

Model Oluşturma Etkinliklerinde Bilişsel Araç Kullanımının Öğrenci Düşünme Becerilerine Etkisi *

Derya Akyol^a ve Polat Şendurur^b

^aMEB, İkizce Şehit Hüseyin Akar Ortaokulu, İkizce, Ordu/Türkiye (ORCID: 0000-0002-8006-3073); ^bOndokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Samsun/Türkiye (ORCID: 0000-0003-2225-2359)

Makale Geçmişi: Geliş tarihi: 17 Kasım 2017; Yayına kabul tarihi: 27 Eylül 2018; Çevrimiçi yayın tarihi: 23 Ekim 2018

Öz: Bu araştırmanın amacı 8.sınıf öğrencilerinin model oluşturma etkinlikleri ile model oluşturma süreçlerinde bilişsel araç kullanımının öğrencilerin düşünme becerileri gelişimindeki etkisini ortaya çıkarmaktır. Araştırma 46 ortaokul 8. sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Temel veri toplama aracı olarak literatürde yer alan 6 adet model oluşturma etkinliği kullanılmıştır. Deney grubundaki öğrenciler model oluşturma etkinliklerini bilişsel araç olarak kullanılan hesap çizelgesi yardımıyla, kontrol grubu ise geleneksel yöntemler ile çözmüşlerdir. Problemlerin çözüm sürecinde öğrencilerin yaptıkları işlemler ve yazdıkları mektuplar göz önünde bulundurulup bu veriler Karmaşık Düşünme Modeli (KDM)'ne göre "Kritik Düşünme", "Yaratıcı Düşünme" ve "Karmaşık Düşünme" ana başlıkları altında analiz edilmiş ve KDM puanları oluşturulmuştur. Araştırmada elde edilen verilerden; öğrencilerin "kolaylaştırma, işlem azlığı, zamandan tasarruf, probleme yoğunlaşma, doğru bilgi ve bilgiye kolay ulaşım" olmak üzere bilişsel araçta altı farklı özellik buldukları tespit edilmiştir. Elde edilen KDM puanlarından, bu çalışmada kullanılan bilişsel aracın en fazla Kritik Düşünme becerisine olumlu katkı sağladığı tespit edilirken Yaratıcı Düşünme becerisine katkısının beklenen düzeyde olmadığı gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bilişsel araç, karmaşık düşünme modeli, matematiksel modelleme

DOI: 10.16949/turkbilmat.354931

Abstract: The purpose of this study is to investigate the effect of using cognitive tools on 8th grade students' thinking skills through model construction processes with model eliciting activities. The study was conducted with 46 secondary school-8th grade students. Six different modeling activities existing in literature were used as data collection tools. Students in experimental group solved the modeling problems with the help of spreadsheets, which was used as the cognitive tool, while control group solved the same problems with traditional methods. Conducted mathematical operations and letters written by students during problem-solving processes were taken into consideration. They were analyzed under following titles that are based on Complex Thinking Model (CTM): "Critical Thinking", "Creative Thinking" and "Complex Thinking", and thus CTM scores were calculated accordingly. The results of the analyses indicated that students identified six different aspects of the cognitive tools, which were "facilitation, reduced effort for computation, time saving, and concentration on the problem, accurate information, and easy access to information". The obtained CTM scores showed that the cognitive tool utilized in the current study highly contributed to the Critical Thinking skills, while it had slight contributions to the Creative Thinking skills.

Keywords: Cognitive tool, complex thinking model, mathematical modeling

[See Extended Abstract](#)

Sorumlu yazar: Polat Şendurur  e-posta: polat.sendurur@omu.edu.tr

^aBu çalışma 5. Uluslararası Öğretim Teknolojileri ve Öğretmen Eğitimi Sempozyumu'nda sunulan bildirinin genişletilmiş halidir.

Kaynak Gösterme: Akyol, D. ve Şendurur, P. (2019). Model oluşturma etkinliklerinde bilişsel araç kullanımının öğrenci düşünme becerilerine etkisi. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 10(1), 101-129.

1. Giriş

Eğitim hayatı boyunca edinilen bilgilerin gerçek hayata etkili şekilde entegrasyonunu sağlamak, eğitimciler için oldukça önemli bir konudur. Özellikle matematik gibi soyut derslerde bu geçiş sürecini kolaylaştırmak için modelleme gibi daha somut yaklaşımlara başvurulmaktadır. Matematik eğitimi araştırmalarında modelleme çalışmaları artan bir biçimde ilgi görmektedir (Blum & Ferri, 2009; Eraslan & Kant, 2015; Guerrero-Ortiz, Mena-Lorca & Soto, 2017). Bunun en önemli nedenlerinden biri TIMSS ve PISA gibi uluslararası karşılaştırmalı çalışmaların sonuçlarına paralel olarak, birçok ülkede öğrencilerin okul dışındaki hayatlarında ve ilerideki mesleki yaşamlarında karşılaştıkları gerçek hayat problemlerini çözme noktasında ne kadar hazırlıklı olduklarını sorgulamaya başlayan araştırmacılarıdır.

Genel inanışlar günlük yaşamda karşımıza çıkan problemleri çözmenin ya da bu problemleri çözmeyi öğrenmenin, kitaplarda karşımıza çıkan problemleri çözmekten daha zor olduğunu söylemektedir ancak durum neredeyse tam tersidir (Lesh & Doerr, 2003, s. 4). Ders kitaplarındaki problemleri çözebilme becerileri, gerçek yaşamda karşılaşılan gerçek problemleri çözmek için yeterli olmayabilir. Model oluşturma etkinlikleri bu noktada önemli seçenek olarak karşımıza çıkmaktadır. Lesh & Doerr'e (2003) göre model oluşturma etkinlikleri gerçek yaşamda karşılaşılabilecek problemlerin çözümü için matematiksel modeller oluşturma süreçlerine karşılık gelir. Bu matematiksel süreçler elde edilen verilerin sayısallaştırılması, koordine-kategorize etme ve nesnelere arası ilişkileri ortaya çıkarma gibi aşamaları içerir. Yani problem çözümüne dair zihinsel modeller somutlaştırılır. Eğitimin bir çok alanında olduğu gibi, matematik eğitiminde de dijital araçlardan yararlanılmaktadır. Fakat, yapılan uygulamalarda teknoloji çoğunlukla geleneksel uygulamaların özelliklerinin artırılmış hali olarak ortaya çıkmakta ve entegrasyonu tam olarak sağlanamamaktadır (Bray & Tangney, 2017). Bu entegrasyonu kolaylaştıracak yöntemlerden biri teknolojinin bilişsel araç olarak kullanılması olabilir.

Jonassen (2004) bilginin, sistemlerin, deneyimlerin yanında problemlerin de modelleştirilebileceğini ve birçok bilgisayar tabanlı uygulamanın modelleme aracı olarak kullanılabileceğini ifade etmiştir. Bu araçlar, bilişsel araç olarak tanımlanabilir. Veri tabanı araçları, kavram haritası oluşturma araçları, görselleştirme araçları, uzman sistemler ve hesap çizelgesi araçları modelleme süreçlerinde kullanılabilecek bilişsel araçlara örnek olarak verilebilir. Jonassen (2000) hesap çizelgesi araçlarını öğrenenlerin kuralları test ettiği, yeni kurallar ürettiği, ilişkileri tanımladığı ve bilgiyi organize ettiği ortamları sunabilen bir araç olarak nitelendirmektedir. Bu bakış açısıyla, model oluşturma etkinlikleri ve hesap çizelgesi programlarının ortak ve birbirini tamamlayan noktalarının olduğunu söyleyebiliriz. Jonassen (2000) hesap çizelgesi gibi bilişsel araçları sınıflandırıp kullanım şekillerini açıklarken temel değerlendirmesini Iowa Eğitim Departmanı için geliştirilen kompleks düşünme modelini referans alarak gerçekleştirmiştir (Iowa Department of Education, 1989). Kompleks düşünme modeli, bu çalışmada da sonuçları değerlendirmek için referans noktasını oluşturmuş ve aşağıdaki sorulara cevap aranmaya çalışılmıştır:

1. Bilişsel araç kullanımının Matematik dersi kapsamında kullanılan model oluşturma etkinliklerinde öğrencilerin kompleks düşünme becerileri üzerindeki etkisi nedir?
2. Matematik dersi kapsamında kullanılan model oluşturma etkinliklerinde bilişsel araç kullanımına dair ğrenci görüşleri nedir?

1.1.Kuramsal Çerçeve

Genel tanımıyla model, içerisinde çeşitli öğeleri barındıran sistemlerdir. Bu öğeler elemanlar, işlemler, ilişkiler ve bu ilişkileri tanımlayan kurallardan oluşmakta ve aynı zamanda harici sistemler ile ifade edilebilmektedir (Lesh & Doerr, 2003). Yani modeller insan zihninde var olabileceği gibi, zihindeki modellerin dışsal bir ortamda gösterimleri de olabilir. Modeller çevreyi anlamak ve karşılaşılan sorunları çözmek gibi temel insani davranışlar ile doğrudan ilişkilidir (Erbaş ve ark., 2014). Tezer ve Cumhur (2017), matematiksel modellemeyi “gerçek yaşam problemlerinin soyutlaştırılıp matematiksel olarak ifade edilmesi, çözülmesi ve değerlendirilmesi aşamalarını içeren bir periyodik döngü” (s. 4791) olarak tanımlamışlardır. Modelleme ve matematiksel modelleme tanımlarından yola çıktığımızda; matematiksel modelleme, matematiği gerçek yaşamda daha fazla kullanabileceğimiz bir araca dönüştürme potansiyeline sahiptir.

Literatürü incelediğimizde birbirinden farklı olan süreçlere rastlamamız mümkündür (Berry & Houston, 1995; Ferri, 2006; Kapur, 1982). Bu süreçlerde gerçek yaşam problemleri ile, bu problemlerin matematiksel dönüşümleri, modellemeyi yapan ğrenenden beklenen temel becerilerden biridir. Aynı zamanda matematiksel model ile gerçek dünya arasında sürekli bir döngü vardır (Crouch & Haines, 2004; Haines & Crouch, 2007). Örneğin Blomhøj & Jensen (2003), matematiksel modellemeyi, matematiksel sistem ve algılanan gerçeklik arasında, veri ve teori üzerine inşa edilmiş farklı eylemleri barındıran bir döngü olarak ortaya koymuştur. Buna göre algılanan gerçeklik üzerine kurulan bir görev tanımlaması ile başlanan modelleme, farklı nesnelere ve ilişkilerin kullanılması ile matematikselleştirilir. Farklı aşamaların sonunda da modelin geçerliliği test edilir. Başka bir deyişle, problem anlamlandırıldıktan sonra, veriler ışığında gerekli işlemler yapılır ve sonuçlar gerçek dünya koşullarında test edilir (Lesh & Doerr, 2003).

Matematiksel modelleme etkinliklerinde öğrenciler arasındaki etkileşim de önemli bir boyuttur. Zawojewski, Lesh & English'e (2003) göre, modelleme sürecinde bir ğrenci konu ile ilgili yeterli bilgi, kültür ve deneyime sahip olmasa bile, grup dinamiği sayesinde bir anlam geliştirebilir. Bu süreçte öğrencilerin yaptıkları işlemleri analiz ettikten sonra yorumlaması ve bu yorumunu arkadaşlarına da mantıklı bir şekilde açıklayabilmesi önemlidir. Etkinlikte, rakam ya da kelime gibi sonuçlara ulaşmak yerine, gerçek dünyaya ait durumları betimleme ve formüle etmek önemlidir (Lesh & Zawojewski, 2007; Mousoulides, 2007). Aynı zamanda öğrencileri geleneksel okul matematiğinin dışına çıkarır ve iletişim kurma, çözümünü mantıklı kılma ve gerçekçi durumları çözüme kavuşturma gibi süreçleri de etkinliğe dahil eder (Lesh & Zawojewski, 2007; Thomas & Hart, 2010).

Ural ve Ülper' in (2013), ilköğretim matematik öğretmen adaylarının okuduğunu anlama becerisi ile matematiksel modellemeyi gerektiren gerçek bir yaşam problemini anlama becerisi arasındaki ilişkiyi araştırdığı çalışmada, matematiksel modelleme problemini iyi kavrayan öğrencilerin okuduklarını da daha iyi anladıkları sonucuna ulaşılmıştır. Korkmaz (2010), ilköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adayları ile gerçekleştirdiği çalışmada ise, öğretmen adaylarının modellemenin karmaşık ve uzun süren bir süreç olmasına rağmen bu süreçten zevk aldıklarını, matematiğin günlük yaşamdaki önemini farkına vardıklarını öne sürmüştür. Bu etkinliklere dair öğretmenlerin olumlu yaklaşımına sahip oldukları yine Karalı'nın (2013) araştırmasında da gösterilmiştir. Modelleme etkinlikleri, öğretmen adaylarına kendini geliştirmesi ve gerçekleştirdiği etkinlikten tatmin olmaları açısından önemli fırsatlar sunmaktadır. Ancak modelleme etkinliklerini gerçekleştirme konusunda yeterli donanımına sahip olup olmadıkları konusu ayrıca üzerinde durulması gereken bir durumdur. Modellemeye ait bilgi düzeyi eksikliği (Güder, 2013), deneyim eksiklikleri, yetersiz kavramsal anlayışlar, zaman sınırlılıkları ve değerlendirme kaygıları (Zeytun, 2013) gibi değişkenler etkinlik sürecini olumsuz etkilemektedir.

Matematiksel modelleme etkinliklerinin hem öğretmen hem de öğrenci açısından kayda değer artıları olduğu söylenebilir. Benzer şekilde matematikte bilgisayardan destek alınması da süreç üzerinde olumlu etkiler göstermektedir. Öğrencilerin geometrik ilişkileri araştırabilecekleri ve oluşturup test edebilecekleri ve birçok bilişsel beceri kazanabilecekleri dinamik geometri yazılımları bu duruma örnek gösterilebilir (Faydacı, 2008; Güven & Kösa, 2008; Köse & Özdaş, 2009; Üstün & Ubuz 2005). Aynı şekilde sembolik hesap yazılımları ve grafik çizici yazılımlar da matematikte kullanılan bilgisayar uygulamalarına örnektir (Isiksal & Askar, 2007). Bu tarz yazılımlardan en yaygın kullanılanlar arasında olan Microsoft Excel, hesap kabiliyeti ve grafik oluşturma becerileri ile birçok kazanıma hitap edebilecek bir elektronik tablolama programıdır.

Eğitimde bilgisayarın öğrenme sürecinde bir araç olarak kullanımını içeren yaklaşım diğerlerinden farklı olarak bilgisayarın ya da daha genel olarak bilişim teknolojilerinin "bilişsel araç" olarak kullanımını öngörür (Lajoie & Derry, 1993; Lajoie, 2000). Bilişsel araçlarla, bazı bilgisayar uygulamalarının öğrenci için anlam ifade eden çalışmalar yapacak şekilde adapte edilmesi amaçlanıp eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerinin desteklenip geliştirilmesini sağlamak amaçlanmaktadır (Jonassen, 2000). Bazı yazılımlar, (çalışma tablosu, kavram haritası ve veri tabanı gibi) öğrenciyi düşünmeye sevk eden bilişsel araç işlevi görebilir. Uyarlanmış programları kullanırken öğrenciler çalıştıkları ders konularını analiz etmek zorunda kalırlar ve bilgilerini sorguladıkları için gerçekten öğrenmeleri mümkün olur. Bilgisayarların bu şekilde kullanımı onları nihai hedef değil, daha üstün amaçlara hizmet edecek araç olarak algılanmasını sağladığı kullanım biçimleridir (Bransford, Sherwood, Hasselbring, Kinzer & Williams, 1990).

Elektronik tablolama programları, az gelişmiş yazılımlar olmasına rağmen, öğrencilerin hesaplamalarını görme ve yapma kapasitelerini artırarak matematiksel kavramlarla kalem-kağıt gibi etkileşim içerisinde olmalarına olanak vermektedir (John, 1998'den akt., Argün ve Dede, 2003, s.114). Abromovich & Nabors (1996), elektronik

tabloların araştırmaya yönelten çok güçlü matematiksel bir kaynak olmanın yanı sıra problem çözüm süresince dikkatsizlikle ortaya çıkabilecek işlem hatalarını önleyebildiğini ve öğrencilere kontrol etme imkanı sağladıklarını belirtmişlerdir (Akt., Argün & Dede, 2003, s.115). Böylelikle öğrenciler işlem kısmına harcayacakları süreyi problem çözüm sürecine yöneltebilirler.

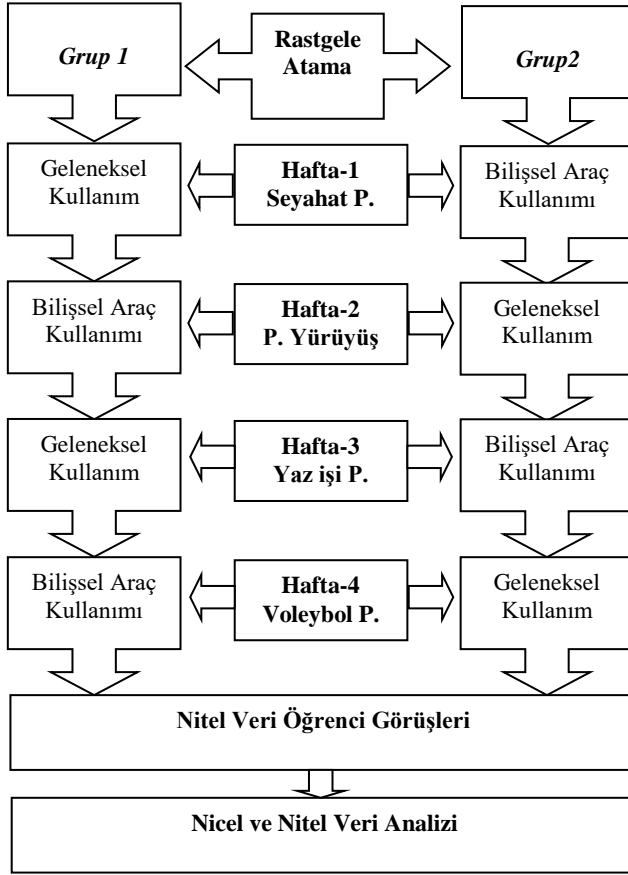
Matematiğin teknolojiyle desteklenmesinin olumlu sonuçlar ortaya çıkaracağı birçok çalışma ile gösterilmiştir (Aksoy, alık ve ınar, 2012; Birgin, Kutluca ve Gürbüz, 2008; Ersoy, 2003; Ertekin ve Kurt, 2006). Bu çalışmada hesap izelgesi programı ile matematiksel işlemlere ayrılan süreyi azaltıp öğrencinin bilişsel yükünü azaltmak ve bu sayede problem çözümü sırasında öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine katkı sağlamak hedeflenmiştir. Üst düzey düşünme becerilerini geliştirmek için de çok yönlü düşünmeyi gerektiren modelleme problemleri tercih edilmiştir.

2. Yöntem

Çalışmada araştırmanın gerekliliklerine uygun olarak düzenlenmiş “eşdeğer zaman serisi” tasarımı kullanılmıştır (Creswell, 2012). Bu gerekliliklerin temel çıkış noktası, çalışma sonunda öğrencilere sunulan fırsatlar bağlamında ortaya çıkabilecek etik kaygılar olarak ifade edilebilir. Bilişsel aracın sadece bir gruba uygulanması, olası olumlu katkılardan sadece bu katılımcılarda gözlemlenmesi sonucunu doğuracağından, yöntem bu durumu en aza indirecek şekilde değiştirilmiştir. Eşdeğer zaman serisi tasarımında, belirlenmiş katılımcılar üzerinde etkisi gözlemlenmek istenen bir uygulama gerçekleştirilir. Uygulamaların etkisinin gözlemlenebilmesi için uygulamaların her birinden önce eř değer ölçümler yapılır. Creswell (2012) zaman serisi çalışmalarının iç geçerliliği tehdit eden unsurlar üzerinde önemli bir kontrolü olduğunu vurgularken, tek grup ile çalışmanın bazı noktalarda iç geçerliğe olumsuz etkilerinin bulunabileceğini de ifade etmiştir.

Creswell’in (2012) bahsetmiş olduğu iç geçerlilik tehditlerini azaltmak için tasarım üzerinde araştırmacılar tarafından bazı değişiklikler yapılmıştır. Birinci olarak tek grup ile çalışmak yerine rastgele atama ile oluşturulmuş deney ve kontrol gruplarına çalışmada yer verilmiştir. Bu sayede gerçek deneysel çalışmalardaki gibi uygulamanın etkisinin daha etkin şekilde ortaya çıkarılması düşünülmüştür. İkinci olarak, çalışmanın uygulaması olan bilişsel araç kullanımı bir yerine birden fazla kullanılarak modelleme etkinliklerindeki faydası daha net anlaşılmaya çalışılmıştır. Bu sayede özellikle yenilik etkisi ya da katılımcı tutumu (Fraenken, Wallen, & Hyun, 2012) gibi olası sorunlar önlenmeye çalışılmıştır. Çalışma süresince deney ve kontrol grupları haftalık uygulama süresince yer değiştirmişlerdir (Şekil 1). Başka bir deyişle birinci hafta deney grubunda yer alan katılımcılar, devam eden ikinci hafta kontrol grubunda yer almış ve bu değişim takip eden 3. ve 4. haftalarda da gerçekleştirilmiştir. Bu sayede her hafta yapılmış olan çalışma kendi içinde bir “Son-Test Kontrol Grup” alışması iken, dört haftalık süreçte ise iki ayrı grupta gerçekleştirilen “eşdeğer zaman serisi” tasarımı özellikleri taşımaktadır. Böylece bilişsel araç kullanımının etkisi anlık olarak deney ve kontrol gruplarının arasındaki farka bakılarak gözlemlenmiş ve aynı zamanda haftalar ilerledikçe oluşan değişim de çalışmanın içerisinde yer almıştır. Tablo 1’de görüldüğü üzere katılımcılar iki gruba

rastgele atanmış ve her grup haftalar değiştikçe çalışma içerisinde sırasıyla bilişsel araç grubu (deney grubu) ve kontrol grubu olarak yer değiştirmişlerdir.



Şekil 1. Araştırma Deseni

2.1. Katılımcılar

Araştırmada 17 kız, 29 erkek öğrenciden oluşan toplam 46 sekizinci sınıf öğrencisi yer almıştır. Katılımcıların daha önceden bir modelleme problemi ya da model oluşturma etkinliği (MOE) deneyimleri yoktur. Tablo 1’de öğrencilerin özelliklerine yer verilmiştir.

Tablo 1. Katılımcıların Özellikleri

Gruplar	N	Kız Sayısı	Erkek Sayısı	Oluşturulan Grup Sayısı
Sınıf-1	22	7	15	4
Sınıf-2	24	10	14	4

Matematik programı göz önünde bulundurulduğunda, 8. sınıfta öğrencilerin bu problemlerin çözümü için gerekli temel kazanımları almış oldukları ve pratik uygulamalar yapabilecek seviyede olması gerektiği görülmektedir. Bu sebeple çalışmada matematik müfredatı da göz önünde bulundurularak ortaokul 8. sınıf öğrencilerinden oluşmaktadır. Çalışmanın nitel boyutunda, toplanan verilerin analizi ve yorumlanması sürecinde öğrencilerin isimleri yerine verilen kod isimler kullanılmıştır. Katılımcılara birer numara verilmiş ve çalışma içinde görüşüne atıfta bulunulan öğrenci Ö1, Ö2, ..., Ön şeklinde kodlanmıştır.

2.2. Veri Toplama Araçları

Veri toplama aracı olarak Eraslan ve Kant'ın (2011) çalışmalarında Türkçe 'ye çevirerek yer verdikleri ve aslında Lesh ve Doerr (2003) tarafından oluşturulmuş "Uzun Atlama Problemi", "Büyük Ayak İzi"; "Parkta Yürüyüş Problemi", "Seyahat Problemi", "Yaz İş Problemi" ve "Voleybol Problemi" etkinlikleri ön çalışmada ve asıl çalışmada kullanılmıştır. Problemin zorluğu ve anlaşılabilirliği Türkçe ve Matematik öğretmenlerinin görüşleri ışığında göre sınıflandırılmıştır.

Modelleme sorularına ek olarak, öğrencilerin etkinlikler süresince yaşadıkları deneyimlerini ve kullanılan bilişsel araca dair görüşlerini ortaya çıkarmak amacı ile belirlenmiş sorular içeren ve görüşleri yazılı olarak almak için tasarlanmış form bir oluşturulmuştur. Form açık uçlu sorulardan oluşmaktadır. Tüm sorular bir Türk Dili ve eğitim teknolojileri alanlarından birer uzman tarafından değerlendirilmiştir. Gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra, etkinliklerin tamamlanmasını takip eden hafta öğrencilere uygulanmıştır. Ayrıca çalışma sonuçlarını yorumlamak, aydınlatılmayan durumları daha fazla netleştirebilmek amacı ile, süreç boyunca yapılandırılmamış alan notları da alınmıştır. Herhangi bir durum ya da oldu üzerinde odaklanmadan, araştırmacı tarafından bilişsel araç kullanımı ve modelleme süreçlerini ilgilendiren öğrenci davranışları yazılı olarak kaydedilmiştir.

Öğrencilerin nicel verileri ABD'nin Iowa eyaleti eğitim bölümünde kullanılan ileri düzeyde düşünme becerilerini geliştirme rehberinde yer alan "Kompleks Düşünme Modeli" ne göre analiz edilmiştir (Iowa Department of Education, 1989, s. 46).

2.3. Araştırma Süreci

Öncelikle literatürdeki matematiksel modelleme problemleri araştırılmış ve Meler seçilmiştir. Seçilen bu problemler uygulanmadan önce 3 Türkçe Öğretmeni ve 5 Matematik Öğretmenine danışılarak problemin anlaşılıp, yorumlanmasında ve çözümlenmesinde bir sorun olmadığı görüşüne varılmıştır. Öğrencilere iki hafta boyunca Excel'in temel Excel becerileri aktarılmıştır. Uygulama sürecinde Excel programından hesap çizelgesi özelliği ile bilişsel araç olarak faydalanılmıştır. Modelleme problemleri tanıtıldıktan sonra öğrencilerin matematiksel modelleme sorularına ve çözüm süreçlerine alışması için "Büyük Ayak İzi Problemi" ve "Uzun Atlama Problemi" Excel programı kullanılmadan grup halinde öğrencilerden çözmeleri istenmiştir.

Her problem için excel tabloları bilişsel aracın dinamik modelleme aracı olarak kullanılması esasına dayandırılarak hazırlanmıştır. Dinamik modelleme araçları, model içerisinde birbirine dinamik olarak ilişkilendirmiş yapıları oluşturmaya imkan veren araçlardır (Jonassen, 2000). Bir değişken içerisindeki veri değiştiğinde, ilişkili olan diğer durumlar da bu değişikliğe göre kendini günceller. Yapay zeka üzerine oluşturulmuş uzman sistemler, sistem modelleme araçlar ve mikro dünya araçları, hesap çizelgesi dışında kalan dinamik modelleme araçlarına örnek olarak verilebilir.

Öğrencilerin matematiksel başarılarına bakılarak 4'er kişilik 8 homojen grup oluşturulmuştur. Problemlerin uygulanma aşamasına geçilmeden önce 8 grubun hepsi hem deney hem de kontrol grubu olacak şekilde rastgele atama yöntemi uygulanmıştır. Böylelikle bir hafta kontrol grubu olan gruplar diğer hafta deney grubu olacak şekilde problemler uygulanmıştır. Tablo 2, haftalık uygulanan problemleri özetlemektedir.

Tablo 2. Haftalık uygulanan problemler

Etkinlik Türü	Zaman	Etkinlik Adı
Ön alıştırma	Uygulama öncesi (Ek:1)	Büyük Ayak İzi Problemi
	Uygulama öncesi (Ek:2)	Uzun Atlama Problemi
Uygulama	1.hafta (Ek:3)	Seyahat Problemi
	2.hafta (Ek:4)	Parkta Yürüyüş Problemi
	3.hafta (Ek:5)	Yaz İşi Problemi
	4.hafta (Ek:6)	Voleybol problemi

Çalışmada yer alan sekiz gruptan her birinin dönüşümlü olarak geleneksel ve bilişsel araç kullanarak MOE'ye katılımları sağlanmıştır. Tablo 3, grupların haftalara göre çözüm yöntemlerini listelemektedir.

Tablo 3. Haftalara göre grupların problem çözüm yöntemi

Gruplar	1.Hafta	2.Hafta	3.Hafta	4.Hafta
1	Geleneksel	Bilişsel araç	Geleneksel	Bilişsel araç
2	Geleneksel	Bilişsel araç	Geleneksel	Bilişsel araç
3	Bilişsel araç	Geleneksel	Bilişsel araç	Geleneksel
4	Geleneksel	Bilişsel araç	Geleneksel	Bilişsel araç
5	Geleneksel	Bilişsel araç	Geleneksel	Geleneksel
6	Bilişsel araç	Geleneksel	Bilişsel araç	Geleneksel
7	Bilişsel araç	Geleneksel	Bilişsel araç	Geleneksel
8	Geleneksel	Bilişsel araç	Geleneksel	Bilişsel araç

Dört problem uygulandıktan sonra öğrencilerin bu problemlerde, excel ve excel olmadan problemin çözüm aşamasına dair görüş ve bilgilerini ölçen açık uçlu yazılı sorular sorulmuştur (Bkz. Ek1). Problemlerin uygulanma aşaması bittikten sonra veriler toplanmış olup analiz sürecine geçilmiştir.

2.4. Veri Analizi

Problemler uygulanırken her grubun problemleri çözüm süreci yapılandırılmamış gözlem yöntemiyle not edilmiş olup, bilişsel araç kullanarak ya da geleneksel yöntemler

ile problemleri çözme durumlarını gösteren tanımlayıcı tablolar oluşturulmuştur. Bu tablolar oluşturulurken, problemin tamamlanma süresi ve bu sürelerin haftalara, gruplara ve problemlere göre dağılımı referans alınmıştır. Çözüm sürelerindeki farklılaşma bilişsel araçların etkinliği ile ilgili önemli ipuçları verebilmektedir (Jonassen, 2004). Problemlerin çözüm sürecinde öğrencilerin yaptıkları matematiksel işlemler göz önünde bulundurulmuştur. Bunun yanında problemlere ürettikleri çözümlerin anlaşılır bir şekilde ifade edildiği ve problemin içerisinde cevap vermeleri gereken kişilere yönelik mektuplar yazmaları istenmiştir. İşlemler ve mektuplar ile toplanan veriler “Kritik Düşünme”, “Yaratıcı Düşünme” ve “Karmaşık Düşünme” ana başlıkları altında içerik analizine tabi tutulmuştur. İçerik analizi verilerden çıkarılan kavramlara ve kategorilere göre yapılabileceği gibi, çalışmaya yön veren kuram ya da çerçeve etrafında da şekillendirilebilir (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Bu çalışmada da içerik analizi Iowa Department of Education (1989) kompleks düşünme modeli kullanılarak gerçekleştirilmiş ve modeldeki unsurlar içerik analizinin tema ve kategorileri olarak belirlenmiştir. Aynı zamanda öğrencilerden yazılı olarak toplanan ve süreç hakkındaki görüşlerini içeren veriler de benzer şekilde içerik analizine tabi tutulmuştur. Bu aşama öğrencilerin isimleri yerine verilen kodlar kullanılmıştır. Örneğin birinci öğrenci için Ö1, ikinci öğrenci için ise Ö2 kodu kullanılış ve analizde görüşleri incelenen tüm öğrencilere benzer kod isimler verilmiştir.

3. Bulgular

Verilerin analizi sürecinde, MOE sonucunda öğrencilerin çözüm süreçleri ve yazdıkları çözümleri içeren mektuplar kompleks düşünme modeli ışığında analiz edilmiş, ayrıca etkinlikler sonucunda öğrencilerin görüşleri de içerik analizine tabi tutulmuştur. Bu bölümde elde edilen bulgular iki temel başlık altında sunulmuştur.

3.1. Kompleks Düşünme Becerileri

Bulgular kısmının bu bölümünde öğrencilerin kompleks düşünme modeline göre elde ettikleri puanlar ve gösterdikleri gelişimler yorumlanacaktır. Aynı zamanda problem çözüm sürelerinde harcadıkları zaman da bu sonuçlara eklenecektir.

3.1.1. Haftalara Göre Çözüm Süreleri Ortalamaları

MOE ‘nin tamamlanma süreleri gruplar bazında kayıt altına alınıp grupların haftalara göre bilişsel araç kullanırken ve geleneksel yöntem kullanırken harcanan sürelerin ortalamaları hesaplanmıştır. Tablo 4’te bilişsel araç gruplarının ve kontrol gruplarının 4 haftadaki problem çözüm süreleri ortalamalarına yer verilmiştir.

Tablo 4. Problem çözüm süreleri ortalamaları

	1.Hafta	2.Hafta	3.Hafta	4.Hafta	Ortalama Süre
Bilişsel Araç	21.33	51.40	66.00	50.50	47.31
Geleneksel	38.80	46.33	70.80	59.25	53.80

Bilişsel araç ve kontrol gruplarının soru çözüm sürelerini incelediğimizde dört problemin üçünde deney grubunun çözüme daha kısa sürede ulaştığı bulgusuna ulaşılmaktadır. Deney ve kontrol grupları üçüncü problemin çözümünde en fazla süreye ihtiyaç duyup, birinci problemde en az süreye ihtiyaç duymuşlardır.

3.1.2. Haftalara Göre KDM Puan Ortalamaları

Tablo 5 öğrencilerin dört probleme ait KDM puanlarının haftalık ortalamasını göstermektedir. Bu puanlar hesaplanırken öğrenci cevapları ve mektupları detaylı olarak incelenmiş ve kompleks düşünme modeli içerisinde yer alan, modelin ifade ettiği becerilerin mektup ve cevaplar içerisindeki varlığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Daha sonra puanlanarak değişim gözlemlenmiştir. Bu noktada öğrencileri alabilecekleri minimum ya da maksimum puan yerine haftalara göre gösterdikleri değişime odaklanılmıştır.

Bu dört problemin KDM puan ortalamalarını incelediğimizde; bilişsel araç kullanan grupların birinci problemde KDM puan ortalaması 21.33, ikinci problemin KDM puan ortalaması 21.40, üçüncü problemin KDM puan ortalaması 25.33 ve dördüncü problemin KDM puan ortalaması 28.00 olarak görülmüştür. Dört problemde bilişsel araç grubu KDM puan ortalaması 24.02'dir

Tablo 5. Problemlerin genel ortalamaları

	1.Hafta	2.Hafta	3.Hafta	4.Hafta	Ort.
Bilişsel Araç	21.33	21.40	25.33	28.00	24.02
Geleneksel	17.20	22.33	22.40	24.50	21.61

Geleneksel yöntemi kullanan grupların birinci problemde KDM puan ortalaması 17.20, ikinci problemin KDM puan ortalaması 22.33, üçüncü problemin KDM puan ortalaması 22.40 ve dördüncü problemde 24.50. Dört problemin ortalaması 21.6 olmuştur. Bilişsel araç gruplarının göreceli olarak daha yüksek KDM puanlarına sahip oldukları gözlemlenmektedir.

3.1.3. KDM Puanlarındaki Değişim

Grupların farklı etkinlik türlerinde elde ettikleri KDM puanları arasındaki farklar bu bölümde incelenmiştir. Öğrencilerin bilişsel araçlar ve geleneksel yöntemler ile elde ettikleri kritik düşünme, karmaşık düşünme ve yaratıcı düşünme puanları karşılaştırılmıştır.

Tablo 6'da grupların bilişsel araç ve geleneksel yöntemlerle elde ettikleri kritik düşünme puanları karşılaştırılmıştır. Bu puanlar öğrenci gruplarının bilişsel araç kullandıkları ve geleneksel yöntemle etkinlikleri tamamladıkları sürede elde ettikleri farklı KDM puanları ve bu puanlar arasındaki farkının alınması ile elde edilmiştir. Çıkarımsal istatistik veriler olamamakla birlikte, gelişim yönünü vermesi açısından, açıklık puanlarına da yer verilmiştir. Sonuçlara göre 4. ve 6. grupların bilişsel araç kullanımı ile

elde ettikleri kritik düşünme puan ortalamaları, geleneksel yöntemle elde ettikleri puan ortalamalarından 3.5 puan fazla ölçülmüştür. 3. ve 8. gruplarda ise 3 puanlık aksi yönde bir fark olmuştur. Kalan grupların tamamında bilişsel araç kullanımı daha fazla kritik düşünme puanı elde edilmesine neden olmuştur.

Tablo 6. KDM kritik düşünme puanları

Gruplar	Bilişsel Araç	Geleneksel	Açıklık
1	11.00	8.50	2.50
2	11.00	9.50	1.50
3	8.50	11.50	-3.00
4	6.50	3.00	3.50
5	13.00	10.00	3.00
6	12.50	9.00	3.50
7	7.00	6.50	.50
8	9.00	12.00	-3.00

Tablo 7’de grupların bilişsel araç ve geleneksel yöntemlerle elde ettikleri kritik düşünme puanları karşılaştırılmıştır. Sekiz grubun deney ve kontrol grubu iken yaratıcı düşünme puan ortalamalarının farkları incelendiğinde, 3, 7 ve 8 numaralı gruplarda 1 puanlık kısmi bir gerileme görölürken, diğeri grupların tamamında farklı seviyelerde gelişim görülmüştür.

Tablo 7. Grupların KDM yaratıcı düşünme puanları

Gruplar	Bilişsel Araç	Geleneksel	Açıklık
1	6.50	3.00	3.50
2	8.00	3.00	5.00
3	6.50	7.50	-1.00
4	3.50	2.50	1.00
5	7.00	6.33	0.67
6	7.50	4.00	3.50
7	3.50	4.50	-1.00
8	7.00	8.00	-1.00

Tablo 8’de grupların bilişsel araç ve geleneksel yöntemlerle elde ettikleri kritik düşünme puanları karşılaştırılmıştır. Çalışmaya katılan 8 grup içerisinde 2 ve 6 numaralı gruplar bilişsel araç kullanımı lehine 3.5 puanlık bir artış gösterirken, 3 numaralı grup eşit miktarda aksi yönde değışim göstermiştir.

Tablo 8. Grupların KDM kompleks düşünme puanları

Gruplar	Bilişsel Araç	Geleneksel	Açıklık
1	10.00	8.00	2.00
2	10.50	7.00	3.50
3	7.00	10.50	-3.50
4	5.50	2.50	3.00
5	9.00	8.33	.67
6	11.50	8.00	3.50
7	6.00	6.50	-.50
8	9.00	9.50	-.50

3.2. MOE Süreçlerindeki Öğrenci Görüşleri

Öğrencilerin MOE’ni tamamlamalarının ardından uygulamayla ilgili yazılı olarak görüşleri alınmıştır. Öğrencilerin cevapları içerik analizine tabi tutulmuş ve sonuçlar aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır.

3.2.1. Çözüm Süreci

Öğrenci görüşlerinin analizi sonucunda elde edilen bulgulara göre MOE’de kullanılan iki yöntem arasında öğrencilerin çoğunluğunun bilişsel araç kullanımını tercih ettiği (n=38); sadece dört öğrencinin geleneksel yöntemlerin kullanılması yönünde fikir sahibi olduğu anlaşılmıştır. Bu öğrencilerin bilişsel araç yönündeki tercihlerinde etkili olan noktaların arasında etkili süre kullanımı ve işlem hatalarının azlığının öne çıktığı gözlemlenmiştir. Ö20 bilişsel araç kullanımında mektup yazma kısmında yeterli zaman ayırabildiklerini ifade ederken; Ö4, Ö8 ve Ö31 öğrenciler ise bilgisayarsız problemi çözerken sürenin az geldiğini bilgisayarla daha rahat yetiştirdiklerini ifade etmiştir. Ö15 bilgisayar ile işlemleri daha düzgün yaptıklarını belirtirken Ö33 de zihinden yaparken yanlış yapabileceklerini bilgisayar ile bu kaygının olmadığını söylemiştir. Ö40 bu durumu *“Bazen sıkıntı yaşadık bilgisayar olunca kolaylıkla çözebildik bazen bilgisayarsız olunca daha fazla sürede çözebildik beynimizden çözdüğümüz için”* şeklinde ifade ederken, Ö15 ise *“Bilgisayarlı olması süreci daha iyi kullanmamıza yardımcı oldu ve işlemlerimizi daha doğru ve düzgün yapmayı başardık”* şeklinde durumu açıklamıştır.

3.2.2. Bilişsel Araç Kullanımı

Problem çözüm sürecinde bilişsel araç olarak kullanılması için sunulan hesap çizelgesi programını, kullanım aşamasında öğrencilerin zorlanıp zorlanmadıkları tespit etmek ve bu süreçteki deneyimlerini öğrenmek için öğrencilere Ek-1’de belirtilen sorular yöneltilmiştir. Model oluşturma etkinlikleri uygulanırken öğrencilerin çoğunluğu (n=34) programı kullanmayı kolay bulmuş, diğerleri de (n=7) zorlandığını ifade etmiştir. Öğrenciler programı kullanma noktasında teknik olarak çok zorlanmadıklarını, uygulama öncesi verilen eğitimin yeterli olduğunu dile getirmişlerdir. Fakat bazı öğrenciler, örneğin hesap çizelgesi ile problem çözmeye alışkın olmadıkları için, problemlerin erken

sonuçlanmasında kuşkuya düştüklerini belirtmiştir. Örneğın Ö27 bu durumu aşağıdaki cümle ile ifade etmiştir

“Problemleri Excel’den zor çözdük çünkü işe bilgisayar girince işlem hızlı bitiyor hızlı bitince insan şüpheye düşüyor.” (Ö27)

Ö11 ise çalışma gruplarının içinde görev paylaşımı yaptıklarını; iki kişinin hesap çizelgesi programından, iki kişinin de yaparak hesaplama yaptığını bu sebeple zorlanmadığını belirtmiştir. Sonuç olarak öğrencilerin çoğunluğu Excel kullanımı çok kolay bulduklarını yaparak istedikleri hesaplamaya ulaşabildiklerini, bazıları başlarda zorlandıklarını kullandıkça alıştıklarını, birkaç öğrenci de arkadaşları yardımıyla zorluk çekmediklerini ifade etmişlerdir.

MOE’de hesap çizelgesinin bilişsel araç olarak kullanılması durumu birçok farklı gerekçe ile öğrenciler tarafından olumlu karşılanmıştır. Bu bağlamda öğrenci düşünceleri altı farklı başlık altında toplanmıştır (bkz. Tablo 9).

Tablo 9. Bilişsel araçların faydaları

<i>Fayda</i>	<i>f_{kişi}</i>	<i>f_{tekrar}</i>
Kolaylaştırma	29	41
İşlem azlığı	13	13
Zaman	30	47
Probleme yoğunlaşma	7	12
Doğru bilgi	6	6
Bilgiye kolay ulaşım	1	13

MOE’ye katılan öğrencilerden 30’u zamandan tasarruf ettirdiğini belirtirken, 29 öğrenci ise bu uygulamaların kolaylaştırma etkisini ifade etmiştir. 13 kişi işlem yoğunluğunu azalttığını, 7 kişi probleme yoğunlaşmayı kolaylaştırdığını, 6 kişi bilginin doğru olup yanlış çözüm yapmalarını engellediğini ve bir kişi de bilgiye kolaylıkla ulaşabildiğini belirtmiştir. Ö16, Ö22 ve Ö21 işlemler az zaman aldığı için çözüm sürecinin kolaylaştığını savunurken Ö40 bunun yanı sıra farklı yöntemler keşfettiklerini fikir yürütmelerinin kolaylaştığını aşağıdaki ifadeler ile vurgulamıştır;

“Excel bize kolaylık sağladı fikir yürütmemizi kolaylaştırdı. Bu uygulamalarda excel kolaylık sağladı çünkü bize yöntemler sundu daha kolay yapabileceğimiz yollar sundu fikir yürütmemizi sağladı.” (Ö40)

Ö18 bilişsel araç olmadan yaptıkları çözümlerde işlem hatası kaygısı taşıdığını fakat bilişsel araç ile zaman kaybı yaşamadan çözüme ulaştığını belirtirken, Ö1 işlem süresi hızlandığı için bütünsel olarak tahmin yapmakta zorlanmadıklarını belirtmiştir. Ö19 ise işlemlerin hızlıca sonlanması ile zor olan soruları bile kolaylıkla çözebildiklerini açıklamıştır. Ö20 de bu görüşü desteklemiştir. Çoğu öğrenci Excel programının işlem kolaylığı üzerinde durmuş, hesaplamaların kolaylaştığını, işlem hatası olmadığını, zor işlemleri hızlıca yapabildiklerini açıklamışlar. Böylelikle işlem sonucundan farklı yöntemler arayıp bulabildiklerini ve problem hakkında fikir yürütebildiklerini belirtmişlerdir. Ö34, Ö33 ve Ö31 çok büyük rakamlarla işlemlerin zorlaştığını ve akıldan

hesaplama ile oluşacak tedirginliklerin bilişsel araç ile ortadan kalktığını, hatta yapamayacaklarına inandıklarında işlem sonuçlarına da ulaştıklarını, bu sebeple işlerinin çok kolaylaştığını belirtmiştir.

Ö30 ve Ö29 da diğer öğrencilerin görüşlerinin desteklemenin yanı sıra Excel'in doğru bilgi, bilgiye kolay ulaşım ve işlem azlığı özelliğine vurgu yapmıştır. Çok büyük rakamları zihinden yapmanın zor ve uzun olduğunu, yanlışlıkların olabileceğini belirtirken, aynı işlemleri hesap çizelgesi programı ile doğru bir şekilde kolaylıkla yapabildiklerini belirtmişlerdir. İşlem becerisi sınırlı olan öğrenciler işlem hatası yapma kaygısı güderken işlem becerisi göreceli olarak iyi olan öğrenciler ise gerekli işlemleri yapmayı yorucu olarak nitelemişlerdir. Ancak benzer problemlerin bilişsel araç ile çözümünde işlem becerisi iyi olan öğrenciler de ve olmayan öğrenciler de problem çözümüne daha etkin dahil olmaktadır. Ö1, Ö19 ve Ö40'ın ifadelerinden de anlaşıldığı gibi rakamlardan emin olarak hızlı bir şekilde gerekli düzenlemeleri ve sıralamaları yaparak problemde verileri bütün olarak görebildikleri için karşılaştırma ve kıyaslama durumları kolaylaşmaktadır. Böylelikle yorumlama sürecinde performansları olumlu anlamda etkilenmektedir. Ayrıca enerjilerini dört işlem becerilerinde harcamayıp problemde sıkılmadıkları için farklı alternatifler düşünebilmektedirler.

4. Tartışma ve Sonuç

MOE'de bilişsel araç kullanımının ve grup halinde gerçekleştirilen etkinliklerin öğrenciler üzerinde olumlu etkileri olduğu tespit edilmiştir. İlk etkinliklerde bu olumlu etkinin çok büyük olmadığını gözlemlenmesine rağmen, etkinlikler devam ettirildiğinde belirgin olumlu sonuçların ortaya çıktığı izlenimi edinilmiştir. MOE etkinliklerinde ister bilişsel araç kullanılsın, ister kullanılsın, problem yapısının öğrencinin ilgisini çekmesi açısından önemli bir yeri olduğu ortaya çıkmış ve öğrenci performansına doğrudan etki ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışmanın varsayımları arasında KDM puanlarındaki değişimin bilişsel faaliyetlerdeki değişimi yansıttığı yer almaktadır. Bu varsayımdan yola çıkılarak, öğrencilerin etkinliklerde harcadıkları süre ile aldıkları KDM puanları değişirken, etkinlikleri tamamladıkları sürelerde bir değişiklik gözlemlenmemiştir. Grup sayılarının sınırlı olması, analiz biriminin de öğrenci değil grup olması nedeniyle istatistiksel bir kanıt sunulamamasına rağmen, bazı etkinliklerde öğrencilerin daha az zamanda daha fazla KDM puanları almış olmaları problem yapısı ile öğrencinin probleme yaklaşma şeklinin önemini bir kez daha ortaya çıkarmaktadır.

Araştırmamızda benzer şekilde modelleme etkinlikleri ile teknolojinin entegre edilmesiyle problem çözümünün daha hızlı sonuçlanması elde edilen durumlardan biridir. Öğrencilerin birlikte fikirler üretip bilişsel araç ile sonuçlara ulaşım süreleri azalmaktadır. Aynı zamanda bilişsel aracın matematiksel işlemlerdeki işlevselliği ön plana çıkmıştır. Hıdıroğlu (2012), Galbraith ve Stillman (2006) öğrencilerin çoklu durumlara ilişkin matematiksel sonuçlar elde etmek için matematiksel modelin işlevselliğini teknoloji yardımıyla otomatik olarak sağladığını ifade etmiştir. Yine Özaltun, Hıdıroğlu, Kula ve Güzel (2013, s.81) teknoloji ile modelleme süreçlerinde öğrencilerin "modellere ve

çözümlere daha kolay ulaşılabildiklerini” ifade etmişlerdir. Bu araştırmada da öğrencilerin teknolojiyi bilişsel araç olarak kullanımının, karmaşık gerçek yaşam durumundan matematiksel dünyaya geçişte işlemsel kolaylaştırması Hıdıroğlu’nun (2012) alışmasıyla örtüşmektedir. Yine modelleme sürecince görselleştirme aracı olarak bilgisayar yazılımlarını kullanan Hıdıroğlu ve Güzel’in (2013) modelleme sürecindeki üst bilişsel yapıları inceledikleri başkan bir çalışmada da benzer bir yaklaşım ortaya konmuştur. Çalışmada incelenen teknoloji varlığı tanım gereği bilişsel araç olarak adlandırılmasa bile, düşüncelerin karşılaştırılması, yeni keşiflerde bulunulması ve tahminler üretilmesi açısından anlamlı olumlu etkiler yaratmıştır.

Bilişsel araç kullanımı ve grupla çözüm durumu öğrencilerin bilgisinin doğru ya da yanlış olma durumundan kaygılanmadan sürece odaklanmalarını sağlamıştır. Bilişsel araç işlem hatası yapma kaygılarını gidermiş, hızlıca ulaştıkları bulguları tartişmalarında kolaylık sağlamıştır. Böylelikle bu durum fikirlerini birbirlerine rahatlıkla açıklamalarına yardımcı olmuştur. Çünkü her iki durumda da öğrenciler olumlu sonuçla karşılaşmıştır. Öğrenciler stratejisi doğru ise arkadaşlarına aktarıp onay almakta, yanlış ise de öğrencinin stratejisini gözden geçirerek düzeltmeler yapmasını sağlamaktadır. Dolayısı ile yanlış yapma kaygısı azalarak öğrenciler fikirlerini daha özgürce ifade edebilmişlerdir. Çalışma sonuçlarına genel bir bakış açısıyla yaklaştığımızda, bilişsel araç kullanan öğrenci gruplarının hem süre kullanımında hem de KDM puanları açısından gösterdikleri gelişimde önde oldukları söylenebilir.

Sadece ikinci hafta geleneksel yöntemi kullanan gruplar daha başarılı olmuştur. Fakat aynı haftaki bilişsel araç grupları ile aralarında KDM puan ortalaması ve çözüm süresi bakımından belirgin bir fark ortaya çıkmamış, değerler birbirine yakın çıkmıştır. Bunun sebebi haftalara göre değişen MOE’lerin içeriği olabileceği gibi, öğrencilerin bilişsel araca karşı gelişen adaptasyonları da olabilir. Dördüncü hafta aynı grubun deney grubu olarak daha başarılı bir çözüm süreci gerçekleştirmiş olması, farkın MOE’den kaynaklanma olasılığını azaltmakla birlikte, ikinci görüşü desteklemektedir. Bu bulgu doğrultusunda öğrencilerin bilişsel araca adaptasyonları sağlandığı için düşünme becerilerinde daha fazla gelişim gösterip diğer gruplar ile aralarındaki farkı kapattıklarından söz edebiliriz.

Ang (2010) ve Baki’nin (2006) ifadeleri de gerçek yaşam durumunu açıklamada, temel büyük düşüncenin ortaya çıkarılmasında, modelin davranışının ve eğilimlerinin süreleri olarak incelenmesinde, matematiksel modelin uygun bir şekilde irdelenmesinin önemini belirtmişlerdir. Araştırmamızda öğrencilerin modelleme sürecinde birden fazla işlem yaparak birçok değerken için yaptıkları işlemler uzun zaman aldığında, öğrencilerin ulaştıkları sonuçların hangisinin gerçek yaşam durumunu açıklayan düşünce olduğunu belirlemede zorlandıkları tespit edilmiştir. Fakat bilişsel araç kullanan gruplar bu bilgilere daha hızlı ulaşabilmiş ve ulaştıkları bilgiler düzenli ve sistematik halde oldukları için uygunluğunu irdlemede işleri kolaylaşmıştır. Siller ve Greefrath’ın (2010) ve Henn’in (2007) bahsettiği gerçek yaşam, matematiksel dünya ve teknolojik dünya arasındaki geçişin de kolaylaştığı söylenebilir.

Çalışmadaki çözüm sürecini geleneksel yöntemlerle çözen ve bilişsel araç kullanarak çözen grupları karşılaştırdığımızda son haftada bilişsel aracın etkisi puan olarak da süre olarak da kendini göstermiştir. Araştırmamızda bilişsel aracın işlemsel kolaylık etkisini Ang (2010), Hıdıroğlu ve Güzel'in (2013) vurguladığı gibi öğrencilerin işlemsel yükünün hafifletilerek kavramsal işleyişe daha fazla ağırlık vermelerine fırsat vermiştir. Bilişsel araç grubu olarak çözüm yapan grupların KDM puan ortalamasının geleneksel yöntemlerle çözüm yapan grupların KDM puan ortalamalarından fazla çıkması bu sonucu desteklemektedir.

Diğer taraftan grupların haftalık deney ve kontrol grubu olduğu haftalarda puan değişimine bakıldığında Bilişsel aracın etkisi KDM Kritik Düşünme Becerileri puanlarında deney ve kontrol grupları arasındaki oluşan farkta belirgin olarak gözlemlenmiştir. Fakat KDM Yaratıcı Düşünme Becerileri puanlarındaki değişiklik ise çok azdır. Yani Yaratıcı Düşünme Becerilerinde belirgin değişiklikler tespit edilememiştir. Başka bir deyişle bilişsel aracın Yaratıcı düşünme becerilerine etkisi bu çalışmada çok fazla açığa çıkmamıştır.

Özetle MOE süreci bilişsel araç kullanılarak gerçekleştirildiğinde bilişsel düşünme becerilerini geliştirmektedir. Bu sonuca birçok durum sebep olmaktadır. Bilişsel araç farklı başarı düzeyindeki öğrencilere farklı yönlerden gelişme imkanı sunmuştur. Öğrenciler bilişsel aracın onlara faydaları olarak; kolaylaştırma, işlem azlığı, zamandan tasarruf, probleme yoğunlaşma, doğru bilgiye erişim ve bilgiye kolay ulaşım etkilerinin olduğunu belirtmişlerdir. İşlem azlığı ve doğru bilgiye erişim matematik başarısı düşük olan öğrencilerin kaygılarını gidermiş ve düşünme becerilerini geliştirmiştir. Kolaylaştırma, zamandan tasarruf ve probleme yoğunlaşma özelliği matematik başarısı yüksek olan öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etki etmiştir. Araştırma sonucumuza göre Stillman, Galbraith, Brown ve Edwards'ın (2007) model oluşturma sürecindeki geçişlerde karşılaştıkları zorlukları belirledikleri çerçevede matematiksel modelden matematiksel çözüme geçişte; uygun sembolik formülü uygulama, hesaplamayı yapmak için matematiksel tabloları kullanma, grafiksel gösterimi üretmek için teknolojiyi kullanma, teknolojiyi kullanarak cebirsel modeli doğrulama ve çözümlerin yorumlanmasına olanak sağlayan toplumsal sonuçlar elde etme bölümlerinde bilişsel araç kullanımı literatürle uyum sağlamaktadır.

5. Öneriler

Araştırma sonucunda öğrencilerin matematik gibi zor gördükleri ve önyargı besledikleri bir derse teknoloji destekli ortamda tutumlarının değişebildiği görülmüştür. Günümüz teknoloji çağı olduğu için bilgiye sahip olmaktan daha çok bilginin kullanımı önem arz etmektedir. Bu sebeple derslerin teknoloji ile entegre edilmesi önemlidir. Aynı zamanda öğretmenlere de bu alanda önemli bir görev düşmektedir. Özellikle öğretmenlerin teknolojiye karşı tutumları, yaşamış oldukları olumlu deneyimler (Alacaci & McDonald, 2012) ve kendi bilgi yapılarının gelişimlerine katkı sağlayabilecekleri ortamların sağlanması (Gürbüz ve Gülburnu, 2013) Matematik derslerinin teknoloji destekli olarak işlenmesine önemli katkı sağlayacaktır. Bu bağlamda çalışma sonunda şu önerilerde bulunmaktadır;

- Öğretmen yetiştirme programlarında ve öğretmenlere verilen teknoloji kullanımına yönelik hizmet içi eğitimlerde teknolojinin sadece öğretme aracı değil, öğrenmeye yardımcı bir destek unsuru olabileceği vurgulanmalıdır.
- Öğretmenlerin ve ğretmen adaylarının basit ve erişilebilir bilgisayar tabanlı araçları nasıl bilişsel bir araca dönüştürebileceklerini aktaran konular hizmet öncesi ve hizmet içi verilen teknoloji eğitimlerinin müfredatlarına eklenmelidir.
- Matematiksel model oluşturma etkinliklerinde farklı uygulamalar ve araçların etkinliği araştırmalı ve bilişsel araç olarak kullanılıp kullanılmayacağı araştırılmalıdır.
- Model oluşturma etkinlikleri haricinde, farklı ieriklerin ve kazanımların özelinde bilişsel araçların uygulanabilirliği araştırılmalıdır.

Effect of Cognitive Tools on Students Thinking Skills in Model Generation Activities

Extended Abstract

Introduction

Transition of knowledge gained through formal education to real life is an important issue for educators. Modeling is an approach used to facilitate this transition especially for abstract contents such as Math. For this reason modeling is widely used in Math and its popularity is still growing. Common belief among people indicates that solving or leaning how to solve real life problems is more difficult than solving problems in books. In fact, the situation is almost the opposite (Lesh & Doerr, 2003, p. 4). Modeling activities presents an effective option in that point. Mathematical modeling refers to the process of developing a model to produce mathematical solutions for possible real life problems. These processes include quantification, coordination, transition among objects, and exploration of relations. In other words, mental models are made concrete.

Use of computers as cognitive tools is a way to help learners while developing mathematical models. Computer tools used as cognitive tools can accompany the learner during modeling information, systems, experiences or problems. Spreadsheets are one of the computer applications can be integrated into learning environments as a cognitive tool. The power of computing, defining formulas, and organizing information makes it appropriate for mathematical model development. From this point of view, the research aims to investigate the effect of spreadsheets as a cognitive tool on mathematical model development processes. Complex thinking model of Iowa Department of Education (1989) constituted the reference point to assessment of the results. The following research questions were investigated in the research;

1. What is the effect of cognitive tools used in mathematical model developing activities on students' complex thinking abilities?
2. What do students think about using cognitive tools during mathematical model developing activities?

Method

A transformed version of equivalent time series design was used in this research. This transformation was made according the necessities and concerns of the study. 46 eight-grade students participated in the study. Instead of one group, two groups of participants were included. Each week, one of the groups was subjected to the intervention as other group was working on the modeling activities with traditional methods. Intervention was applied to first groups in first, third and fifth weeks, and to second group in second, fourth and sixth weeks. In each group, there were four randomly assigned working subgroups.

Results

The results of the study indicated that use of computers as cognitive tools during mathematical modeling has positive effects in terms of different aspects. Students completed activities by spending less time while working with spreadsheets. In addition, students in cognitive tool groups gained higher scores in critical thinking and complex thinking abilities. But similar high scores were not observed in creative thinking abilities. Working in groups also positively influenced students' academic performances. Structure of modeling activities also was found in relation with students' attentions and motivation whether cognitive tool were used or not.

Conclusion, Discussion, and Recommendations

Effect of cognitive tools on problem solving processes was observed both in thinking scores and completion time. Facilitative feature of cognitive tools might have potential to reduce cognitive load of students during mathematical activities. This feature could reduce the necessity of conducting mathematical calculations so students could lead their cognitive capacity to the complex thinking processes as Ang (2010), and Hidroğlu and Güzel (2013) indicated in their studies.

In summary, mathematical modeling processes could improve cognitive thinking skills when performed by using a cognitive tool. This situation is related with different conditions. The cognitive tool (it is dynamic modeling tool in our study) provided different opportunities to students with different levels of achievement. Students also stated that there were positive contribution of cognitive tools, such as facilitation, reduced calculation, time saving, increased concentration, easy access to information. Among all, reduced calculation and easy access to information lessened students' anxiety levels and supported their higher order thinking skills.

We inferred some recommendations based on results of our study. First of all, it was observed that the help of different technology could change student's prejudices supported activities. For this reason supporting mathematical instruction with related technology is quite important. From this point of view, we recommend that;

- Instructional Technology related in-service trainings should emphasize that Technology is not only a teaching instrument but also a supportive tool for meaningful learning.
 - Subjects, which are about how to convert a computer-based tool into a cognitive tool, should participate in both pre-service and in-service teacher training programs.
 - Novel experimental studies should be conducted in order to reveal different Technology based tools' effect on mathematical modeling activities.
 - New studies should be conducted to understand other possible contributions of cognitive tools to other subjects.
-

Kaynaklar/References

- Aksoy, N., C., Çalık, N. ve Çınar, C. (2012, Haziran). *Excel ile matematik öğretiminin öğretmen adaylarının fonksiyon grafikleri çizimi üzerine etkisi*. X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulan bildiri, Niğde.
- Alacacı, C., & McDonald, G. (2012). The impact of technology on high school mathematics curriculum. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 3(1), 21-34.
- Ang, K. C. (2010, December). *Teaching and learning mathematical modelling with technology*. Paper presented at the 15th Asian Technology Conference in Mathematics, Kuala Lumpur.
- Argün, Z. ve Dede, Y. (2003). Matematik öğretiminde elektronik tabloların kullanımı. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(14), 113-131.
- Baki, A. (2006). *Kuramdan uygulamaya matematik eğitimi*. Ankara: Derya Kitapevi.
- Berry, J., & Houston, K. (1995). Students using posters as a means of communication and assessment. *Educational Studies in Mathematics*, 29(1), 21-27.
- Birgin, O., Kutluca, T. ve Gürbüz, R. (2008, Mayıs). *Yedinci sınıf matematik dersinde bilgisayar destekli öğretimin öğrenci başarısına etkisi*. 8. Uluslararası Eğitim Teknolojileri Konferansı'nda sunulan bildiri, Eskişehir.
- Blomhøj, M., & Jensen, T. H. (2003). Developing mathematical modelling competence: Conceptual clarification and educational planning. *Teaching Mathematics and Its Applications*, 22(3), 123-139.
- Blum, W., & Ferri, R. B. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt? *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(1), 45-58.
- Bransford, J. D., Sherwood, R. D., Hasselbring, T. S., Kinzer, C. K., & Williams, S. M. (1990). Anchored instruction: Why we need it and how technology can help. In Spiro, R. J. (Ed.), *Cognition, education, and multimedia: Exploring ideas in high technology* (pp. 115-141). New York, NY: Routledge.
- Bray, A., & Tangney, B. (2017). Technology usage in mathematics education research-A systematic review of recent trends. *Computers & Education*, 114, 255-273.
- Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting and evaluating quantitative and qualitative research*. Boston: Pearson.
- Crouch, R., & Haines, C. (2004). Mathematical modelling: Transitions between the real world and the mathematical model. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 35(2), 197-206.
- Eraslan, A., & Kant, S. (2015). Modeling processes of 4th-year middle-school students and the difficulties encountered. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 15(3), 809-824.
- Erbaş, A. K., Kertil, M., Çetinkaya, B., Çakıroğlu, E., Alacacı, C. ve Baş, S. (2014). Matematik eğitiminde matematiksel modelleme: Temel kavramlar ve farklı yaklaşımlar. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(4), 1-21.
- Ersoy, Y. (2003). Teknoloji destekli matematik öğretimi-II: Hesap makinesinin matematik etkinliklerinde kullanılması. *İlköğretim Online*, 2(2), 35-60.
- Ertekin, E. ve Kurt, H. (2006). Kitap incelemesi: Excel ile matematik. *Elementary Education Online*, 5(1), 73-74.

- Faydacı, S. (2008). *İlköğretim 6. sınıf öğrencilerine geometrik dönüşümlerden öteleme kavramının bilgisayar destekli ortamda öğretiminin incelenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ferri, R. B. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. *ZDM*, 38(2), 86-95.
- Fraenkel, J., Wallen, N., & Hyun, H. (2012). *How to design and evaluate research in education* (8th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Galbraith, P., & Stillman, G. (2006). A framework for identifying student blockages during transitions in the modelling process. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38(2), 143-162.
- Guerrero-Ortiz, C., Mena-Lorca, J., & Soto, A. M. (2017). Fostering transit between real world and mathematical world: Some phases on the modelling cycle. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(8), 1-27.
- Güder, Y. (2013). *Ortaokul matematik öğretmenlerinin matematiksel modellemeye ilişkin görüşleri* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Gürbüz, R. ve Gülburnu, M. (2013). 8. sınıf geometri öğretiminde kullanılan cabri 3D'nin kavramsal öğrenmeye etkisi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 4(3), 224-241.
- Güven, B., & Kösa, T. (2008). The effect of dynamic geometry software on student mathematics teachers' spatial visualization skills. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 7(4), 100-107.
- Haines, C., & Crouch, R. (2007). Mathematical modelling and applications: Ability and competence frameworks. In P. L. Galbraith, H. W. Henn & M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education* (pp. 417-424). Boston, MA: Springer.
- Henn, H. W. (2007). Modelling pedagogy-overview. In P. L. Galbraith, H. W. Henn, & M. Niss (Ed.), *Modelling and applications in mathematics education* (pp. 321-324). Boston, MA: Springer.
- Hıdıroğlu, Ç. N. (2012). *Teknoloji destekli ortamda matematiksel modelleme problemlerinin çözüm süreçlerinin analizi: Yaklaşım ve düşünme süreçleri üzerine bir açıklama* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Hıdıroğlu, Ç. N. ve Güzel, E. B. (2013). Matematiksel modelleme sürecini açıklayan farklı yaklaşımlar. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(1), 127-145.
- Iowa Department of Education (1989). *A guide to developing higher order thinking across the curriculum*. Des Moines, IA: Department of Education.
- Isiksal, M., & Askar, P. (2005). The effect of spreadsheet and dynamic geometry software on the achievement and self-efficacy of 7th-grade students. *Educational Research*, 47(3), 333-350.
- Jonassen, D. H. (2000). *Computer as mindtools: Engaging critical thinking*. New Jersey: Prentice Hall.
- Jonassen, D. H. (2004). *Modeling with technology: Mind tools for conceptual change*. New Jersey: Prentice Hall.

- Kapur, J. N. (1982). The art of teaching the art of mathematical modeling. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 13(2), 185-192.
- Karah, D. (2013). *İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme hakkındaki görüşlerinin ortaya çıkarılması* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bolu.
- Korkmaz, E. (2010). *İlköğretim matematik ve sınıf öğretmenleri adaylarının matematiksel modellemeye yönelik görüşleri ve matematiksel modelleme yeterlikleri* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Köse, N. Y. ve Özdaş, A. (2009). İlköğretim 5. sınıf öğrencileri geometrik şekillerdeki simetri doğrularını Cabri geometri yazılımı yardımıyla nasıl belirliyorlar? *İlköğretim Online*, 8(1), 159-175.
- Lajoie, S. P. (2000). *Computers as cognitive tools, volume two: No more walls*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lajoie, S. P., & Derry, S. J. (Eds.). (1993). *Computers as cognitive tools*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lesh, R., & Doerr, H. (2003). Foundation of a models and modeling perspective on mathematics teaching and learning. In R. A. Lesh & H. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and modeling perspective on mathematics teaching, learning, and problem solving* (pp. 9–34). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Lesh, R., & Zawojewski, J. S. (2007). Problem solving and modeling. In F. Lester (Ed.), *The second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 763–804). Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- Mousoulides, N. (2007). *A modeling perspective in the teaching and learning of mathematical problem solving* (Unpublished doctoral dissertation). University of Cyprus, Cyprus.
- Özaltun, A., Hıdıroğlu, Ç., Kula, S. ve Güzel, E. B. (2013). Matematik öğretmeni adaylarının modelleme sürecinde kullandıkları gösterim şekilleri. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 4(2), 66-88.
- Siller, H. S., & Greefrath, G. (2010). Mathematical modelling in class regarding to technology. In V. Durand, S. Soury, & F. Arzarello (Eds.), *Proceedings of the Sixth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 2137-2145). Lyon: INRP.
- Stillman, G., Galbraith, P., Brown, J., & Edwards, I. (2007). A framework for success in implementing mathematical modelling in the secondary classroom. *Mathematics: Essential Research, Essential Practice*, 2, 688- 697.
- Tezer, M., & Cumhuri, M. (2017). Mathematics through the 5E instructional model and mathematical modelling: The geometrical objects. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(8), 4789-4804.
- Thomas, K., & Hart, J. (2010). Pre-service teachers' perceptions of model eliciting activities. In G. Kaiser & G. Stillman (Eds.), *Modeling students' mathematical modeling competencies* (pp. 531-538). Boston, MA: Springer.

- Ural, A. ve Ülper, H. (2013). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme ile okuduğunu anlama becerileri arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi. *Kuramsal Eğitim Bilim Dergisi*, 6(2), 214-24.
- Üstün, I. ve Ubuz, B. (2005). Geometrik kavramların Geometer's Sketchpad yazılımı ile geliştirilmesi. *The Turkish Online Journal of Educational Technology – TOJET*, 4(3), 14–23.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2008). *Nitel araştırma yöntemleri* (7. baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Zeytun, Ş. A. (2013). *Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme süreçlerinin ve bu sürece etki eden faktörlere ilişkin görüşlerin incelenmesi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Zawojewski, J. S., Lesh, R. A., & English, L. D. (2003). A models and modeling perspective on the role of small group learning activities. In R. A. Lesh, & H. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching* (pp. 337-358). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
-

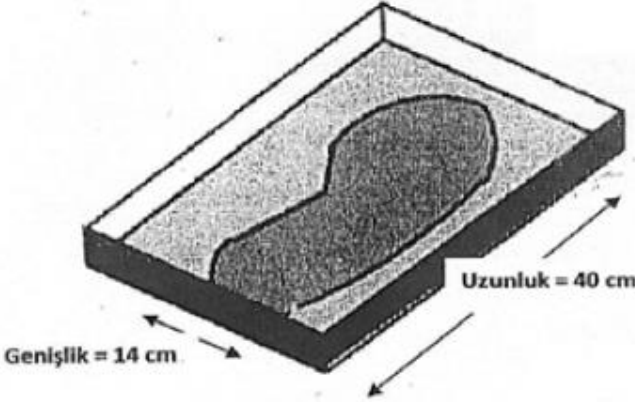
Ek. 1. Uzun Atlama Problemi

“Türkiye okullar arası uzun atlama şampiyonası için bir kız öğrenci seçilecek. Okul çapında düzenlenen yarışmada üç kız öğrenciye ait alınan sonuçlar metre olarak aşağıda verildi. Beden eğitimi öğretmeni şampiyonaya kimin gönderileceği konusunda kararsız kaldı. Müdür yardımcısı Güngör Bey, Şeyda en uzun ortalamaya sahip olduğundan şampiyonaya onun gitmesinin doğru olacağını söyledi. Sizce Güngör Hoca haklı mı? Cevabınızı açıklayınız ve haklı olmadığınızı düşünüyorsanız onu ikna ediniz. Okulumuz için en avantajlı öğrenciyi belirleyip, bunu nasıl yaptığınızı beden eğitimi öğretmenimize ve müdür yardımcımıza bir mektupla açıklayınız.”

Büşra	Fatma	Şeyda
3,25 m	3,55 m	3,67 m
3,95 m	3,88 m	3,78 m
4,28 m	3,61 m	3,92 m
2,95 m	3,97 m	3,62 m
3,66 m	3,75 m	3,85 m
3,81 m	3,59 m	3,73 m

Ek 2. Büyük Ayak İzi Problemi

Bir kış günü sabah okula gelen öğrenciler hiç de beklemedikleri bir durumla karşılaşırlar. Okulun bahçesinde polis ve olay inceleme ekibinin bulunduğunu görürler. Okul yönetimi ve öğrenciler bunu yapan insanlara teşekkür etmek isterler fakat hiç kimse bunu kimin yaptığını görmemiştir. Polis olay yerinde birçok ayak izine rastlar. Ayak izlerinin birisi aşağıda görülmektedir. Bu kişiyi ve arkadaşlarını bulmak için bu ayak izinin sahibinin boyunu belirlemeniz faydalı olabilir. Sizin göreviniz polise ayak izi bulunan kişinin boyunun uzunluğunu belirlemede kullanmak üzere bir araç geliştirmek ve bir mektupla bu aracın nasıl geliştirildiğini ve kullanıldığını polise anlatmak. Unutmayınız ki geliştirdiğiniz bu araç buradaki ayak izi için işe yaradığı gibi diğer ayak izleri için de işe yaramalıdır?



Ek 3. Parkta Yürüyüş Problemi

Bir dede ile torunu parkta yürüyüş yapmaktadırlar. Yürüyüş sırasında iki ağaç arasındaki mesafeyi dede 30 adımda alırken torunu ise 50 adımda almaktadır. Dedenin boyunun 180 cm olduğu bilinmektedir. Sizin göreviniz torunun boyunu ve yaşını hesaplamak ardında nasıl hesapladığınızı ayrıntısıyla açıklayıcı bir mektup yazmak.

Kişiler	Boylar (cm)	Adım Sayısı	Bir Adımı (cm)
Dede	180 cm	30	
Torun	???	50	
A			
B			
C			
D			
E			
F			

Ek 4. Seyahat Problemi

Akif ailesiyle bir haftalık bir tatil için araç kiralayarak Ankara'dan Antalya'ya gidecek. Babası Akif'e Antalya'ya gitmek için birkaç yol ve araç seçenekleri olduğunu fakat hangilerinin daha ekonomik olduğu konusunda kararsız olduğunu söyledi. Yol seçenekleri haritada, araç seçenekleri ile ilgili bilgiler de aşağıdaki tabloda verilmiştir. Akif'e en ekonomik yol ve aracı belirlemek konusunda yardımcı olabilir misiniz?

	Günlük Kira Bedeli	Yakıt Türü ve Litre Fiyatı	100 KM' de ortalama Yakıt Tüketimi
1.Araç	80 TL	Dizel 2,5 TL	6,5 LT
2.Araç	55 TL	Benzin 2,9 TL	9 LT
3.Araç	65 TL	LPG 1,5 TL	10 LT



Ek 5. Yaz İşi Problemi

Levent, geçen yaz Gençlik Parkı'nda bir iş aldı. Onun çalıştırdığı seyyar satıcılar, park içerisinde dolaşarak patlamış mısır ve içecek satışı yapıyorlar. Levent'in gelecek yaz hangi elemanların tekrar çalıştırmaya karar vermek için yardımınıza ihtiyacı var. Geçen yaz Levent'in 9 satıcısı vardı. Bu yaz ise üçü tam gün, üçü yarım gün olmak üzere 6 satıcı çalıştırabilecek. Levent geçen yaz çalıştırdığı elemanlardan kendisine en çok gelir getirecek olanları tekrar işe almak istiyor. Fakat onları nasıl karşılaştırabileceğini bilmiyor. Çünkü geçen yılki kayıtlara göre satıcıların günlük çalışma saatleri farklı. Bunun yanında parkın yoğunluk durumu da satışta önemli etkiye sahip. Örneğin kalabalık bir Cuma gecesi satış yapmak yağmurlu bir öğleden sonraya göre çok daha kolaydır. Levent geçen yılki kayıtları inceleyerek, parkın yoğunluk durumuna göre her satıcının çalışma süresini ve topladığı para miktarını belirledi. (Tablo 1–2) Satıcıların geçen yılki performanslarını inceleyiniz ve üç tane tam gün üç tane de yarım gün çalışmak üzere satıcı belirleyiniz. Levent'e sonuçlarınızı bir mektupla bildiriniz. Teklifinizin kullanışlı olup olmadığına karar verebilmesi için mektupta satıcıları nasıl değerlendirip seçtiğinizi ayrıntılı bir şekilde açıklayınız.

GEÇEN YAZ ÇALIŞMA SÜRELERİ (SAAT-AYDA)

Yoğunluk	HAZİRAN			TEMMUZ			AĞUSTOS		
	Çok	Orta	Düşük	Çok	Orta	Düşük	Çok	Orta	Düşük
GİZEM	12.5	15	9	10	14	17.5	12.5	33.5	35
KAAN	5.5	22	15.5	53.5	40	15.5	60	14	23.5
TARIK	12	17	14.5	20	25	21.5	19.5	20.5	24.5
JALE	19.5	30.5	34	20	31	14	22	19.5	36
CAN	19.5	26	0	36	15.5	27	20	24	4.5
CANAN	13	4.5	12	33.5	37.5	6.5	16	24	16.5
RIZA	26.5	43.5	27	67	26	3	41.5	58	5.5
ALİ	7.5	16	25	16	45.5	51	7.5	42	84
AYTEN	0	3	4.5	38	17.5	39	37	22	12

GEÇEN YAZ TOPLANAN PARA (TL)

Yoğunluk	HAZİRAN			TEMMUZ			AĞUSTOS		
	Çok	Orta	Düşük	Çok	Orta	Düşük	Çok	Orta	Düşük
GİZEM	690	780	452	699	758	835	788	1732	1462
KAAN	474	874	406	4612	2032	477	4500	834	712
TARIK	1047	667	284	1389	804	450	1062	806	491
JALE	1263	1188	765	1584	1668	449	1822	1276	1358
CAN	1264	1172	0	2477	681	548	1923	1130	89
CANAN	1115	278	574	2972	2399	231	1322	1594	577
RIZA	2253	1702	610	4470	993	75	2754	2327	87
ALİ	550	903	928	1296	2360	2610	615	2184	2518
AYTEN	0	125	64	3073	767	768	3005	1253	253

Ek 6. Voleybol Problemi

Türkiye Voleybol Federasyonu yaz kampı düzenleyicilerinin kamptaki oyuncularını eşit takımlara ayırmak için bir yönteme ihtiyaçları var. Bunu kampın ilk günü yapılan deneme aktivitelerindeki verileri kullanarak yapmaya karar verirler. Aşağıdaki tablo oyuncuların deneme aktivitelerinden elde edilen bir takım verilerini göstermektedir. Sizden istenen aşağıda verilen 18 bayan oyuncuyu eşit seviyedeki 3 takıma ayırmanız ve bu yöntemi bir mektupla kamp düzenleyicilerine göndermeniz çünkü kamp yetkilileri gelecek yıllarda düzenlenecek kamplarda oyuncu sayısının 200'den fazla olması durumunda sizin önereceğiniz yöntemi kullanarak oyuncuları takımlara ayıracaktır.

Smaç Sonuçları İçin Anahtar Kelimeler

Hücum sayısı: Diğer takım topu geri döndüremedi ve hücum eden takım sayı kazandı.

Top dışarıda: Smaçör topu hücum alanının dışına attı ve takım sayı kaybetti.

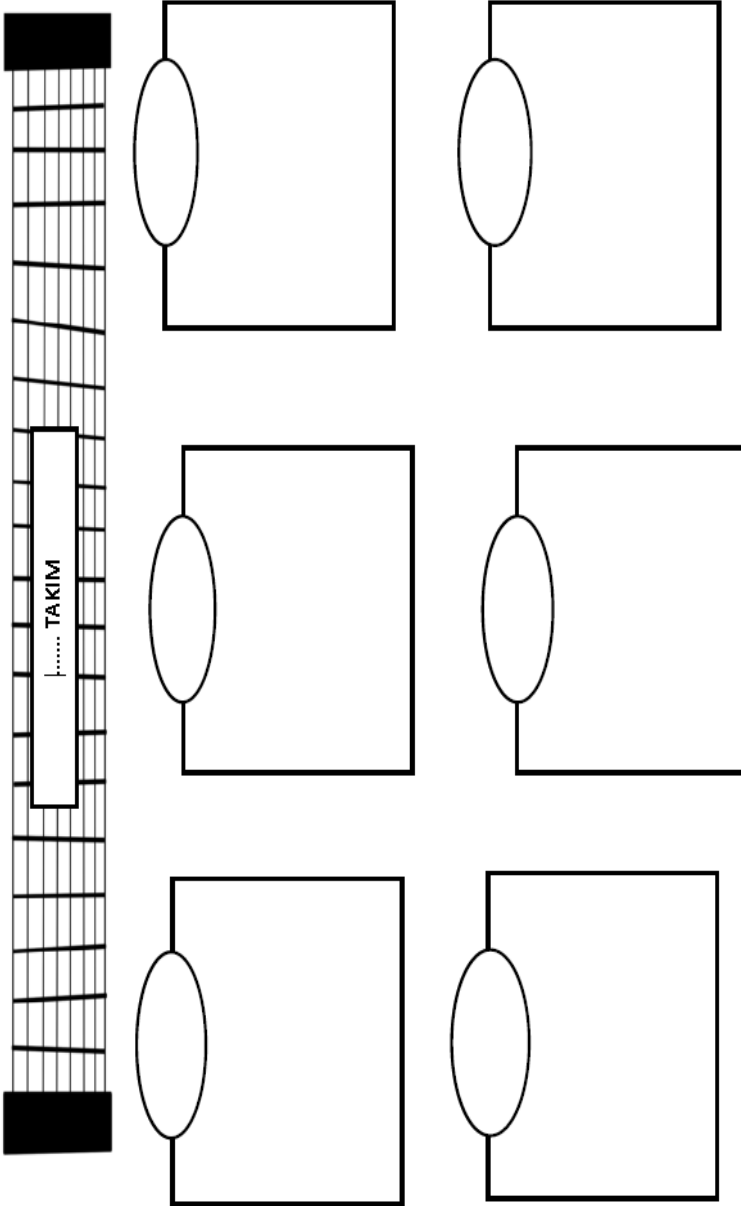
Geri geldi: Diğer takım smacı geri çevirdi ve oyun devam etti.

Plase sayısı: Smaçör smaç atar gibi yaparak topu filenin üstünden hafifçe vurdu ve takım sayı kazandı.

Plase geri geldi: Smaçör smaç atar gibi yaparak topu filenin üstünden hafifçe vurdu fakat diğer takım topu kurtardı ve oyun devam etti.

Top filede: Smaçör topu filenin üstünden geçirmekte başarısız oldu ve takım sayı kaybetti.

İSİM	BOY (M)	DİKEY SİCRA MA (CM)	40 METRE DEKİ KOŞUSU	SERVİS SONUÇLARI (10 SERVİSİN BAŞARILI OLANLARIN SAYISI)	SMAC SONUÇLARI (5 DENEME İÇİN)				
					Plase geri geldi	Hücum sayısı	Top filede	Top filede	Geri geldi
Bahar	1.85	51	6.21	8	Hücum sayısı	Top filede	Hücum sayısı	Top filede	Geri geldi
Pelin	1.57	64	5.98	7	Hücum sayısı	Geri geldi	Top dışarıda	Plase geri geldi	Hücum sayısı
Elif	1.78	61	6.44	8	Top dışarıda	Geri geldi	Hücum sayısı	Hücum sayısı	Top filede
Nesilhan	1.78	69	6.01	9	Hücum sayısı	Hücum sayısı	Plase sayısı	Hücum sayısı	Geri geldi
Güliden	1.68	64	6.95	10	Top dışarıda	Top filede	Geri geldi	Geri geldi	Plase geri geldi
Nihan	1.73	43	7.12	6	Hücum sayısı	Plase sayısı	Hücum sayısı	Geri geldi	Hücum sayısı
Özlen	1.60	53	6.34	5	Top dışarıda	Hücum sayısı	Top filede	Top filede	Plase geri geldi
Aysun	1.65	58	7.34	8	Top filede	Hücum sayısı	Hücum sayısı	Hücum sayısı	Plase sayısı
Eda	1.65	61	6.32	9	Top filede	Top dışarıda	Top filede	Top dışarıda	Geri geldi
Nilay	1.70	48	8.18	10	Plase sayısı	Hücum sayısı	Hücum sayısı	Top dışarıda	Geri geldi
Duygu	1.75	58	6.75	7	Plase geri geldi	Hücum sayısı	Geri geldi	Top dışarıda	Hücum sayısı
İSİM	BOY (M)	DİKEY SİCRA MA (CM)	40 METRED EKI KOŞUSU	SERVİS SONUÇLARI (10 SERVİSİN BAŞARILI OLANLARIN SAYISI)	SMAC SONUÇLARI (5 DENEME İÇİN)				
Nalan	1.73	38	5.87	8	Hücum sayısı	Hücum sayısı	Hücum sayısı	Plase sayısı	Top filede
Gözde	1.63	53	6.72	8	Hücum sayısı	Geri geldi	Top dışarıda	Top filede	Plase geri geldi
Esra	1.70	48	6.88	9	Top dışarıda	Top filede	Top filede	Hücum sayısı	Geri geldi
Seta	1.55	61	6.27	6	Plase sayısı	Plase geri geldi	Plase geri geldi	Hücum sayısı	Top dışarıda
Deniz	1.78	58	6.54	8	Top dışarıda	Hücum sayısı	Top dışarıda	Plase geri geldi	Top dışarıda
Gül	1.60	66	7.01	9	Plase sayısı	Top filede	Hücum sayısı	Hücum sayısı	Hücum sayısı
Çiğdem	1.75	46	6.78	10	Top filede	Top dışarıda	Hücum sayısı	Plase geri geldi	Hücum sayısı



Oyuncuları yerleştiniz ve gerekselerinizi altına açıkladınız.