

MATEMATİK EĞİTİMİ ve ÖLÇÜLMESİ

Aysun Umay*

ÖZET:

Matematik ve matematiksel düşünme, günlük yaşamda kapladığı büyük yere karşın dünyanın her yerinde "zor" kabul edilir ve öğretiminde genellikle güçlük çekilir. Matematikğin zorluğu yapısından olduğu kadar ona karşı geliştirilen önyargı ve korkudan da kaynaklanmaktadır. Son yıllarda yapılan araştırmalar, matematik öğretimine yeni bir yaklaşımla matematikteki başarının arttırılabildiğini göstermektedir. Öğrenciyi merkeze alan, onların düşüncelerini korkusuzca söyleyebildiği esnek ve rahat bir ortamda yapılan, herkesin kendi düşünme stratejisini geliştirebilmesine olanak veren ve daha okula ilk geldiği günden başlayarak günlük yaşamla bağları iyi kurulan bir matematik eğitimi anlayışının, önyargıları aşarak matematiksel düşünebilen ve problem çözen bireyler yetişmesine katkıda bulunması beklenmektedir. Matematik öğretiminin iyileştirilmesi toplumun tümünü yakından etkileyecektir.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Matematiksel düşünme; Matematik eğitimi; Matematikte ölçme.

ABSTRACT:

Although mathematics and mathematical thinking have important place in daily life, people usually accept it as a difficult subject and a thinking process. Besides teachers come accrose with some difficulties while teaching it. The difficulty of the maths depends on its content as well as the bias and fear towards maths. The recent researches show that the achievement would be increased with a new approach in maths teaching. It is expected that student centered new mathematics teaching approach, which gives the opportunity students to express their opinions easily, enables students to improve their thinking strategies and provides students to connect relation between mathematics and daily life from the first day of the school, contribute to train students as mathematical thinking and problem solving people in spite of its bias. The improvement in maths teaching will directly effect the society as a whole.

KEY WORDS: Mathematical thinking; Maths taeching; Measurement in math.

1. GİRİŞ

Günlük yaşamdaki matematikten söz edildiğinde çoğumuz, gideceğimiz yere vaktinde varabilmek için sabah kaçta kalkmamız gerektiğini hesaplamakla başlayan ve gün boyu evde, yolda, alışverişte, TV izlerken süren dört işlemlilik hesaplamaları ya da sayma

işlemlerini anlarız. Oysa yaşamımızdaki matematik yalnızca bunlardan oluşmaz.

Sayılar olmadan düşünürken de günün önemli bir bölümünde matematik kullanıyor olabiliriz. Bir sorunu çözerken elimizde olanları sıralar, bunlardan yola çıkarak çözümler üretir, bulduklarımızın sonuçlarını irdeler, sonuca en kısa yoldan ulaşmaya çalışırız. Kuşkusuz her düşünme matematiksel değildir, ama sorun çözmeye matematiksel düşünmenin katkısı da yadsınmaz.

Yaşamda önemli bir yer tutan matematiğe karşı geliştirilen önyargı ve korku yalnız ülkemize özgü değildir. Bu durum biraz da matematiğin doğasından kaynaklanıyor. Diğer ülkelerdeki eğitimciler ve matematikçiler de matematiği sevdirmenin, matematik öğretiminin daha cazip hale getirmenin yollarını arıyor. Ülkemizde verilen matematik eğitiminin sorunları ise matematiğin yapısının ötesinde okullarımızdaki matematik öğretiminin özelliklerinden kaynaklanıyor. Özellikle yaşamdan kopuk ve kuru biçimde yapılan öğretim, ölçmede kullanılan klişe yaklaşımlar öğrencilerin başarısında istenen düzeye ulaşılmasını engelliyor, daha da önemlisi, matematiğe karşı önyargılı bireyler yetişmesine neden oluyor.

Toplumun geleceği olan çocuklarımıza ve gençlerimize nasıl bir matematik eğitimi vermeliyiz ki bu sakıncalar en aza indirilebilsin? Nasıl davranmalıyız ki problem çözmekten korkmayan, sorunlara yepyeni, yaratıcı çözümler düşünebilen bir nesil yetiştirebileyim? Bu yazı, bu ve benzeri sorulara yanıt aramayı amaçlamaktadır.

2. MATEMATİK NEDİR?

Matematik, insan tarafından zihinsel olarak yaratılan bir sistemdir. Bu sistem yapılardan ve ilişkilerden oluşur. Matematiksel bağıntılar, yapılar arasındaki ilişkilerdir ve yapıları birbirine bağlar [1].

Adının "matematik" olduğu bilinmese de bu bağıntılar herkes tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır. Öyle ki hayatında hiç okula gitmemiş olan herkes 4 kişilik hazırlanmış bir sofraya oturmak için 4 sandalye gerektiğini ya da kapının önünde 10 ayakkabı gördüğünde içerde 5 kişinin bulunduğunu bilir. Hughes, çocukların matematikteki per-

* Yard. Doç. Dr. Aysun Umay, Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Bölümü, Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Anabilim Dalı. Öğretim Üyesi.

formanslarını incelediği araştırmasında, sayıları küçük tutmak koşuluyla üç yaşındaki çocukların bile kendilerine anlamlı gelecek bir kapsamda basit problemlerdeki toplama ve çıkarma işlemlerini yapabildiklerini belirlemiştir [2].

İnsanlar matematiği okuma-yazmayı bilmeden, anadilini öğrendiği gibi sezgileriyle öğrenir. Nasıl konuşurken sözcükleri ardarda belli kurallar ve yapılarla uygun olarak sıralıyorsak düşünürken de matematiksel pek çok kavram ve teknikleri kullanarak bir düşünme zinciri oluşturabilir, problemlerimize çözümler üretebiliriz. Sayılar ve işlemler aynı dildeki harfler ve dilbilgisi kurallarına benzer. Bizler matematiği alır ve amacımıza uygun şekilde kullanırız.

Negatif sayılar, karekök işlemleri, daha sonra negatif bir sayının karekökünün alınması gereksinimiyle doğan ve gerçek yaşamda karşılaşma şansımız olmayan karmaşık sayılar... Bu türlü soyutlamalar sonuçta bizi, "Matematiksel gerçek nedir?" sorusuna yöneltmektedir.

Matematiksel gerçekliğin fizik ya da tarih gibi "olgusal" değil, (kendi içinde tutarlı olmakla birlikte) "tanımsal" olduğu söylenebilir. Bir örnek vermek gerekirse, "yerçekimi yasası bilinmese de bir taş havada bırakıldığında yere düşer", oysa "bir üçgenin iç açıları toplamı 180° dir" gerçeği ancak üçgen, derece ve toplama kavramları ile bir anlam kazanır.

Tanımsal da olsa matematiksel gerçekler, en az fiziksel gerçekler kadar "gerçekçi"dir, çünkü matematiksel objeler çok daha göründükleri gibidir. Bir iskemle hiç de görüldüğü gibi olmayabilir, üzerinde düşünüldüğünde duyulardan kaynaklanan bir sis içinde bir ölçüde netliğini kaybedebilir, oysa 317 sayısı asaldır ve bunun duyularla bir ilgisi yoktur [3].

Matematik soyuttur. Özellikle küçük yaşlarda öğretimine somut deneyim ve işlemlerden de başlansa, "zihinsel bir sistem" olarak soyut düşünmeye yöneliktir. Başlangıçta simgesel gösterimler kullanılmadan da matematik yapılabilir, ancak simgeleştirme soyutlamayı kolaylaştırır ve ileri matematik için vazgeçilmezdir. Özellikle okula yeni başlayan çocukların evlerinde öğrendikleri anadille okuma yazmayı öğrenmeleri gibi, matematiği de simgeleştirmeyi öğrenmeleri gerekir. Sayı soyuttur ama sayılabilir nesnel somuttur. Küçük yaşlarda günlük yaşamdan örneklerle soyut-somut ilişkisinin kavratılması matematiğe karşı duyulan korkunun azaltılmasında büyük önem taşır. Bu noktada karşımıza bir ikilem çıkmaktadır: Soyut düşünmenin somutlaştırılması matematik öğretmeyi kolaylaştırır, ancak matematikten uzaklaştırır. Matematiğin ve matematik öğretiminin zorluğu da buradan kaynaklanmaktadır.

3. MATEMATİKSEL DÜŞÜNME NEDİR?

Dünyanın her yerinde matematik, diğer derslere göre "zor" kabul edilir. Herkes çalışarak ve bol alıştırtma yaparak matematikteki başarısını bir noktaya kadar artırabilir ancak yine de kapasitesinin fazla üzerine çıkamaz. Ünlü matematikçi Poincare "Matematiksel Yaratma" adlı makalesinde "Biliyoruz ki, gizli uyum ve ilişkileri yakalamamıza yol açan matematiksel düzene ilişkin bu duygu ya da sezgi herkeste yoktur." diyor [4]. Herkes büyük bir matematikçi olamayabilir, ama yine de matematik, yaşamımızın önemli bir parçası olduğuna göre hepimiz matematiksel kapasitemizi olabildiğince arttırmaya çalışmalı ve belki de en önemlisi çocuklara küçük yaşta matematiksel düşünmeyi öğretmeliyiz.

Matematiksel düşünmeyi diğer düşünelerden ayıran bazı temel farklar vardır. Bunların başında matematiksel düşünmede önemli olanın "sonuç" olması gelir. Aynı sonuca giden çözüm yollarından "en iyisi" matematikçiler için "en kısa" olanıdır. Matematiksel düşünme yine diğerlerinden farklı olarak "kesinlik" ister. Tanımlanan gerçekler içinde doğru, "kesin ve tek"tir, esneklik kaldırmaz. Kişiyeye ve konuma göre değişen, kimi zaman birbiri ile çeliştiği halde birden çok olan doğrular olamaz. O halde, sosyal olayların değerlendirilmesinde kullanılırken ihtiyatlı olunması gerekir. Kısaca, matematiksel düşünme her şey demek değildir ama yine de her türlü problem çözümünde sağlam bir bakış açısı, objektif bir yaklaşım sağlar.

4. MATEMATİK EĞİTİMİ NASIL OLMALIDIR?

Matematikle uğraşanlar şu gerçeği bilirler, bir problemi çözerken ya da bir ispat yapmaya çalışırken Poincare'nin sözünü ettiği duygu ya da sezgi aynı kişiler için bile her zaman, aynı biçimde oluşmaz. Kimi zaman üzerinde saatlerce düşünülen ve bir türlü yakalanamayan "çözümün sezildiği o an", daha sonra yeniden baktığımızda kolayca karşımıza çıkabilir. (Hatta çoğu zaman çözümünü daha önce neden bir türlü görmediğimize şaşır kalırız.)

Çözümün sezildiği anın nasıl oluştuğu kimse tarafından tam olarak bilinmiyor. Çeşitli bilim adamları problem çözme sürecini farklı sayıda basamaklara da ayırsalar bütün aşamalandırmaların ortak noktası, ilk aşamanın "verilenlerin saptanması ve sembolize edilmesi", onu izleyen aşamanın "çözüm yolunun tahmin edilmesi (sezilmesi)" ve son aşamanın "çözümün yapılarak sonuca ulaşılması" biçiminde olmasıdır. Problem çözmeyi asıl zor yapan bu ikinci aşamadır.

Matematikte başarıyı arttırmak için geliştirilebilecek öneriler içinde akla ilk gelenler "bilgi donanımını arttırmak" ve "bol alıştırtma yaparmak" olabilir. Bu önerilerin başarıya katkısı yadsınamaz,

ama yine de problem çözerken asıl zor olan "çözümü sezmek" ise daha fazlasına gereksinim olduğu açıktır.

Bir problemi çözerken nasıl düşünüldüğü, çözümün nasıl "görüldüğü" bilinmeden bunun öğretimi nasıl yapılabilir? Bunu öğrenmenin en basit yolu, çözümü sezenlere bu işi nasıl yaptıklarını ve nasıl düşündüklerini anlattırabilir.

Yapılan araştırmalar, insanların zihinlerinin farklı biçimde çalıştığını, aynı problemi çözen farklı kişilerce, farklı biçimlerde çözümler üretilebildiğini gösteriyor. Bir örnek vermek gerekirse, "Öğrencilerin Matematikle İlgili Nasıl Düşündüğü Bilgisinin Kullanımı" adlı makalede, öğretmen ve dört öğrencisi arasında geçen şöyle bir olay anlatılıyor [5] :

Öğretmen: 6 kurbağa bir zambağın dibinde oturuyordu. Onlara 8 tane daha katıldı, Acaba orada kaç kurbağa oldu?

Rudi, Denise, Theo, Sandra (Hep birlikte): 14 tane

Öğretmen: Evet, nasıl bildiniz?

Rudy: Çünkü 6 ve 6 , 12 dir. 2 fazlası 14 eder.

Denise: 8 ve 8 , 16 eder. Ama bizimki 6 ve 8, onun için 2 eksiği 14 eder.

Theo: 8'in birini 6'ya verdim, o zaman 7 ve 7 etti. O da 14 oldu.

Sandra: 8 ve 2, 10 eder, 4 fazlası 14 eder.

Aynı sonuca ulaşırken verilen yanıtlar bu kadar farklı olabildiğine göre, acaba daha etkili bir matematik öğretiminde başarının sırrı "herkesin özgürce düşünmesini sağlamak ve kendi çözüm stratejilerini geliştirmesine yardımcı olmak" olabilir mi?

Hughes, "Bugünkü ilkököl eğitiminin önemli bir özelliği, çocukların okula başlarken beraberlerinde getirdikleri öğrenmelere yönelik yapılanmalara doğru artan bir eğilim gösteriyor olmasıdır." diyor [6]. Atkinson, sınıf öğretmenleriyle işbirliği içinde yazdığı kitabında, okula başlayan çocuklara daha önce yaşayarak öğrendikleri matematik ve tamamen kendilerinin geliştirdikleri problem çözme stratejilerini kullanma olanağı verildiğinde, çocukların matematiğe karşı daha yaratıcı, belki de en önemlisi, sıcak ve korkusuz biçimde yaklaşıtlarını anlatıyor [7].

Peterson ve arkadaşları, 1986-87 yıllarında İngiltere'de yapılan bir araştırmanın aktarıldığı sözü edilen makalede [5], yapmış oldukları deneysel çalışmayı aktarıyorlar. Yapılan çalışmada, "çocukların nasıl düşündükleri ve çözüm stratejileri geliştirdikleri" ko-

nusunda bilgilendirilen deney grubu öğretmenlerinin, kendilerine söylenmediği halde sınıfta dersi işlerken daha sık problem sordukları ve öğrencilerinden problemleri tek bir stratejiyle çözmesi yerine çoklu çözümleri daha çok beklemedikleri, derse başlarken sıklıkla problem bazında öyküler kullandıkları saptanıyor. Herhangi bir ön çalışma yapılmayan kontrol grubu öğretmenlerinin ise dersleri sırasında çarpım tablolarının öğretilmesine ve hesaplamalara daha fazla yer ayırdıklarını gözlüyorlar. Sonuçta öğrencilerin başarıları arasındaki her açıdan anlamlı farklar bulunuyor. Hatta, çarpım tablolarının ezberlenmesini beklemeyen deney grubu öğretmenlerinin sınıflarındaki öğrencilerin, çarpım tablosunu bile daha iyi anımsadıkları anlaşılıyor.

Yazarlar yapmış oldukları araştırma sonucunda ulaştıkları üç temel noktanın altını çiziyorlar: Birincisi, var olan bilgi temelinde çocukların sınıfta matematik öğrenirkenki psikolojileri dikkate alınmalıdır. İkincisi, sanıldığına aksine her tecrübeli öğretmen bunu bilmez. Üçüncüsü, eğer öğretmenlere bunun için gerekli girdiler verilirse öğrencilerin sınıfta matematiği nasıl öğrendiklerini daha iyi anlayabilir ve sınıftaki öğretimi iyileştirebilirler.

5. MATEMATİKTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Bishop, zamanla matematik dersinin hedefleri ve öğretim yöntemlerinde bazı önemli değişiklikler olmasına karşın değerlendirme yöntemlerinin aynı kaldığını belirtir. Hatta daha da ileri giderek "Eğer son sınavda karşılaşılan her sorunun tek bir doğru yanıtı varsa o zaman öğrencilere matematikte yaratıcı olmayı öğretmeye çalışmanın değeri nedir?" diye sorar [8]. Burada bir noktaya dikkati çekmek gerekirse, daha önce de belirtildiği gibi, matematiksel düşünmenin diğer düşünmelerden önemli bir farkı "sonucun kesin ve tek olması" olduğuna göre, burada sözü edilen matematiksel yaratıcılığın "aynı sonuca ulaşmak için geliştirilecek farklı yaratıcı yaklaşımlar" anlamını taşıdığı düşünülmelidir.

Ölçmenin en yaygın tanımı, "bir niteliğin gözlenip, gözlem sonuçlarının sayılarla veya başka sembollerle gösterilmesidir" biçimindedir [9]. Aslında bu tanım göz önüne alındığında, öğretim teknik ve yöntemlerindeki değişikliğin, ölçme teknik ve yöntemlerinde de değişiklik gerekmesine neden olması beklenmemelidir. Çünkü öğretim hangi yolla yapılırsa yapılsın, sonuçta ölçülmesi beklenen nitelik aynıdır: Başarı. Yine de değerlendirmenin öğrenciler için aynı zamanda bir motivasyon kaynağı olduğu göz önüne alınırsa problem çözerken gösterilen orijinal ve yaratıcı davranışların, ya da Bishop'ın söylediği gibi matematiksel yaratıcılığın ölçülmesi ve bir unsur olarak değerlendirmeye katılması büyük önem taşır.

Matematikte başanın ölçülmesinde açık uçlu sorular kadar çoktan seçmeli testler de kullanılmaktadır. Çeldiricilerin her biri öğrencilerin yaptığı en yaygın hatalara göre oluşturulduğunda çoktan seçmeli testlerle ölçme yapmanın önemli bir sakıncası görülmemektedir. Tersine, çoktan seçmeli testler ölçme için kullanılan aracın güçlük düzeyi, ayrıncılık gücü ya da geçerlik, güvenilirlik gibi psikometrik özelliklerini inceleme olanağı verdiğinden büyük yarar sağlar. Yine de bu yolla, öğrencilerin düşünme sürecini izleme ve çözüm yolunun orijinalliğini gözleme olanağı yoktur.

Özellikle problem çözerken kullanılan problemlerin niteliğinde çözüm yollarının çeşitliliği ya da orijinal yaklaşımlara olanak sağlaması açısından bir fark var mıdır? Farklı yaklaşımlarla çözülebilen her problem öğrenci yaklaşımlarındaki yaratıcılığın ölçülmesinde kullanılabilir mi? Bu ve benzeri sorular araştırılması gereken sorular olarak karşımıza çıkmaktadır. (Bu soruların da yanıtlarını aramakta olan bir araştırmacı halen yazar tarafından yürütülmektedir.)

Matematik başansının ölçülmesinde dikkatle üzerinde durulması gereken bir durum, en az bilişsel boyut kadar etkili olan sınavın duyuşsal boyutu ile ilgilidir. Matematiğe karşı duyulan yaygın korku, ölçme işlemi büyük ölçüde etkilemekte ve geçerliğin düşmesine neden olmaktadır. Bu noktada sınav aracı ve sınav aracını hazırlayanın yaratıcılığı önem kazanmaktadır. Soru olarak iyi ve yeni problemler üretmeyenler, daha önceden üretilmiş olan problemlerin (hatta kimi zaman yalnızca sayılarını değiştirerek) benzerlerini üretmek öğrenciyi "kalıp" ezberlemeye iterler. Öğrencilerin strese sokulmadan, yaratıcı yaklaşımlarını da sergileyebilecekleri rahat ve huzurlu bir ortamda sınava alınması günümüzde yaşanmakta olan sorunların en aza indirilmesinde etkili olabilir.

6. SONUÇ

Matematik eğitiminin nasıl olması gerektiği tartışılırken, yeni bir bakış açısı, yeni bir yaklaşıma gereksinim duyuyoruz. Öğrenciyi merkeze alan ve onun özgürlüklerini kısıtlamayan, tam tersine geliştirmesine yardımcı olan bir eğitim sistemine gereksinim duyan alanların başında belki de "matematik" geliyor. Çağına ayak uydurabilen, bilimsel düşünen, yaratıcı bireyler yetiştirmek için işe, ilkokuldan başlayarak matematik öğretimindeki yaklaşımımızı değiştirmekle başlayabiliriz. Sonuçta aşağıdakiler, yeni bir yaklaşımın ana hatları olarak önerilmektedir.

6.1. Amaç, öğrencinin geliştirilmesi olduğuna göre, herşeyden önce eğitimin temelinde öğrencinin olması sağlanmalıdır. Öğretmen çocuğun düşünmesini sağlayamaz, en çok düşünmesine yardımcı olabilir. Öğretmenin sınıftaki rolü, öğrenciyi kendine uydurup belirli kalıplar içinde düşünmeye zorlamak değil, onun daha rahat ve iyi düşünebilmesini sağlamak için aracı olmak olmalıdır. Öğrencinin, öğretmenin aklındakileri keşfetmeye çalışması yerine, öğretmenin, öğrencinin düşüncelerini anlamaya çalışması daha doğru olur.

6.2. Öğrenci esnek, huzurlu ve renkli bir ortamda, düşüncelerini korkusuzca söyleyebilmelidir. Eğer sınıfta rahatça konuşma ortamı sağlanırsa, diğer arkadaşlarının da kendisi gibi hata yaptıklarını görmek öğrenciyi rahatlatarak, canlı, eğlenceli ve hareketli bir ortamda, matematiğe karşı olan önyargılar azalacaktır. Böyle bir ortamda daha fazla sayıda çözüm önerisi ve yaratıcı yaklaşım çıkması hiç de şaşırtıcı olmaz. Kendi yol ve yöntemlerini geliştirmek konusunda yüreklendirilmiş olan öğrenciler birbirlerine matematiksel düşünmeyi çok daha iyi öğretebilirler. Bu ortam, ölçme yapmak için de idealdir. Öğretmen tarafından tutulan günlük raporlar, verilen günlük notlar öğrenci başansını daha sağlıklı izleme olanağı sağlar.

6.3. Doğru yaklaşımlar kadar yapılan yanlışların da değerli olduğu unutulmamalıdır. Yanlışlar ve neden yanlış olduklarının öğrenilmesi eğitimin önemli bir parçasıdır. Yapılan hataların yakalanmasının en kestirme yolu öğrencinin izlediği çözüm yolunu anlatmasını sağlamak, kurduğu mantığı anlamaya çalışmaktır. Bu yaklaşım öğretmene öğrencilerinin düşünme stratejilerini saptama olanağı da verecektir.

6.4. Eğitim bir süreçtir ve okul bittiğinde kesilmez. Eğitim evde, yolda, okulda, günün her saatinde devam eder. Günlük yaşamda karşılaşılan bir soru öğrenciyi bir anda okulda öğrendiklerine götürür. Zaten olması gereken de budur. Ancak, okulda kullanılan notasyonlar ve "matematik dili"nin yaşamla bağlantısı iyi kurulmamışsa gerekli ilişki sağlanamaz ve matematik yaşamdan kopar. Okullarda kullanılan dilin ve örneklerin günlük yaşamdan alınması bu açıdan büyük önem taşır.

6.5. Matematikte ezberle yer olmamalıdır. Herkes matematiğin Tarih, Coğrafya gibi ezberlenemeyeceğini söyler, ancak matematik öğretiminde "ezber" unsuruna hiç de azımsanmayacak bir yer ayırırız. Tablolar halinde bulunabilecek bil-

giler ya da hesap makinesiyle yapılabilecek karışık işlemleri çabucak yapabilenler "matematiği kuvvetli" olarak sunulurlar. Oysa daha önce de sözü edildiği gibi, anlamını kavrayarak öğrenilen bilgiler, "ezber" niteliğinde bile olsa çok daha rahat anımsanabilmektedir. Ezberlenecek formüller, kurallar, çarpım tabloları sınıflara asıldığında birçok öğrenci kısa bir süre sonra artık onlara bakmak gereksinimi duymamaktadır.

KAYNAKÇA

- [1] Baykul, Yaşar. (1995) *İlköğretimde Matematik Öğretimi*. Ankara: Pe-gem. s. 27
- [2] Atkinson, Sue. (1992) *Mathematics With Reason : The Emergent Approach to Primary Maths*. London: Hodder and Stoughton. s.16
- [3] Hardy, G.H. (1993) *Bir Matematikçinin Savunması*. Ankara : Tübitak Popüler Bilim Kitapları Dizisi:3. s.100
- [4] Yıldırım, Cemal. (1988) *Matematiksel Düşünme*. İstanbul: Remzi Kitabevi. s.242
- [5] Peterson, F., E. Fennema and T. Carpenter. (1989). "Using Knowledge of How Students Think About Mathematics". *Educational Leadership*. December 1988/January 1989 : 43
- [6] Atkinson, Sue. (1992) *Mathematics with Reason : The Emergent Approach to Primary Maths*. London: Hodder and Stoughton. s.8
- [7] Atkinson, Sue. (1992) *Mathematics with Reason : The Emergent Approach to Primary Maths*. London: Hodder and Stoughton.
- [8] Dunn, James. (1975) "Tests of Creativity in Mathematics", *Int. J. Math. Educ. Sci. Technol.* 6 : 330
- [9] Turgut, Fuat. (1977) *Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Metotları*. Ankara: Nüve Matbaası. s.11