guide and Reference* (16. bs). Routledge. https://doi.org/10.4324/9780429056765

Gilbert, J. K., Boulter, C., ve Rutherford, M. (1998). Models in explanations, Part 1: Horses for courses? *International Journal of Science Education*, *20*(1), 83-97. https://doi.org/10.1080/0950069980200106

Gravemeijer, K. (2002). Preamble: From Models to Modeling. Içinde K. Gravemeijer, R. Lehrer, B. Van Oers, ve L. Verschaffel (Ed.), *Symbolizing, Modeling and Tool Use in Mathematics Education* (ss. 7-22). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-3194-2_2

Güzel, H. (2004). Genel Fizik ve Matematik Derslerindeki Başarı ile Matematiğe Karşı Olan Tutum Arasındaki İlişki. *Journal of Turkish Science Education*, *1*(1), 49-58.

Haines, C., ve Crouch, R. (2007). Mathematical Modelling and Applications: Ability and Competence Frameworks. Içinde W. Blum, P. L. Galbraith, H.-W. Henn, ve M. Niss (Ed.), *Modelling and Applications in Mathematics Education: The 14th ICMI Study* (ss. 417-424). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-0-387-29822-1_46

Han, S., ve Kim, H. M. (2020). Components of Mathematical Problem Solving Competence and Mediation Effects of Instructional Strategies for Mathematical Modeling. *Education ve Science/Egitim ve Bilim*, *45*(202).

Hannigan, A., Gill, O., ve Leavy, A. M. (2013). An investigation of prospective secondary mathematics teachers' conceptual knowledge of and attitudes towards statistics. *Journal of Mathematics Teacher Education*, *16*(6), 427-449.

Hannula, M. S. (2002). Attitude towards mathematics: Emotions, expectations and values. *Educational studies in Mathematics*, *49*(1), 25-46.

Harrison, A. G., ve Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, *22*(9), 1011-1026. https://doi.org/10.1080/095006900416884

Hiebert, J., ve Lefevre, P. (1986). Conceptual and procedural knowledge in mathematics: An introductory analysis. İçinde *Conceptual and procedural knowledge: The case of mathematics* (ss. 1-27). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Hooper, D., Coughlan, J., ve Mullen, M. R. (2013). The servicescape as an antecedent to service quality and behavioral intentions. *Journal of Business Research Methods*, *1*(6), 53-60.

Houston, K. (2007). Assessing the "Phases" of Mathematical Modelling. Içinde W. Blum, P. L. Galbraith, H.-W. Henn, ve M. Niss (Ed.), *Modelling and Applications in Mathematics Education: The 14th ICMI Study* (ss. 249-256). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-0-387-29822-1_26

Ifamuyiwa, S. A., ve Akinsola, M. K. (2008). Improving senior secondary school students' attitude towards mathematics through self and cooperative-instructional strategies. *International journal of mathematical education in science and technology*, *39*(5), 569-585.

Işık, K. N., ve Hasan, E. S. (2019). Ortaokul Öğrencilerinin Kesirlerle İşlemleri Modelleme Becerileri ve Matematik Tutumları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *39*(3), 1347-1380.

İflazoğlu, A. (1999). Küme destekli bireyselleştirme tekniğinin temel eğitim beşinci sınıf öğrencilerinin matematik başarısı ve matematiğe ilişkin tutumları üzerindeki etkisi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *6*(6).

İspir, O. A., ve Palabıyık, U. (2011). Örüntü temelli cebir öğretiminin öğrencilerin cebirsel düşünme becerileri ve matematiğe karşı tutumlarına etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *30*(30), 111-123.

Jensen, T. H. (2007). Assessing mathematical modelling competency. *Mathematical modelling (ICTMA 12): Education, engineering and economics*, 141-148.

Ji, X. (2012). A quasi-experimental study of high school students' mathematics modelling competence. *12th International Congress on Mathematical Education*, *8*.

Jöreskog, K. G., ve Sörbom, D. (1993). *LISREL 8: Structural equation modeling with the SIMPLIS command language*. Scientific Software International.

Kaiser, G. (2007). Modelling and modelling competencies in school. *Mathematical modelling (ICTMA 12): Education, engineering and economics*, 110-119.

Kajander, A. (2007). Unpacking mathematics for teaching: A study of preservice elementary teachers' evolving mathematical understandings and beliefs. *Journal of Teaching and Learning*, *5*(1).

Kalaycı, Ş. (2010). *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri* (5.). Asil Yayın Dağıtım.

Kanbolat, O., Bekdemir, M., ve Baş, F. (2011). The Examination of the Attitudes of Students Enrolled from the 3rd to 8th Year towards Mathematics. *The International Journal of Educational Researchers*, *3*(8). https://avesis.ebyu.edu.tr/yayin/f6b39111-fd3b-4a67-8171-1117728ccb81/the-examination-of-the-attitudes-of-students-enrolled-from-the-3rd-to-8th-year-towards-mathematics

Kanbur, E., ve Özyer, K. (2016). Çalışanların Bireysel Yaratıcılık Düzeylerinin İç Girişimcilik Performanslarına Etkisi. *Journal of Management and Economics Research*, *14*(2), 264-275. https://doi.org/10.11611/JMER178484

Kandemir, M. (2007). Sınıf Öğretmeni Adaylarının Temel Matematik Dersine İlişkin Tutumları Ve Kavram Öğrenim Düzeyleri. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *9*(2), 13-32.

Karaaslan, K. G., ve AY, Z. S. (2017). Öğretmen adaylarının olasılık konusuna ilişkin alan bilgilerinin kavramsal-işlemsel bilgi kapsamında incelenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *17*(2), 715-736.

Karakaş Türker, N., ve Turanli, N. (2008). Matematik Eğitimi Derslerine Yönelik Tutum Ölçeği Geliştirmesi. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *28*(3). https://avesis.hacettepe.edu.tr/yayin/7ea4f696-8377-43b9-9fec-55a4636f5c8b/matematik-egitimi-derslerine-yonelik-tutum-olcegi-gelistirmesi

Karasar, N. (2017). *Bilimsel Araştırma Yöntemi: Kavramlar İlkeler Teknikler* (32.). Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık.

Kayri̇, M. (2009). Araştırmalarda Gruplar Arası Farkın Belirlenmesine Yönelik Çoklu Karşılaştırma (Post-Hoc) Teknikleri. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *19*(1), 51-64.

Kertil, M., Çetinkaya, B., Erbaş, A., ve Çakıroğlu, E. (2016). Matematik eğitiminde matematiksel modelleme. İçinde E. Bingölbali, S. Arslan, ve İ. Ö. Zembat (Ed.), *Matematik Eğitiminde Teoriler* (ss. 539-560). Pegem Akademi. https://avesis.metu.edu.tr/yayin/49a84de3-4482-4db9-bf5b-7b7f1ef21273/matematik-egitiminde-matematiksel-modelleme

Kıral, G., ve Billor, N. (2013). Robust kümeleme yöntemi ile grup sapan değerlerin belirlenmesi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *22*(1), 189-212.

Kim, I.-K. (2012). Comparison and analysis among mathematical modeling, mathematization, and problem solving. *Journal for History of Mathematics*, *25*(2), 71-95.

Kline, R. B. (2011). *Principles and practice of structural equation modeling* (3.). NY: Guilford.

Konyalıoğlu, A. C., Tortumlu, N., Kaplan, A., Işık, A., ve Hızarcı, S. (2016). Matematik Öğretmen Adaylarının İntegral Kavramını Kavramsal Anlamaları Üzerine. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, *6*(1), 1-8.

Korkmaz, E. (2010). *İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modellemeye yönelik görüşleri ve matematiksel modelleme yeterlikleri*.

Lesh, R. A., ve Doerr, H. M. (Ed.). (2003). *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching*. Lawrence Erlbaum Associates.

Lesh, R., ve Lehrer, R. (2003). Models and Modeling Perspectives on the Development of Students and Teachers. *Mathematical Thinking and Learning*, *5*(2-3), 109-129. https://doi.org/10.1080/10986065.2003.9679996

Lesh, R., ve Zawojewski, J. (2007). Problem solving and modeling. Içinde F. K. Lester (Ed.), *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning: A Project of the National Council of Teachers of Mathematics* (ss. 763-803). VA: NCTM.

Lingefjärd, T., ve Holmquist, M. (2005). To assess students' attitudes, skills and competencies in mathematical modeling. *Teaching Mathematics and Its Applications: International Journal of the IMA*, *24*(2-3), 123-133.

Ludwig, M., ve Xu, B. (2010). A Comparative Study of Modelling Competencies Among Chinese and German Students. *Journal Für Mathematik-Didaktik*, *31*(1), 77-97. https://doi.org/10.1007/s13138-010-0005-z

Maaß, K. (2006). What are modelling competencies? *ZDM*, *38*(2), 113-142. https://doi.org/10.1007/BF02655885

Maaß, K. (2011). Identifying drivers for mathematical modelling–a commentary. *Trends in teaching and learning of mathematical modelling*, 367-373.

Maaß, K., ve Mischo, C. (2011). Implementing Modelling into Day-to-Day Teaching Practice – The Project STRATUM and its Framework. *Journal Für Mathematik-Didaktik*, *32*(1), 103-131. https://doi.org/10.1007/s13138-010-0015-x

Marchiş, I. (2013). Relation between students' attitude towards mathematics and their problem solving skills. *PedActa*, *3*(2), 59-66.

Matthews, M. E., ve Seaman, W. I. (2007). The Effects of Different Undergraduate Mathematics Courses on the Content Knowledge and Attitude towards Mathematics of Preservice Elementary Teachers. *Issues in the Undergraduate Mathematics Preparation of School Teachers, 1*.

McGraw, R., Lubienski, S. T., ve Strutchens, M. E. (2006). A closer look at gender in NAEP mathematics achievement and affect data: Intersections with achievement, race/ethnicity, and socioeconomic status. *Journal for Research in Mathematics Education*, *37*(2), 129-150.

Mehraein, S., ve Gatabi, A. R. (2014). Gender and Mathematical Modelling Competency: Primary Students' Performance and their Attitude. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *128*, 198-203. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.03.143

Miles, M. B., ve Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Sage Publications.

Milli Eğitim Bakanlığı, MEB. (2018). *Matematik Öğretim Programı 2018*. https://mufredat.meb.gov.tr/.

Newbill, P. L. (2005). *Instructional strategies to improve women's attitudes toward science* [PhD Thesis]. Virginia Polytechnic Institute and State University.

Niss, M. (2003). Mathematical competencies and the learning of mathematics: The Danish KOM project. *3rd Mediterranean conference on mathematical education*, 115-124.

Olkun, S., ve Toluk Uçar, Z. (2004). *İlköğretimde etkinlik temelli matematik öğretimi*. Anı Yayıncılık.

Önal, N. (2013). Ortaokul Öğrencilerinin Matematik Tutumlarına Yönelik Ölçek Geliştirme Çalışması. *Ilkogretim Online*, *12*(4), 938-948.

Özdemir, E., ve Üzel, D. (2013). A case study on teacher instructional practices in mathematical modeling. *The Online Journal of New Horizons in Education*, *3*(1), 1-14.

Özsoy, G. (2005). *Problem Çözme Becerisi İle Matematik Başarısı Arasındaki İlişki*. 12.

Özyıldırım Gümüş, F. (2019). İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Problem Çözümünde Benimsedikleri Kavramsal ve İşlemsel Yaklaşımlarının Belirlenmesi: İç Anadolu Örneği. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *20*, 885-905.

Özyıldırım Gümüş, F., ve Umay, A. (2018). Problem Çözümüne Kavramsal / İşlemsel Yaklaşım Ölçeğinin Geliştirilmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *18*(1), 375-391. https://doi.org/10.17240/aibuefd.2018..-359814

Pareto, L., Arvemo, T., Dahl, Y., Haake, M., ve Gulz, A. (2011). A teachable-agent arithmetic game's effects on mathematics understanding, attitude and self-efficacy. *International Conference on Artificial Intelligence in Education*, 247-255.

Rayner, V., Pitsolantis, N., ve Osana, H. (2009). Mathematics anxiety in preservice teachers: Its relationship to their conceptual and procedural knowledge of fractions. *Mathematics Education Research Journal*, *21*(3), 60-85.

Reinke, K. S. (1995). *Preservice elementary teachers' attitudes toward procedural and conceptual geometry problems* [PhD Thesis]. Texas AveM University.

Rittle-Johnson, B., ve Schneider, M. (2015). Developing conceptual and procedural knowledge of mathematics. *Oxford handbook of numerical cognition*, 1118-1134.

Sarpkaya, G., Gözdegül, A., ve Kaplan, H. A. (2011). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının üstbiliş stratejilerini kullanma farkındalıkları ile matematiğe karşı tutumları arasındaki ilişki. *Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, *6*(2), 107-122.

Schneider, M., ve Stern, E. (2010). The developmental relations between conceptual and procedural knowledge: A multimethod approach. *Developmental psychology*, *46*(1), 178.

Sevgi, S., ve Kartalcı, S. (2021). Üniversite öğrencilerinin matematiksel ispata yönelik görüşleri ile kavramsal-işlemsel yaklaşımlarının incelenmesi. *Başkent University Journal of Education*, *8*(1), 275-291.

Skemp, R. R. (1971). *The psychology of learning mathematics*. Penguin Books.

Skemp, R. R. (1978). Relational understanding and instrumental understanding. *The Arithmetic Teacher*, *26*(3), 9-15.

Soylu, Y., ve Aydın, S. (2006). Matematik derslerinde kavramsal ve işlemsel öğrenmenin dengelenmesinin önemi üzerine bir çalışma. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *8*(2).

Star, J. R. (2005). Reconceptualizing procedural knowledge. *Journal for research in mathematics education*, *36*(5), 404-411.

Star, J. R. (2007). Research commentary: A rejoinder foregrounding procedural knowledge. *Journal for research in mathematics education*, *38*(2), 132-135.

Şimşek, Ö. F. (2007). *Yapısal eşitlik modellemesine giriş: Temel ilkeler ve lisrel uygulamaları*. Ekinoks Yayınları.

Tabachnick, B. G., ve Fidell, L. S. (2015). *Çok Değişkenli İstatistiklerin Kullanımı (Using Multivariate Statistics)* (M. Baloğlu, Çev.; 6. Basımdan Çeviri). Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık.

Tarım, K., ve Dinç Artut, P. (2016). Tutum ve Matematik Başarısı. İçinde E. Bingölbali, S. Arslan, ve İ. Ö. Zembat (Ed.), *Matematik Eğitiminde Teoriler* (ss. 767-784).

Pegem Akademi. https://avesis.metu.edu.tr/yayin/49a84de3-4482-4db9-bf5b-7b7f1ef21273/matematik-egitiminde-matematiksel-modelleme

Tarim, K., ve Akdeniz, F. (2008). The effects of cooperative learning on Turkish elementary students' mathematics achievement and attitude towards mathematics using TAI and STAD methods. *Educational studies in Mathematics*, *67*(1), 77-91.

Tekin Dede, A. (2015). *Matematik derslerinde öğrencilerin modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi: Bir eylem araştırması.* [Doktora Tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi.

Tekin Dede, A. (2017). Modelleme Yeterlikleri ile Sınıf Düzeyi ve Matematik Başarısı Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi. *İlköğretim Online*, *16*(3), 1201-1219. https://doi.org/10.17051/ilkonline.2017.330251

Tekin Dede, A., ve Yılmaz, S. (2015). 6 Sınıf Öğrencilerinin Bilişsel Modelleme Yeterlikleri Nasıl Geliştirilebilir. *International Journal of New Trends in Arts, Sports Science Education*, *4*(1). https://avesis.deu.edu.tr/yayin/5904e9e8-535d-420c-ab7b-3b33a97a4e9f/6-sinif-ogrencilerinin-bilissel-modelleme-yeterlikleri-nasil-gelistirilebilir

Türk Dil Kurumu, TDK. (2011). *Güncel Türkçe Sözlük*. https://sozluk.gov.tr/. https://sozluk.gov.tr/

Umay, A. (2003). *Matematiksel Muhakeme Yeteneği*. 10.

Ural, A. (2018). *Matematiksel Modelleme Eğitimi* (1. bs). Anı Yayıncılık.

Webb, N. L. (1979). Processes, conceptual knowledge, and mathematical problem-solving ability. *Journal for Research in Mathematics Education*, *10*(2), 83-93.

Yanık, H. B. (2016). Kavramsal ve İşlemsel Anlama. İçinde E. Bingölbali, S. Arslan, ve İ. Ö. Zembat (Ed.), *Matematik Eğitiminde Teoriler* (ss. 101-116). Pegem Akademi. https://avesis.metu.edu.tr/yayin/49a84de3-4482-4db9-bf5b-7b7f1ef21273/matematik-egitiminde-matematiksel-modelleme

Yenilmez, K., ve ÖZABACI, N. Ş. (2003). Yatılı Öğretmen Okulu Öğrencilerinin Matematik İle İlgili Tutumları Ve Matematik Kaygı Düzeyleri Arasındaki İlişki Üzerine Bir Araştırma. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *14*(14), 132-146.

Yimer, S. T., ve Feza, N. N. (2019). Learners' Conceptual Knowledge Development and Attitudinal Change towards Calculus Using Jigsaw Co-operative Learning

Strategy Integrated with GeoGebra. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, *15*(1), em0554.

Yurtsever, A., ve Soylu, D. (2017). 6. Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Akademik Başarı Ve Tutumlar Açısından İncelenmesi. *Anadolu Kültürel Araştırmalar Dergisi*, *1*(3), 43-61.

Yücel, Z., ve Koç, M. (2011). İlköğretim Öğrencilerinin Matematik Dersine Karşı Tutumlarının Başarı Düzeylerini Yordama Gücü ile Cinsiyet Arasındaki İlişki. *İlköğretim Online*, *10*(1), 133-143.

Zakaria, E., ve Zaini, N. (2009). Conceptual and procedural knowledge of rational numbers in trainee teachers. *European journal of social sciences*, *9*(2), 202-217.