

## PLAZMA KAVRAMINA DAİR...

*Ferhat Bülbül*

*Atatürk Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Erzurum*

### Özet

*Maddenin halleri genel olarak ilköğretimde ve hatta ortaöğretimde katı, sıvı ve gaz olmak üzere hala üç halde anlatılmaktadır. Fizik, kimya ve mühendislik alanlarında yükseköğretim yapan öğrencilere dahi, maddenin dördüncü hali olan plazma kavramından nerdeyse hiç değinilmemekte, değinilse dahi bu kavramı anlatmada güçlükler yaşanmaktadır. Bu çalışmada, davranışsal yaklaşıma göre, bilhassa yükseköğretim öğrencilerine; bilişsel yaklaşıma göre de özellikle ilköğretim öğrencilerine maddenin halleri ve plazma kavramını en basit ve en etkili anlatmaya yönelik bazı görüşler sunulmuştur.*

*Anahtar kelimeler: Maddenin halleri, plazma, davranışsal yaklaşım, bilişsel yaklaşım*

## RELATING TO PLASMA CONCEPT

### Abstract

*The states of matter are still told as three states which are generally solid, liquid and gas in primary education, secondary education, even higher education. It is almost no touched on "plasma" concept even to higher education students training at physics, chemistry and engineering areas, and even if so, it is haven a difficult in terms of teaching of its. In this study, the some considerations indented for telling the most simply and the most effectively of the states of matter and "plasma" notion to specially high school students based on behavioral approach and to especially primary school students according to cognitive approach are offered.*

*Keywords: The states of matter, plasma, behavioral approach, cognitive approach*

### 1. Giriş

Maddenin halleri genel olarak ilköğretimde ve hatta ortaöğretimde katı, sıvı ve gaz olmak üzere hala üç halde anlatılmaktadır. Fizik, kimya ve mühendislik alanlarında yükseköğretim yapan öğrencilere dahi, maddenin dördüncü hali olan plazma kavramından nerdeyse hiç değinilmemekte, değinilse dahi bu kavramı anlatmada güçlükler yaşanmaktadır. Bu çalışmada, davranışsal yaklaşıma göre, bilhassa yükseköğretim öğrencilerine; bilişsel yaklaşıma göre de özellikle ilköğretim öğrencilerine maddenin

halleri ve plazma kavramını en basit ve en etkili anlatmaya yönelik bazı görüşler sunulmuştur. Bu görüşlerin yüksek öğrenimle olan bölümleri, mühendislik öğrencilerine (kimya ve makine mühendisliği) uygulanmış ve yazılı ve sözlü sınavlarda yüksek başarı elde edilmiştir.

## **Davranışsal yaklaşıma göre**

### **Hedefler**

**a) Genel hedef:** Maddenin farklı hallere geçiş süreçlerini daha iyi kavrayacaklar plazmanın iletken olduğunu öğrenecekler, doğada bulunan plazma haline örnekler verilerek öğrencilerin kâinata daha da geniş bir açıdan bakmaları sağlanacak, malzeme dersi bilgilerinin tekrarlanarak pekiştirilecek

**b) Özel hedefler:** Üniversite düzeyindeki öğrenciler, plazmanın maddenin dördüncü hali olduğunu ve maddelerin hal dönüşümünde enerjinin etkin olduğunu öğrenecekler

**Mevcut kaynaklar, araç ve gereçler:** Demir, çelik, demir-karbon denge diyagramı, buz, su, argon gazı, kaplama sistemi, tabiattaki olaylar, sınıf ortamı

**Öğretim yöntemi:** Programlı eğitimden olan Skinner'in "Doğrusal Programlı Eğitim"dir. Pessey tarafından geliştirilen programlı eğitim Skinner tarafından yaygınlaştırılmıştır. Guthrie'cilere göre programlı öğretim, her bir adımda öğrencilerin doğru tepkiler vermesini sağladığı için etkilidir [1].

**Küçük adımlar:** Maddenin halleri sırasıyla katı, sıvı, gaz ve plazma olmak üzere ayrı ayrı adımlarda örnekler verilerek anlatılacak. Yalnız öğrencinin "plazma" kelimesini duyduğunda yabancı bir kelime olması nedeniyle öğrenmekte çok güçlük çekerim düşüncesiyle hareket edebileceği düşünülerek, konunun basitleştirilmesi ve öğrencinin derse kendini daha yakın hissetmesi için, maddenin dört halinin olduğunu çok eski devirlerde dahi felsefecilerin ifade ettiği ve onlara göre "kâinat dört unsurdan oluşur: toprak, su, hava, ateş" cümlesinden hareketle toprağın katı hali, suyun sıvı hali, havanın gaz hali ve ateşin "plazma"yı temsil ettiği ve "plazma" kelimesinin son elli yıl içerisinde kullanılan yeni bir kelime olduğu söylenerek, konunun öğrenciler tarafından daha rahat algılanmaları ve derse daha kolay adapte olmaları sağlanacak.

—**Katı hal:** Katıda atomların sıkı bir şekilde dizildikleri, düzenli bir şekilde yani yapı içerisinde 3 boyutlu bir geometrik düzen oluşturarak istifleniyorlarsa bunlara "kristal katılar" denildiği ve bu kristal yapıların çoğunu genellikle metallerin içerdiği belirtilecek. Bu kristal yapıya oda sıcaklığında HMK (hacim merkezli kübik) kristal düzenindeki demir metali verilecek. Atomların düzenli bir şekilde dizilmediği ve gelişigüzel bir şekilde dağıldığı yapılara da düzensiz (amorfl) katılar olarak tanımlandığı ifade edilecek. Bu yapıya örnek olarak da polimer malzemelerden naylon verilecek. Katı dendiği zaman kristal ve amorf kavramlarının akla gelmesi gerektiği özellikle vurgulanacak.

—**Sıvı hal:** Katının almış olduğu enerji ile sıkı dizilen atomlarının birbirlerinden uzaklaştıkları ve maddede oluşan bu hale de “sıvı hal” dendiği ve bu süreçle ilgili olarak buzun eriyerek su haline geçmesi verilecek. Yine bu bilgi demir-karbon diyagramında düşük karbonlu çeliğin yaklaşık 1500°C’nin üzerinde sıvı hale geçtiği gösterilecek ve sıcaklığın bu değere gelinceye kadar demirde farklı kristal yapıların ve fazların ( $\alpha$ -hacim merkezli kübik,  $\gamma$ -yüzey merkezli kübik,  $\delta$ -hacim merkezli kübik, sıvı) oluştuğuna dikkat çekilecek. Dolayısıyla ısı enerjisinin hallerin dönüşümünde ne kadar etkili olduğu bir kez daha dile getirilmiş olacak. Sıvı dendiği zaman önce moleküler yapı kavramının akla gelmesi gerektiği özellikle vurgulanacak.

—**Gaz hali:** Sıvı halde bulunan bir sıvının enerji alması ile atomlarının birbirlerinden daha da uzaklaşmasının söz konusu olduğu ve bu olayın sonucunda ortaya çıkan hale de “gaz hali” dendiği ifade edilecek. Gaz haline kaplama sisteminde kullanılan argon gazı verilecek. Gaz dendiği zaman önce atomik yapı kavramının akla gelmesi gerektiği özellikle vurgulanacak.

—**Plazma hali:** Atomik halde bulunan gaza biraz daha enerji alması ile mevcut gaz atomlarının son yörüngesindeki elektronları bıraktıkları, elektronlarını kaybetme olayına da (+) iyon haline geçme olduğu, oluşan bu hale de “plazma” dendiği ifade edilecek. Kısaca plazmanın iyonize olmuş gaz olduğu belirtilecek. Plazma ortamı içerisinde (+) yüklü iyonların, (-) yüklü elektronların, nötr gaz atomlarının, fotonların ve bilinmeyen kozmik parçacıkların var olduğu bir fiziksel karışım olduğu ifade edilerek, bir örnek çalışma yapılarak öğrencilerin plazma halini görmesi sağlanacak. Bunun için bir kaplama sistemi kullanılacak. Plazmanın oluşturulması için 3. halden yani gaz halinden başlanacağı belirtilerek, kaplama sistemi vakumlanıp içerisine argon gazı gönderilecek. Kaplama sisteminde anot ve katot kutupları arasından bir elektrik enerjisi geçirilerek nötr haldeki argon gazı iyonize edilecek ve bu esnada öğrenciler plazmanın varlığını oluşan mor renkli atmosferden anlayacaklar. Plazmanın iletken olduğunu ve bu iletken sayesinde de katı malzeme yüzeylerine atomik seviyede kaplama yapmamızı sağladığı belirtilecek ve gösterilecek. Yine plazmaya örnek olarak güneş, yıldırım ve ateş örnekleri verilecek.

**Açık Tepki-Anında geri bildirim ve bireysel hız:** Her bir adımdan sonra öğrencinin öğrenmesi gereken bilgi sinanacak ve doğru yanıtlar pekiştirilirken, yanlış yanıtlar anında geri bildirimle düzeltilen. Tüm madde halleri dikkate alınarak ders anlatılırken verilen örneklerle birlikte öğrencilere de bu haller için örnekler verilmesi istenecek ya da sınıf ortamında veya laboratuvarında bulunan maddeler karışık olarak gösterilerek işaret edilen maddenin hangi halde olduğu sorulacak. Öğrenciler tarafından doğru olarak verilen cevaplar “afetin” ya da öğretmenin ön gördüğü farklı bir kelime ile onaylanarak **pekiştirilecek**. Yanlış verilen cevaplar ise öğretmenin tarafından cevap vermeme şeklinde ve yanlış cevapların neden yanlış olduğu ya öğrenciye sorulacak ya öğrenciye neden yanlış olduğunu düşünmesi ve daha sonra araştırması için zaman tanınacak (yani **öğrencinin bireysel hızı** dikkate alınacak) ya da öğretmenin bizzat kendisi tarafından açıklanacak yani **geri bildirimle** düzeltilen (olumsuz pekiştirme yoluna gidilecek) (2).

Yine, öğrencilere madde halleri hakkında sorulan sorular karşısında, söz istemeden ya da söz verilmeden gelişigüzel ve sesli bir şekilde örnek tahmini yapan öğrencilere söz verilmemesi, duymazlıktan gelme ve bu olumsuz davranışı sergilemeyen diğer öğrencilere söz hakkı tanıyarak ve bu öğrencilere ödüllendirici sözler sarfederek, bu olumsuz davranışların sıklığını azaltma yoluna gidilecek, yani “**rakip davranışların pekiştirilmesi**” ve “**davranışı söndürme**” gibi yöntemlerle öğrenci davranışları kontrol edilip biçimlendirilecek. Söndürme yöntemi uygulanırken Clarizio’nun **model gösterme** ve **sosyal pekiştirmelerle** birlikte kullanımı önerilmektedir. Çizelge 1’de davranışsal yaklaşım ışığında, sınıf ya da laboratuvar ortamında öğrenci ile öğretmenin nasıl bir etkileşime gireceğine dair örnekler verilmiştir.

Yine plazma kavramı ilkökul düzeyindeki öğrencilere, öğrenci adedince taş, bardak içerisinde su, balon içerisinde hava ve çakmak numuneleri verilerek, ya da aşağıda anlatılan şekilde sınıf sıcaklığı değişimine bağlı olarak öğrencilerin beş duyu organıyla verdikleri tepkiler neticesinde ve verilen olumlu ya da olumsuz pekiştiricilerle maddenin halleri ve plazma kavramı öğretilir.

### Çizelge 1. Öğretmenin konuyu öğrenciye aktarırken davranışsal yaklaşım yolu takip etmesi (örnek durumlar)

Sınıf ya da laboratuvar ortamı	Öğretmen tepkisi (teпки)
Bazı öğrencilerin laboratuvar dersi için önlüksüz gelmiş olması	Önlük giyen öğrencileri sorumluluk gösterdikleri için takdir etme
Öğrencilere maddenin hallerini öğrenci numaralarına göre sorduğunda bazı öğrencilerin kendilerine sorulmadığı halde sesli cevap verme davranışı	Söz hakkı verilmeyen öğrencilerin cevabını öncelikle duymazlıktan gelme, umursamama, uyararak soru sorulan öğrenciye tekrar soruyu iletme
Sorulan madde hallerinden öğrencilerin her biri için doğru cevap vermesi	Her doğru için öğrencileri onaylama, takdir etme ya da bu davranışları yansıtacak nitelikte bir davranış sergileme, duruma göre doğru cevaplayan öğrencilere (+) verme
Bazı öğrencilerin sorulan madde hallerine yanlış cevap vermesi	Öğrencilere tekrar düşünmeleri için fırsat verme, neden ve nasıl sorularını sorma, bazı örnek ya da ipuçları vererek doğru cevaba ulaşmasını sağlama, doğru cevabı söyleme, geri bildirim yapma
Maddenin halleri üzerine bazı öğrencilerin farklı yaklaşım ve örnekler vermesi	Takdir etme, neden ve nasıl sorularını sorarak konunun daha derin ve geniş açıdan bakılmasını sağlama, hatta farklı örneklerin araştırılması için ödev verme
Maddenin hallerini ve plazma kavramını anlatırken bazı öğrenciler ilgisiz ve başka şeylerle uğraşiyor	Deneyi ya da uygulamayı bu ilgisiz öğrencilere yaptırma ya da bu deneylere ortak etme, onları takdir etme
Bazı öğrenciler sorulan sorulara cevap verme ya da uygulamada daha yavaş	Öğrencilerin bireysel hızlarını göz önüne alma ve onları motive etme

## Bilişsel yaklaşıma göre

### Hedefler

**a) Genel hedef:** İlkokul düzeyindeki öğrencilere “maddenin halleri” ve “plazma” kavramını kavratmak

**b) Özel hedef:** Öğrencilerin bilinç altılarında enerji, enerji dönüşümü, sıcaklık kavramlarının ileride daha derin bir algılama ile anlaşılması ve böylece öğrencilerin tabiattaki süreçlere farklı bir gözle bakma görüşü kazandırılması, sentez ve kıyaslama gücünün artırılması

**Öğretim yöntemi:** Öncelikle, madde halleri ve plazma kavramının öğrencilere aktarılması için, **ayrıntılılandırma kuramı** (elaboration theory)’na göre bir yol takip edilecek ve istenilen düzeyde öğrenme sağlamak için konu artan karmaşıklık düzeyine göre yani, katı halden plazma haline kadar sıralanacaktır. Ayrıca yine bu görüşün savunucularından Hoffman (1997)’in “**birleştirme**” stratejisine göre (3), öğrencilerin birleştirme ya da sentezleme durumunu sağlayabilmek için, aşağıda gösterilen **sebe-sonuç diyagramları** ile öğrencilerin öğrendiklerini anlama ve hatırlaması kolaylaştırılabilir (Çizelge 2). Tabii ki, bu sebep-sonuç ilişkisine girmeden “maddenin tanımı” ve “maddenin dört hali olduğu” **sözel bilgi** olarak değinilecek. Buna göre “ağırlığı, hacmi ve kütlesi olan her şeye madde denir” tanımı önce öğretmen tarafından yapılacak (öğrencilerin ağırlık, hacim ve kütle kavramlarını bildiği kabul edilmekte yani hazır bulunuşluk ilkesine dikkate edilecek, bilmiyorlarsa bu kavramlar anlatılacak) ve öğrencilere beş duyu organımızla işitme, görme, koklama, dokunarak ve tat alarak algıladığımız şeylerin madde olduğu belirtilecek, daha sonra öğrencilere tekrar ettirilecek ve bu bilgilerin ışığında öğrencilerden basit örnekler istenecek (**basit olgularla sözel bilgiyi verme süreci**). Tekrarlı bir şekilde maddenin tanımı öğrencilere yaptırılacak. Daha sonra “maddenin dört hali” olduğu belirtilerek tahtaya yazılacak. Bu dört halde sözel bilgi olarak ilk aşamada öğrencilere soru cevap şeklinde belleklerine yerleştirilecek. **Bellek destekleyiciler** olarak, katı-kalem, sıvı-su, gaz-hava, plazma-güneş ya da ateş kullanılabilir. Aynı zamanda bu tanımlamalar yaparken, boyut tanımlaması yapılmayacak, yalnız çocukların bilinçaltılarında, maddenin 4 boyutla kısıtlı kaldığı yani 4 boyutla tanımlanabileceği, hissettikleri ya da tanımlayamadıkları soyut varlıkların madde ötesi (yani 4. boyutun üzerindeki boyutlarda) olduğu melekesi farklı örneklerle verilmeye çalışılacak.

Maddenin hallerini ve plazma halini öğretmek için sınıf ortamında, bu konu öğrencilerden açık tepki alınmak suretiyle kavratılabilir. Yalnız bunun sağlanması için sınıfta bazı şartların sağlanması gerekir. Sıcaklık sistemi kontrol edilebilen bir sınıf öncelikle -5°C’ye ayarlanarak sınıfta dizili sıralar ile belli bir düzen oluşturmuş öğrenciler yerlerinden hareket etmeyecekler hatta ısınmak için birbirlerine yakınlaşmaya çalışacaklardır. Üşüyen ve üşüdüklerini ifade eden çocuklara “donduk yani katı haline geldik ya da katılaştık” diye söyleterek “katı” kavramı öğrencilerde birliktelik ve sıklık fikri uyandıracak ve katı kelimesini yaşayarak kavrayacaklardır. Ya da bu, öğrenci-

lerin dikkatlerini çekmek için üşüdüğünüzü gösterir ses ve davranışlarda bulunup **öğrencinin dikkati çekilerek** bilişsel yaklaşımın etkinliği sağlanabilir [4, 5]. Daha sonra sıcaklık oda sıcaklığına çıkarıldığında öğrenciler artık üşüme hislerini kaybedecek ve sınıfta daha rahat hareket edebileceklerdir. Bu durumda öğrencilerin “artık üşümüyor muyuz” diye sorup “artık üşümüyoruz, ısındık” cevabını alarak, “yani sıvılaştık” diye sesli bir şekilde öğrencilere söyleyerek pekiştirme gerçekleştirilebilir. Böylece öğrencilerde “sıvı” kavramı rahatlık ve hareket serbestliği hissini uyandırarak yaşayarak bu kavramın anlaşılmasına sebep olacaktır. Üçüncü olarak sınıftaki sıcaklık 30–35°C civarına getirildiğinde öğrenciler sıcaktan artık rahatsız olmaya başlayacaklar ve birbirlerinden uzaklaşma eğilimi göstereceklerdir. Sınıfta boş yer varsa oraya geçmek ve pencereyi açmak zorunda kalınacaktır. Öğrenciler tepki olarak ya sıcaktan çok rahatsız olduklarını söyleyecek ya da bu hal öğrencilerin davranışlarına yansıtacaktır. Bu durumda öğrencilere “şimdi sıcaktan çok rahatsız olduk ya da bunaldık yani gaz olduk” diye söyletmek suretiyle “gaz” denildiğinde uzaklaşma-daha dağınık halde bulunma hislerini uyandırılarak “gaz” kavramı kavratılmış olacaktır. Son aşamada, sınıf sıcaklığı 35–40°C’ye yükseltildiğinde öğrencilerde dışarı çıkma isteği belirgin bir şekilde görülecektir. İşte dışarı çıkmanın başlamasıyla ortaya çıkan bu hal öğrencilerin sınıfta kalmak için sıcaklığa tahammül edebilecekleri son haldir. Öğrencilere maruz kaldıkları bu durumda “plazma haline geldiniz” diyerek öğrencilerde yüksek hareket ve yüksek sıcaklık hissini uyandırılarak “plazma” kavramı kavratılabilir. Yine Gagne’nin öğrenme koşullarından biri olarak bahsettiği, **uyarıcı materyallerin kullanılması** fikrinden hareketle her bir hal durumunda öğretmen, ses ya da davranış şeklinde bir uyarıcıyı kullanarak öğrenme basamaklarını pekiştirebilir.

## **Çizelge 2. Maddenin hallerinin daha iyi anlaşılması için kullanılacak sebep-sonuç diyagramı**

### *Sebep-Sonuç Diyagramı*

*Üşüme, sıkılık, düzen, bütünlük, yaklaşma, biçimlilik→ Katı,  
Sıcaklıktan rahatsız olmama, rahat hareket etme, akış, akıcılık→ Sıvı,  
Sıcaklıktan rahatsız olma, uzaklaşma, genişleme, yayılma→ Gaz,  
Sıcaklıktan son derece rahatsız olma, kaçma, ayrılma, dağınıklık, bunalma, yüksek sıcaklık→ Plazma gibi eşleştirmeler yapılabilir.*

Sonuç olarak sıcaklık hissi etkisi kullanılarak, öğrenciler üşüdüklerinde “katı”, sıcaktan rahatsız olmadıklarında “sıvı”, sıcaklığın rahatsız etmesiyle birlikte gaz” ve sıcaklığın tahammül edilemeyecek derecede rahatsız verdiği ve açık alanlara çıkmak istedikleri zamanlarda da “plazma” kavramını hatırlayacaklardır. Yine bu suretle öğrencilere, bilinçaltılarında parçalanmamış bir bütün yapı gördüklerinde “katı” olgusu, dağınık, akıcı ve hareketli bir eylem ya da olguyla karşılaştıklarında ise “sıvı, gaz ve plazma” hallerinden biri arasında bir ilişki ve benzeşim olgusu hissettirilebilir. Dolayısıyla parça halinde öğrendikleri bir olguyu bir bütün haline getirip özümsemeleri

de mümkündür. Öyle ki, Gestaltçılardan olan Wertheimer ve Thuckman, öğrencilerin kavramasını kolaylaştırmak için **problemin parçaları arasındaki ilişkilerin gösterilmesini** önermiştir. Burada da, öğrencilerin sıcaklık değişimiyle verdikleri tepkilere göre öğrencilerin bütün ve dağınık olmaları durumlarındaki her adımda, bütünlüğün “katı”yı, dağınıklığın diğer halleri tanımladığı öğrencilere iyice vurgulanacaktır. Tüm bu söylenenlerin ışığında, bu yöntem ileri öğrenim dönemlerinde öğrencilerin bu madde hallerini daha derinden anlamalarına yardımcı olacak ve böylelikle başka kavramların ve olayları yorumlamada da önemli bir alt yapı sağlanacaktır.

Bilişsel kurama göre, **öğrenci öğrenme süreci boyunca etkin olmalıdır**. Bu yöntemle öğrenci sınıftaki sıcaklık değişimi doğrudan ilişki içerisinde tutularak öğrencinin öğrenme süreci boyunca, verilerin uyarıcıları (sıcaklık değişimlerini) kendi dikkat ve algılarına göre seçer ve bunları belleklerinde kodlar ve sürekli olarak etkin haldedir.

Bilişsel yaklaşımda, **geri bildirim önemlidir**. Öğrenme süreci boyunca öğrencilerin bireysel farklılıkları dikkate alınarak, öğretimde kavramlar arasındaki ilişkiler tanımlanarak kılavuzluk edilecek ve gerekli geri bildirimler yapılacaktır. Buna göre öğrenciler sıcaklık değişimine bağlı olarak söyledikleri herhangi bir madde halini ya da üşüme veya sıcaklıktan rahatsız olma şeklinde davranış olarak gösterdikleri tepkiler yanlışa öğrenciye tekrar düşünmesi için fırsat tanınacak ve doğrusu söylenerek geri bildirim yapılacaktır.

**Bilişsel gelişime göre çocuğun dış dünya ile etkileşime girerek, dış dünyaya uyum sağlaması gerekir**. Bu uyum süreci “özümseme” ve “uyumsama” ile gerçekleşir. Çocukların sıcaklık etkisiyle meydana gelen “üşüme, üşümeme, sıcaklıktan rahatsız olma ve sıcaklıktan aşırı rahatsız olma” gibi yaşadıkları olaylara “katı, sıvı, gaz ve plazma” olarak anlam yüklenmiştir. Çocukların elde ettikleri bu yeni deneyimler, Genetik Epistemoloji kuramında çok önemli bir yer tutan gelişim şemasında yer alır.

Piaget’e göre **çocuk en iyi yaparak öğrenir**. Yani aktif deneyimler sonucunda öğrenebilir. Burada öğrenciler öğrenme sürecinde sınıftaki sıcaklık değişimlerine maruz kalarak bizzat aktif rol oynayacaktır. Yeni deneyimlerin kazanılması, özümseme ve uyumsama süreçleri, öğrencinin etkin olmasını gerektirir (6). Böyle bir öğrenme ortamında öğretmen, öğrencilere bilgi aktaran kişi olmak yerine, öğrencilerin deneme yoluyla keşfetmesine, birlikte çalışma yoluyla etkileşim içerisine girmelerini sağlayan kişi olacaktır. Aynı zamanda, öğrenme sürecinin bizzat merkezinde bulunan çocuklara, öğrencilerin sıcaklık değişimiyle ortaya çıkan koruma ve zıtlık gibi problem çözme yeteneklerini geliştirmeye ve neden, nasıl ve niçin gibi sorularla çocukların kendini ifade etmesi yoluyla düşünceleri sağlanacaktır.

Bu çalışmada, yine öğrencilerin sıcaklık değişimine karşı farklı tepkiler gösterebileceği de göz önünde bulundurulmalıdır. Öyle ki öğrenciler, sahip oldukları fiziksel yapı, büyüdüğü ortamın mevsimi (yani sıcak bölgelerde büyümüş bir çocuk ile soğuk

iklimlerde büyümüş bir çocuk arasında algılama farkı) ve geçmişte yaşadıkları olaylara göre bireysel farklılıklar gösterecektir. Çünkü Curzon (1990), bilişsel yaklaşım davranışçılığın aksine, öğrencilerin sadece uyarıcıları olarak tepkiler vermesi ya da belli edimlerin koşullanması ile etkin olamayacağını, **bireysel farklılıkların dikkate alınması** gerektiğini belirtmektedir (7). Öğrencilerin bireysel farklılıklarından doğan yanlış algılama sürecinin önüne geçmek için farklı yöntemler uygulanabilir (öğrencilerin bireysel özelliklerini çok iyi tanıma, sınıf sıcaklığı aralığının daha geniş bir aralığına alınması, hemen hemen aynı koşullarda büyüyen çocuklarla ile farklı şartlarda büyüyen çocukları ayrı ayrı değerlendirme vs). Zira, bilişsel kuramın temel ilkelerinden olan **öğrenciyi tanımak**, öğrencilerin bilişsel yapılarını tanımak açısından çok önemlidir. Gagne'nin öngördüğü öğrenme koşulları dikkate alınarak bir ders tasarımı aşağıdaki Çizelge 3'te verilmiştir.

**Çizelge 3. Gagne'nin öngördüğü öğrenme koşulları ışığında koşul-davranış etkileşimlerine dair örnekler**

Koşul	Davranış
Dikkat çekme	Sıcaklığın $-5^{\circ}\text{C}$ 'nin altına düşürülen bir sınıfa, palto giymiş bir öğretmenin derse büzülerek ve üşüme izleri gösteren bir görünümle girmesi ya da tam tersi sıcaklığın $35-40^{\circ}\text{C}$ 'ye çıkarılan bir sınıfa, ceketsiz ve kravatını gevşetmiş bıkkın ve sıcaktan bunalmış bir görünümle girmesi
Hedefler hakkında bilgi verme	Öğrencilere konunun "maddenin halleri" ve "plazma" olduğunu ve önceden "plazma" kelimesini duymadıklarını sorma ve öğretmenin görüldüğü hali unutmamalarını ifade etmesi
Ön bilgilerin hatırlanması	Öğrencilere "madde"nin ne olduğunu sorma ve onlardan örnekler isteme
Uyarıcı materyalin sunulması	Dışardan ya da öğretmen kontrollü bir mekanizma ile, sırasıyla sınıf sıcaklığının $-5^{\circ}\text{C}$ 'ye, oda sıcaklığına, $30-35^{\circ}\text{C}$ ve $35-40^{\circ}\text{C}$ 'ye getirilmesi, her bir aşamada öğrencilere nasıl hissettiklerini sorma ve "üşüme-sıcaktan aşırı derecede rahatsız olma" süreçlerinde her bir safhada "katı, sıvı, gaz ve plazma" halleriyle ilintili olarak anında tanımlama
Rehberlik etme	Maddenin hallerinde yanlış ve doğru cevap vermede öğrencilere yardımcı olma
Davranışı ortaya çıkarma	Sınıf sıcaklığı sürekli değiştirilerek bol bol uygulama yaparak, karışık olarak öğrencilere madde hallerini maruz kaldıkları sıcaklıklara göre sorma
Geri bildirim verme	Yanlış söyledikleri anda öğrencilere doğrusunu, sıcaklığın kendisinde bıraktığı mevcut duruma göre tekrar sorma ve doğru cevabı vurgulayarak belirtme
Performansı değerlendirme	Öğrencilere madde olmayan bir şeyin ifade edilen sıcaklıkta hangi halde olduğunu sorarak öğrencinin madde kavramının anlaşılma derinliğini tespit etme
Kalıcılığı ve transferi sağlama	Öğrencilere karışık olarak "üşüme ile sıcaktan aşırı bunalma ve diğer ara safhalar"ın madde hallerinden hangisine tekabül ettiğini tekrarlı bir şekilde sorma, madde hallerinin bu eşleştirmeye uygunluğu anlaşıldıktan sonra öğrencilere bu madde hallerinden tabiatla farklı örnekler vererek (katı-taş, sıvı-su, gaz-hava, ateş-plazma) ayrıntılandırma ve bilgiyi kalıcı hale getirme



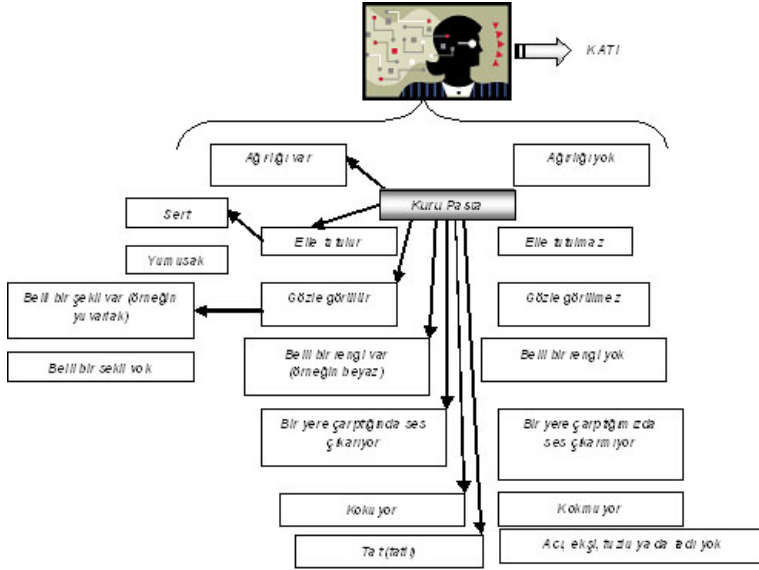
Kavramlar arasındaki ilişkilerin öğrencilerin arasında idrak edilmesi için, beş duyu organıyla algılanan tepkiler göz önüne alınarak bir takım sorular sorularak kavram haritaları da oluşturulabilir. Aşağıda gösterilen Çizelge 4 ilkökul öğrencilerinin sorulara karşı verebilecekleri beklenen muhtemel cevaplardır. Bu kavram haritası öğrencilere sunulurken parçalı bir şekilde ve daha fazla örnek ve onaylama şeklinde gerçekleştirilebilir. Çizelge incelenirse öğrencilerin maddenin halleri katıdan sıvıya giderken verdikleri cevaplar genel olarak zıtlaşmaktadır. Ara hallerde E-H (evet-hayır) cevapları da gelmektedir.

**Çizelge 4. Kavram haritaları**

Maddenin Halleri	Madde türü	Görme duyusu			Dokunma duyusu			İşitme duyusu	Tat alma duyusu	Koku alma duyusu	Görme-dokunma duyusu	
		Gözle görüyor mu?	Rengi var mı?	Belli bir şekli var mı?	Elle tutulur mu?	Ağır mı?	Sert mi?				Bir yere çarptığında ses çıkarıyor mu?	Tadı var mı?
Katı	Taş	E	E (siyah)	E (yuvarlak)	E	E-H	E-H	E	E (ekşi, tuzlu, tatlı vs.)-H	E-H	E	H
	Pasta	E	E(beyaz)-H	E	E	E-H	E-H	E-H	E(tatlı)	E	E	H
	Buz	E	E(beyaz-gri)	E	E	E-H	H	E	H(tatsız)	H	E	H
	Cam	E	E-H	E	E	E-H	E	E	H(tatsız)	H	E	H
Sıvı	Su	E	H	H(bulunduğu kabın şeklini alıyor)	E (yalnız akıcı)	H-E	H	H-E	H(tatsız)	H	E	E
	Limon suyu	E	E(sarı)	H(bulunduğu kabın şeklini alıyor)	E(yalnız akıcı)	H-E	H	H	E(tatlı)	H	E	E
	Sıvı yağ	E	E(sarı)	H(bulunduğu kabın şeklini alıyor)	E(yalnız akıcı)	H-E	H	H	E(acı)	E	E	E
	Süt	E	E(beyaz)	H(bulunduğu kabın şeklini alıyor)	E(yalnız akıcı)	H-E	H	H	E(tatlı)	E	E	E
Gaz	Açık hava	H	H	H	H	H	H	H	H	H-E	H	H
	Balon içersindeki hava	H-E	H-E	E-H(balonun şeklini alıyor)	H-E	H	H	H	H	H	E	E
	Parfüm-sprey	E	H	H	H	H	H	E-H	E	E	E	E
	Egzos dumani	E	E	H	H	H	H	H	E	E	H-E	E
Plazma	Güneş	E	E(sarı)	H-E	H	H	H	H	H	H	E	E
	Alev	E	E(sarı-kırmızı-mavi)	H-E	H	H	H	H	H	H-E	E	E
	Çakmak ateşi	E	E	H-E	H	H	H	H	H	H-E	E	E
	Yıldırım	E	E	H-E	H	H	H	E-H	H	H	H-E	E-H

E: Evet  
H: Hayır

Buna göre öğrenciler tüm bilgileri belleklerinde harmanlayıp analiz ederek bir tümevarım yapacaklardır. Örneğin Kagon ve Lang'ın **statik** ve **dinamik** olarak nitelendirdikleri ilkeler doğrultusunda ilke öğretimine tabii tutulan öğrenciler kuru pastaya dokunduğunda “pasta serttir” kanısına vararak, bu kavramı KATI madde olarak niteleyeceklerdir (Şekil 1).



Şekil 1. Öğrencinin beş duyu organıyla elde ettiği bilgileri beyinde harmanlayıp analiz ederek “kuru pastanın”, “KATI” bir madde olduğuna karar vermesi

## Kaynaklar

1. [Hergenhahn](#), B. R. and [Matthew H. Olson](#). (1997). An Introduction To Theories Of Learning. Prentice Hall
2. Fox, M. (1993). Psychological perspectives in education, Cassell Education Limited. London
3. Hoffman. (1997). Elaboration theory and hypermedia: is there a link? Educational Technology 37 (1). 57-64
4. Silber, K.H. (1998). The cognitive approach to training development: a practioner's assessment. Educational Technology Research and Development 46 (4) 58-72
5. Huitt, Q. (2000). The information processing approach <<http://valdosta.edu/~whuitt/psy702/cogsys/infoproc.html>> (2002, Nisan 27)
6. Ataman, A. (2004). Gelişim ve Öğrenme, Ankara
7. Curzon, L.B., (1990). Teaching in further education: an outline of principles and practice. 4<sup>th</sup> edition. Cassell Education Limited. London