

MATEMATİKSEL MODELLEME PEDAGOJİSİ:
ÖĞRETMENİN FARK ETME BECERİSİ VE
ÖĞRETMEN MÜDAHALELERİ

Matematiksel modelleme uygulamalarının başarılı bir şekilde gerçekleştirilebilmesinde en önemli bileşenlerden biri öğretmendir.

Modelleme ile öğretim yaklaşımı öğretmenlerin geleneksel öğretim yöntemlerinden ve ders yapılarından farklılık gösterdiğinden (Niss ve ark., 2007), öğretmenin rolü ve sahip olması gereken pedagojik bilgi ve becerisi geleneksel matematik öğretiminde sahip olması gereken bilgi ve becerilerden farklıdır.

Modellemenin kullanıldığı bir öğretim ortamında öğretmenin açıklayıcı, gösterici, doğru cevabı söyleyen geleneksel rolü artık geçerli değildir (Antonius ve ark., 2007). Öğretmenin rolü kolaylaştırıcı, danışman, yönetici ve öğrencileri takip edendir (Burkhardt ve ark., 1988'den akt., Burkhardt, 2006; Lingefjård, 2010).

O halde matematik öğretiminde matematiksel modellemeyi kullanırken öğretmenin sahip olması gereken pedagojik bilgi ve becerileri nelerdir?

Matematiksel Modelleme Pedagojisi

Borromeo-Ferri (2014), matematiksel modellemede öğretmenin sorumluluklarını 4 boyutta ele almıştır.

1-Teorik boyut: Teorik boyut kapsamında, öğretmenin modelleme döngülerinden en az birkaç tanesini bilmesi ve kendi modelleme etkinliklerine (problemlerine) bu döngüyü yansıtması gerektiğinden bahsetmiştir.

2-Etkinlik-görev boyutu: Etkinlik/görev boyutunda öğretmenin iyi bir modelleme etkinliğinin özelliklerini bilmesini, modelleme etkinliklerinin bilişsel analizlerini yapmayı öğrenmesini ve bir grup içinde modelleme etkinliğini geliştirebilmesini ele almıştır.

3-Öğretimsel boyut: Öğretim boyutunda öğretmenin dersleri modelleme etkinlikleri ile planlamayı, uygulamayı ve uygulama sürecinde kullanabileceği müdahaleleri ve destekleri bilmesi gerektiğini açıklamıştır.

4-Tanı boyutu: Tanı boyutunda ise modelleme sürecinin her bir aşamasında öğretmenin öğrenci hatalarını fark edebilmesi gerektiğini, bu sebeple de bunları ölçmek ve not vermek için bilgi sahibi olması gerektiğini belirtmiştir.

Burkhardt (2006) modellemeyi öğretmek için öğretmenlerin geniş öğretim stratejilerine, yani ekstra becerilere ihtiyaç duyduklarını, başta zor olsa da öğretmenlerin kullandıkça bu becerileri geliştireceklerini belirtmiştir.

Burkhardt (2006) bu temel becerileri şöyle açıklamıştır:

1-Öğretmen tartışmayı yönlendirici olmayan fakat destekleyici bir şekilde ele almalıdır. Böylelikle öğrenciler hem kendilerinin hem de başkalarının muhakemelerinin doğruluğu hakkında karar verme sorumluluğu hissederler ve öğretmenden cevap veya onay beklemezler.

2-Öğretmen her problemi tamamen keşfedebilmeleri için öğrencilere zaman ve güven vermelidir.

3-Öğretmen problemi yapılandırmadan ve detaylı öneriler vermeden stratejik rehberlik ve destek sağlamalıdır.

4- Öğretmen her öğrencinin ilerlemesini geliştirmek ve daha ileriye gitmesine yol göstermek için tamamlayıcı sorular bulmalıdır.

Doerr ve Lesh'e (2011) göre, modelleme yaklaşımda öğretmen bilgisi geleneksel ve reform tabanlı matematik öğretimi bilgisinin ötesindedir. Öğrencilerin modelleme etkinlikleri ile çalışırken çok farklı düşünme şekillerinin ortaya çıkması, öğretmene öğrencileri dinleme, onlara uygun gösterim şekilleri ile yanıt verme, beklenmeyen yaklaşımlarını fark etme ve diğer matematiksel fikirlerle bağlantı kurma gibi yeni görevler getirmiştir. Dolayısıyla öğretmen bilgisi öğrencilerin modellerini geliştirirken ortaya çıkan çeşitli yolları anlama ve öğrenci düşüncelerine cevap verebilme yeteneğini içermektedir. Yani öğretmenler öğrencilerin modellerinin farkına varmalı ve model gelişimlerine cevap verebilmelidirler. Çünkü öğrencilerin ürettikleri matematiksel modeller onların düşünme süreçlerinin bir yansımasıdır ve öğretmenler öğrenci düşüncelerinin doğasını bu modeller sayesinde anlayabilirler.

Diğer bir çalışmada, Doerr (2007) modellemenin kullanıldığı öğretimde öğretmenlerin pedagojik bilgisinin iki temel yansıması olduğundan bahsetmektedir.

1. Yansıma: Öğretmenin öğrencinin ortaya koyabileceği çeşitli yaklaşımlara yönelik geniş ve derin bir anlayışa sahip olması ile ilgilidir. Böyle bir anlayışı geliştirmek için öğrenciler modellerini açıklarken ve yorumlarken öğretmen öğrencileri dinlemelidir.

2. Yansıma: Öğretmenin öğrencilere açıklama ve gerekçelendirme yapmasına yönelik pedagojik bilgisi ile ilgilidir.

Özetle Doerr ve Lesh (2003) öğretmenin öğrencilerin kavramsal gelişimlerini anlaması gerektiğine vurgu yapmaktadırlar. Belirli bir sınıf ortamında öğrenciler bir problem durumunu birden çok yolla yorumlayabilirler veya fikirlerini iyileştirmek ve geliştirmek için birçok yola başvurabilirler.

Doerr ve English (2006) ise modelleme etkinliklerinin "gerçeklik prensibi, öz değerlendirme prensibi ve model ortaya koyma prensibi" şeklindeki üç prensibinin öğretmenin modelleme etkinliklerini sınıf ortamında uygulama sürecindeki yaklaşımına yeni roller yüklediğini belirtmiştir.

- "Gerçeklik prensibi", öğretmenin öğrencilerin verilen problemi anlamaya çalıştıkları çeşitli yolları dinlemesini, yorumlamasını ve anlamasını gerektirirken
- "Öz değerlendirme prensibi" öğretmenin öğrencilerin cevabının doğruluğunu değerlendirmek yerine kendi öz değerlendirmelerini yapmalarını sağlayan yeni pedagojik stratejiler geliştirmelerini gerektirmektedir.
- "Model ortaya koyma prensibi" ise öğretmenin, öğrencilerin ortaya koyacağı farklı matematiksel gösterim şekillerini anlamalarını ve yorumlamalarını gerektirmektedir.

Araştırmacılar tarafından da vurgulandığı gibi, modelleme sürecinde öğrencilerin düşünme şekilleri; model oluştururken ortaya çıkan tanımlamaları, açıklamaları, sundukları gerekçeler ve kullandıkları gösterim şekilleri ile anlaşılabilmektedir.

Bu sebeple matematiksel modelleme uygulamalarının kullanıldığı bir ğretim sürecinde öğretmenin sahip olması gereken pedagojik donanımlarda **ğrenci düşüncesini dinleme, anlama, yorumlama ve cevap verebilme gibi becerilerin önemi ne çıkmaktadır.** ğretmenin ğrenci düşünceleri hakkında sahip olması gereken bu beceri literatürde öğretmenin fark etme becerisi olarak ele alınan beceri ile örtüşmektedir.

Matematiksel Modellemede Öğretmenin Fark Etme Becerisi

Fark etme, bir kişinin (öğretmenin) gelecekteki uygulamaları için bilgi verebilecek olan belirli bir uygulamaya bilinçli olarak dikkat ettiğinde ortaya çıkan bir eylemdir (Mason, 2002).

Jacobs ve ark. (2010) fark etmeyi spesifik olarak öğrencilerin matematiksel düşüncelerini fark etme olarak ele alarak üç bileşeni içerecek şekilde kavramsallaştırmıştır:

- 1- Kayda değer sınıf etkinliklerini dikkate almak,
- 2- Olayları yorumlamak,
- 3- Gözlemlere ve yorumlara dayalı olarak öğretimsel kararlar almak.

Bu tanımlamaya dayalı olarak fark etme becerisi yüksek olan bir öğretmenin, öğrencilerin matematiksel etkinlikler ile çalışma süreçlerindeki farklı düşüncelerini ortaya çıkarabileceği söylenebilir.

Sonuç olarak öğretmenin öğrencilerin öğrenmelerini destekleyebilmek ve gelecek öğretimsel uygulamalarını şekillendirebilmek için, pekçok farklı bileşeni birarada içeren sınıf ortamında ortaya çıkan öğrenci düşüncelerini farkedebilmesi oldukça önemlidir.

Bu süreç öğretmenin fark etme becerisi ve Jacobs ve ark. (2010) tarafından tanımlanan bileşenler bağlamında düşünüldüğünde, öğretmenin öğrencilerin var olan düşüncelerini belirleyerek tanılaması, fark etmenin ilk bileşeni olan dikkat etmeye karşılık gelmektedir.

Öğretmen öğrenci düşüncesini ortaya çıkarabilmelidir ki bu düşünceleri yorumlayarak (yorumlama bileşeni) uygun müdahalelerde bulunabilsin (karşılık verme bileşeni) ve süreci doğru bir şekilde yürütebilsin.

Fark etmeyi ve matematiksel modellemeyi bir arada inceleyen Galbraith (2015) ise fark etme becerisini matematiksel modelleme bağlamında matematiksel ve pedagojik olmak üzere iki farklı bakış açısıyla ele almıştır.

1- Matematiksel fark etme, modellemenin başlıca yönlerini (problemi tanıma, kurma gibi) çalışmayı içerir. Bu tür fark etme uygun modelleme durumunu belirleme ve problemi geliştirmeyi de kapsar.

2- Pedagojik bakış açısı, fark etme alan yazınına yakın olan tür olup, öğretmenin şu rollerini içerir (Galbraith ve ark., 2017): Öğrencilerin matematiksel modelleme etkinlikleri üzerinde nasıl çalıştıklarını gözlemleme, ortaya çıkan önemli olayları belirleme, yorumlama ve harekete geçme.

Floro ve Bostic (2017) ortaokul matematik öğretmenlerinin matematiksel modellemeyi destekleyen öğretimleri sırasındaki fark etmelerini incelemiştir. Araştırmaya katılan iki öğretmen modellemeyi destekledikleri derslerinde öğrenciler ile ilgili iki durumu fark etmişlerdir. Birincisi öğrencilerin problemlerdeki matematiksel kavramlar ve yapılar ile ilgili zorlukları, ikincisi ise öğrencilerin problemi çözerken gösterim şekilleri arasında geçişler yapma durumları ve yaşadıkları zorluklarıdır.

Borromeo-Ferri de (2018) modelleme ile ilgili derslerini tasarlarlarken, öğretmenlerin eğitimini daha somut hale getirmek için derslerinde öğrencilerin modelleme süreçlerini içeren videolara veya öğrencilerin yazılı çözüm kağıtlarına yer verdiğini ifade etmiştir.

Bir diğer araştırmada Didiş ve ark. (2016) lise matematik ğretmeni adaylarının modelleme etkinliklerinin çözümü ile ortaya çıkan ğrenci çalışmalarını (ğrenci çözüm kağıtları ve video kesitleri) analiz etmeleri aracılığıyla ğrenci düşüncelerini nasıl yorumladıklarını incelemişlerdir. Araştırmada, ğretmen adaylarının modelleme sürecindeki ğrenci düşüncelerini anlamaları açısından öğrencilerin modelleme süreçlerini içeren ürünlerinin ğretmen adaylarına önemli bir öğrenme ortamı sunabileceği sonucuna ulaşmışlardır.

Yapılan bu araştırmalar, öğretmenlerin modelleme etkinliklerinin sınıf içi uygulamalarından elde edilen ğrenci çözüm kâğıtları, ğrenci çözüm videoları ve öğretmenlerin sınıf içi uygulama videoları ile çalışmasının, matematiksel modellemede öğretmenlerin fark etme becerilerinin gelişiminde rol oynayan önemli öğrenme ortamları olduğuna işaret etmektedir.

Matematiksel Modelleme Uygulamalarında Öğretmen Müdahaleleri

Modelleme uygulamalarında öğretmen vazgeçilmez bir ögedir, çünkü öğretmen desteğiyle çalışan öğrenciler ile yalnız çalışan öğrenciler arasında temel bir ayrım vardır (Blum, 2011; Blum & Borromeo-Ferri, 2009).

Öğretmen desteği, öğrencilerin modelleme etkinlikleri ile çalışmalarının her aşamasında öğretmen tarafından müdahalede bulunulacağı anlamını taşımaz. Bu noktada öğrencilerin bağımsız çalışmaları önem kazanır.

Blum ve Borromeo-Ferri'ye (2009) göre, matematiksel modelleme sürecinde nitelikli bir öğretim gerçekleştirmek için öğrencinin maksimum bağımsızlığı ve öğretmenin minimum rehberliği arasında kurulan denge önemlidir. Bu dengede öğrencilerin bağımsız çalışmalarını destekleyen öğretmen müdahaleleriyle sağlanabilir. Fakat öğrenciler bağımsız olarak modellemeye başladıklarında, süreç kendi başlarına her şeyi yapabilmeleri için oldukça karmaşıktır.

Öğretmenler öğrencilerin gerçek hayat problemini çözerken ilerleme kaydedip kaydetmediğini anlamalı, farkına varmalı ve müdahale gerekip gerekmediğine karar vermelidir. Hem iyi hem de kötü müdahalelerin modelleme dersleri üzerinde etkisi vardır (Borromeo-Ferri, 2018). Bu sebeple öğretmenlerin farklı müdahale yöntemlerini iyi bilmesi gerekmektedir.

Bazı araştırmacılar (Leiß, 2007; Zech, 1996;), öğrencinin matematiksel modelleme etkinlikleri ile çalışmaları sürecinde, öğrencinin bağımsız, öğretmenin de en az düzeyde rehberliğinin sağlandığı dengenin en iyi "uyarlanabilir (adaptive)" müdahale şekli ile başarılılabildiğini ifade etmektedirler (akt., Stender & Kaiser, 2015). Uyarlanabilir öğretmen müdahalelerini "öğretmenden öğrenciye yapılan, öğrencinin bireysel öğrenmesini ve problem çözme sürecini minimal düzeyde destekleyen türde yardımlardır, böylece öğrenciler maksimum bağımsız bir seviyede çalışmaya devam edebilir" şeklinde tanımlamıştır (akt., Stender & Kaiser, 2015, Stender, 2018).

Zech de (1996) bahsedilen öğretmenin minimum yardım yaklaşımını, problem çözme bağlamında ele alarak, öğrencilerin mümkün olduğu kadar bağımsızca kendi çözüm yollarını geliştirmelerini destekleyici müdahaleleri içeren bir sınıflandırma ortaya koymuştur.

Tablo 1.1. Yardımların/desteklerin sınıflandırılması*

Yardımlar/ Destekler	Açıklama	Müdahale Örnekleri
Motivasyon	Öğrenciler genel olarak motive edilir.	"Devam et ve uğraş! Eminim, bu problemi çözebilirsin!", "Başaracaksın"
Geri Bildirim	Öğrencilerin başarılı ara sonuçları için olumlu dönütler verilir.	"Evet, doğru yoldasın!", "Böyle devam et!"
Genel- Stratejik	Bir sonraki adımdaki stratejiye dayalı olarak stratejik destek verilir. Bu müdahaleler, öğrencilerin içerikle ilgili konulara değinmeden, ilerlemelerine yardımcı olmak için tasarlanmış ipuçlarıdır.	"Çizim yap", "Metni tekrar oku", "Bir denklem kurmaya ne dersin?", "Bunu bir formüle aktarmayı dene!", "Durumu basitleştir!", "Bu matematiksel sonuçların gerçek yaşamdaki anlamı nedir?", "Bu sonuç gerçek yaşamdaki durumlara anlamlı bir şekilde yanıt veriyor mu?"
İçerik ilişkili- Stratejik	Problem hakkında ek bilgi ile ilgili stratejik yardım sunulur. Bu müdahaleler prosedürle ilgilidir ve aynı zamanda içerikle ilgili durumları içerir.	"Belki üç kural çözüm bulmana yardımcı olur" "İlk başta somut bir sayı kullanarak örnek 4'ü hesaplayın ve sonra değişkenleri kullanarak aynı hesaplamayı yapın."
İçerik ilişkili	Tamamen etkinliğin/görevin içeriğiyle ilgilidir ve çözümü içerir. Örneğin, ihtiyaç duyulan hesaplamalar açıkça gösterilir.	"Hızın tanımı nedir?"

Bu yaklaşıma göre, ilk iki müdahalede öğretmen çoğunlukla öğrencileri teşvik eder, diğer üç müdahale ise görevin/etkinliğin içeriği ve çözüm yöntemleri ile ilgili destek verir (Stender & Kaiser, 2015). Öğretmenler önce öğrencilerin tıkanıdığı noktada öğrencileri motive etmelidir ve geri bildirim vermelidir.

Eğer bu destekler öğrencilerin çalışmaya devam etmesi için yeterli değilse, bir sonraki adım olarak stratejik yardım öğrencileri desteklemek için verilir. Eğer bu destek hala yeterli değilse, öğretmen önce içerik ilişkili-stratejik yardım yapmalıdır, eğer bu yardım da yeterli değilse öğretmen içerik ilişkili yardım yapmalıdır (Stender, 2018). Fakat bu destekler arasında stratejik destek öğrencilerin nasıl devam edeceği ile ilgili kendi yolunu bulmasında önemli rol oynamaktadır.

Stratejik desteklerin amacı öğrencilerin belli bir aşamaya kadar bağımsız çalışmalarını teşvik etmektir (Stender, 2018; Stender & Kaiser, 2015).

Leiß (2005) öğrencilerin modelleme etkinliklerinde bağımsız çalışmalarını esnasında öğrencilere yardımcı olabilecek öğretmen müdahalelerini şu şekilde açıklamıştır:

1- Öğretmenlerin öğrencilerin kendilerini zihinsel olarak verilen durum içine koymalarını sağlaması gereklidir. Böylelikle verilen etkinlikte uygun gerçek modelleri yaratmak öğrenciler için daha kolay olur.

2-Sınıf ortamında matematiğin gerçek yaşam etkinliklerine uygulanması, öğrencilerin gerçek yaşam bilgisine sahip olduğunu veya gerçek yaşam bilgisine ihtiyaç duyduğunu gösterir. Bu sebeple öğretmenlerin, öğrencileri eksik bilgilere ulaşmaya yönelik tutum sergilemeleri için desteklemeleri önemlidir.

3-Öğretmenler, problemin temel fikrine ulaşabilmeleri için her zaman çözüm sürecini yansıtmalarına yönelik öğrencileri desteklemelidir.

Leiß'e (2007) göre öğretmen müdahaleleri "içerikle ilgili, stratejik, duyuşsal ve organizasyonel" olmak üzere dört farklı seviye (alan) içermektedir, yani öğretmenler dört farklı alanda öğrencilerine müdahalede bulunabilir.

1-İçerikle ilgili müdahaleler, öğretmenin modelleme süreci ve bu süreçte ilgili matematiğe yönelik müdahaleleri içerir.

2-Stratejik müdahaleler öğretmenin modellemenin ve problem çözme sürecinin genel yönlerini ele alan meta-seviye müdahaleleridir.

3-Duyuşsal müdahaleler ise öğretmenin öğrencilerin zihinsel durumunu etkilemek için yaptığı ilgi, tutum, takdir etme, değer verme gibi duyuşsal içerikli müdahalelerdir.

4-Organizasyonel müdahaleleri ise modelleme sürecinde öğretmenin öğrenci çalışmalarının temel koşullarına, grup etkileşimine ve öğrencilerin sunumlara yönelik müdahaleleri oluşturmaktadır.

Diğer taraftan, bu sınıflandırmaya göre öğretmen müdahalelerinin "tanı koyma, değerlendirme, doğrudan veya dolaylı fikir" gibi farklı amaçları olabilir.

Öğretmen öğrencilere çözüm süreçlerinin mevcut durumu ile ilgili sorular sorarak tanı koyma amaçlı müdahalelerde bulunabilir veya öğretmen öğrencilerin çözüm süreçleri ile ilgili, ileri düzeyde bilgilendirme ve düzeltme olmaksızın geri dönüt vererek müdahalelerde bulunabilir. Aynı zamanda öğrencilerin "en iyi çözümü" bulmalarına yardımcı olmak için öğretmen küçük ipuçları vererek dolaylı yoldan müdahale ederken, gerekli açıklamaları ve bilgileri vererek de doğrudan müdahalede bulunabilir veya öğrencilerin problemleri olmasına rağmen herhangi bir müdahalede bulunmayabilir.

Müdahalenin seviyesine ve amacına bağlı olmaksızın, müdahalenin başlatıcısı öğretmen veya öğrenci olabilir. Öğrencilerin çözüm sürecine müdahale etmek için öğretmen kendi girişimde bulunabilirken, öğrencilerden gelen sorular ve fikirler de öğretmenin müdahaleyi başlatmasını sağlayabilir.

EK: Ev Taşıma Problemi*

Ablanız, eşi ile yeni bir eve taşıyor. Her ikisi de tasarruf etmek istiyor. Çok fazla eşyaları olmasına rağmen, resimde gördüğünüz küçük arabayı bir gün için kir alıyorlar. Maksimum (en çok) sayıda taşıma kutusunu arabaya koymak için, onların en uygun yolu düşünmelerine yardımcı olunuz.

- Çözüm yolunuzu tanımlayınız.
- Bir çizim yapınız.
- Grubunuzla çözüm yolunuzun anlamlı olup olmadığını tartışınız.
- Tüm düşünme sürecinizi ve çözümünüzü ayrıntılı olarak ablanıza açıklayacağınız bir rapor yazınız.

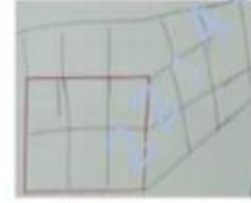


Arda, grup çalışması sırasında öğretmene şöyle der:

Arda: "Öğretmenim, arabanın yükleme kısmının hacmini söylemek kolay değil. Arabanın önünde duran kişiyi kullanarak yükleme bölgesinin yüksekliğini hesaplamaya başladık."

Gülce: "Arabanın yüksekliğini 127 cm olarak tahmin ettik ve bunu dört ile çarparak 508 cm elde ettik."

Ege: "Evet ve resimdeki kişinin dört kez 508 cm'ye sığırdığını düşünüyoruz."



Borromeo-Ferri (2018) bir modelleme probleminin çözüm sürecinde öğretmenin ne zaman/nasıl tanı koyabileceğini ve hangi müdahalelerde bulunabileceğini "Ev Taşıma" problemine yönelik sınıf içi diyalogları içeren senaryolar ile örneklendirmiştir. Bu senaryolardan bir tanesi aşağıda örnek olarak sunulacaktır.

Bu problemin çözüm sürecinde öğretmen ve öğrenciler arasında yaşanan durumlardan bir tanesi aşağıdaki diyalogda sunulduğu gibi olmuştur (Borromeo-Ferri, 2018).

Verilen bu duruma ait öğretmen müdahalelerinin ve yardımın nasıl olabileceğini Borromeo-Ferri (2018) aşağıdaki gibi açıklamıştır.

Verilen senaryo arabanın yükleme kısmının hacmini elde etmek için öğrencilerin boyutları tahmin ederken karşılaştıkları birçok güçlükten birini göstermektedir. Öğrenciler yaşadıkları güçlük sonucunda öğretmenin yardımını istemişlerdir. Bu sebeple burada müdahalenin başlatıcısının öğrenci olduğu, yani "karşılık veren" bir müdahale şekli vardır.

Öğrenciler, arabanın önünde duran kişiyi kullanarak uygun bir fikir yürütmüş ve arabanın yükleme kısmının yüksekliğini 127 cm olarak belirlemişlerdir. Daha sonra ise 127 cm'yi dörtle çarparak resimdeki kişinin 508 cm'ye dört kez sığıdığı sonucuna varmışlardır. Bu aşamada öğretmen müdahalesi oldukça önemlidir. Öğrencilerin bazı kavram yanılgılarını fark eden öğretmenin, "Resimdeki kişi 508 cm'ye dört kez sığıyor" şeklindeki Ege'nin ifadesini ve grubun yorumunu anlaması gerekmektedir. Bu sebeple, ilk müdahale hem öğretmen hem de öğrencinin bakış açısındaki kavram yanılgılarını açıklığa kavuşturmak için meta-seviyeye odaklanmalıdır.

Bu senaryoda gerçek bir model oluşturma aşamasında olan öğrencilerin lme ile zorluklarının olduğu ve hacim kavramını iselleştiremedikleri görülmektedir.

Ege'nin açıklaması yorumlandığında, Ege'nin arabanın yüksekliğini orada duran aile bireyinin boyu ile eşitlediği anlaşılmaktadır. Bu durumda gerçek hayat durumu ile bir doğrulama anlamlı olabilirdi nk resimdeki aile bireyinin boyu 127 cm'den uzundur. Aynı zamanda, öğrencilerin "508 cm'de 4 kez" yorumu da öğrencilerin akıllarında bir sayıyı üç veya dört kez çarpmak Şeklinde bir hacim formülünün olmasından kaynaklanabilir. Ancak akıllarındaki bu bilgiyi doğru Şekilde kullanamadıkları görülmektedir.

Öğrencilerin çizimlerinde kırmızı ile sınırladıkları bir bölge vardır. Öğrencilerin hacmi elde etmek için 127 cm'yi dört kez çarptığı da varsayılabılır. Fakat ğrenciler alan formülünü de yanlış kullanmışlardır.

Grldğu gibi öğrencilerin kafalarındaki kavram yanılığlarını ve fikirlerini anlamak ğretmen için oldukça zor bir görevdir. Böyle bir durumda öğretmenin öğrencilerin düşüncelerini ve düşüncelerinin altındaki nedenleri derinlemesine öğrenmeden uygun müdahalede bulunması mümkün olmayacaktır.

Bu nedenle: stratejik müdahale öğretmenin durumu açıklığa kavuşturması ve mümkün olduğu kadar kendini öğrencilerin düşünme süreçlerinin yerine koyarak onların düşünme süreçlerini anlayabilmesi için önem taşımaktadır.

Dolayısıyla şu şekilde bir stratejik müdahale uygun olacaktır: "508 cm neden sizin için uygun ve burada 127 cm neyi gösteriyor? Lütfen bu fikrinizin nedenlerini açıklayın." Verilen senaryo örneğinde tanılama ve müdahalenin bir arada gitmesi gerektiği ve her ikisinin de özellikle öğrenciler modelleme problemi üzerine çalışırken hızlı bir şekilde yapılması gerektiği de görülmektedir.

Matematiksel modellemenin öğrenimi ve öğretiminde, öğretmen müdahalelerine vurgu yapan bazı araştırmacılar (Antonius ve ark., 2007; Blum, 2011, Stender, 2018; Stender & Kaiser, 2015) öğretmenlerin farklı müdahale şekillerini bilmesinden bahsederken özellikle stratejik müdahalelerin önemi üzerinde durmaktadırlar. Örneğin, Blum (2011) modelleme uygulamalarında, stratejik müdahalelerin en gerekli müdahale biçimi olduğuna dikkat çekmektedir.

Öğretmenlerin stratejik müdahaleleri için şu örnekleri vermiştir: "Gerçek durumu net bir şekilde hayal edin", "Bir şekil çiz!". "Neyi hedefliyorsun!", "Ne kadar uzaktasın!", "Hala eksik olan nedir?", "Bu sonuç gerçek yaşam durumuna uygun mu?" (Blum, 2011). Antonius ve ark. (2007) ise öğretmenin aşağıda sunulan stratejik soruları sormasının öneminden bahsetmektedir.

Üst bilişi harekete geçiren sorular: "Ne denedin?", "Ne buldun?", "Bundan sonra ne deneceksin?", "Bu sana ne söylüyor?".

Belirli stratejilere odaklanan bazı sorular: "Bazı özel durumlara baktın mı?", "Bir örüntü gördün mü?". "Onu farklı bir yoldan gösterirsen sana yardımcı olabilir!", "Bunu başka bir yöntem kullanarak kontrol etmeyi denediniz mi?".

Çok az detaylı rehberlik: "Bu iki karenin farkı değil mi?", "Neden doğrusal regresyonu denemiyorsunuz?"

Modelleme uygulamalarında, öğretmen öğrencilerin düşünme şekillerini dinlemeli, anlayabilmeli, yorumlayabilmeli ve farklı çözüm yollarına teşvik etmelidir.

Öğretmenlerin uygulamalarda sıklıkla yaptığı hatalı müdahalelerden bir tanesi öğrencilerin doğru cevaplarını "evet doğru yoldasınız" şeklinde onaylamaları veya yanlış cevaplarını "yanlış yapıyorsunuz" şeklinde belirtmeleridir. Öğretmen öğrencinin yanlışını farkına vardığında "Neden böyle düşünüyorsun? Bu sonuca nasıl ulaştın?" gibi "neden ve nasıl" içeren öğrencileri düşünmeye yönlendiren sorular sormalıdır (Erbaş ve ark., 2016).

Diğer taraftan, öğrenciler genellikle ilk birkaç modelleme etkinliğinin uygulanmasında öğretmenlerinden yardım isterler. Bu durumda öğretmenlerin öğrencilere cevap vermeyi reddetmesi zordur çünkü öğrenciler problemi nasıl çözeceklerini söylemesi için öğretmeni kendilerine çekmeye çalışırlar.

Öğretmen öğrencilere ilk başta ilkel düşüncelerle başlamalarının normal olduğu ve birlikte çalışmaya devam ettikçe daha kararlı ve etkili fikirlerinin gelişeceği yönünde güven vermelidir. Eğer öğrenciler ne yapacakları hakkında açıklama isterlerse, öğretmen öğrencilerden problem durumuna dönmelerini isteyebilir (Zawojewski ve ark, 2003).

Modelleme sürecinde öğrencilerin bağımsız çalışmalarını ve çözümle ilgili kararları kendilerinin almalarını sağlamak, öğrencileri belli bir çözüm yoluna yönlendirmemek önemlidir (Erbaş ve ark., 2016). Bu sebeple, öğretim ve öğrenimin amacına ulaşabilmesi için matematiksel modelleme etkinliklerinin sınıf içi uygulamalarında öğretmen müdahaleleri oldukça fazla önem taşımaktadır.