

**ÖĞRENCİLERİN TEMEL FEN KAVRAMLARINI ANLAMA DÜZEYLERİNİN  
ÖĞRETİM KADEMESİ İLE DEĞİŞİMİ VE ÖĞRENCİLERİN MANTIKSAL  
DÜŞÜNME YETENEKLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİ**

*HALE BAYRAM\*, NİHAL SÖKMEN\*\*, AYL A GÜRDAL\**

Bilgi çağının yaşandığı günümüzde fen eğitiminin temel amacı, öğrencilere bilgiye ulaşma becerilerini kazandırmaktır. Bu da ezberci öğretimden uzaklaşarak kavrayarak öğretme ile mümkündür. Son yıllarda fen eğitiminde yapılan araştırmalar ile daha iyi bir fen eğitimi için okullara yeni teknolojik olanaklar sağlanırken, bir taraftan da eğitimin aksayan yönleri saptanmaya çalışılmaktadır. Bunun için ayrıca öğrencilerin edindikleri bilgilerin kalıcılığı araştırılmakta ve yeni , daha etkin öğretim yöntem ve teknikleri uygulanarak öğrencilerin kavramları doğru ve kalıcı olarak öğrenmeleri sağlanmaktadır. Yeterli bir fen eğitimi için temel fen kavramlarının ilk ve orta eğitim sürecinde tam ve doğru olarak öğretilmesi son derece önemlidir. Çünkü bu kavramlar daha ileri seviyedeki fen konularının temelini teşkil eder. Temel fen kavramlarının öğrenilmesinin önemi büyük olduğu için özellikle gelişmiş ülkelerde fen bilimleri müfredatının geliştirilmesine yönelik çalışmalar yoğunluk kazanmıştır. Bu amaçla en çok karışan ve zor öğrenilen kavramlar yoğun bir şekilde araştırılmaktadır. Bunlardan belli başlı kavramlara ilişkin araştırmalardan bazıları: Saf madde-karışım (Bouma ve Brandt, 1990; Vogelesang, 1987), element-bileşik (Ben - Zvi, 1986, 1987, 1988; Briggs ve Holding, 1986; Abraham vd, 1992), fiziksel değişim- kimyasal değişim (Abraham, 1992; Briggs ve Holding,1986;) konularında yapılmış araştırmalardır.

**AMAÇ**

Bu çalışmanın amacı fen derslerinde öğretilen bazı temel kavramların (bileşik, element, karışım, fiziksel ve kimyasal değişim) öğretimin değişik basamaklarında anlaşılma düzeylerini ve bunun öğrencilerin zihinsel gelişimi ile ilgisini belirlemektir.

**MATERYAL VE YÖNTEM**

***Denekler***

Bu çalışma İstanbul İli sınırlarında, Kadıköy ilçesi okullarından seçkisiz olarak seçilen bir Devlet, bir Özel, bir Anadolu Lisesi'nin ; ö.sınıf (63), 8. Sınıf (131)ve 9.sınıf (97) öğrencilerinden toplam 291 öğrenci ile 1996-1997 öğretim yılının Haziran ayında gerçekleştirilmiştir.

---

\* Atatürk Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü

\*\* Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Marmara Üniversitesi

## Yöntem

Bu çalışmanın değerlendirilmesi araştırmacılar tarafından hazırlanan Bilimsel Başarı Testi (BBT) ile yapılmıştır. BBTi iki bölümden oluşmuştur. Testin birinci bölümünde temel kimya kavramlarının sorulduğu 19 çoktan seçmeli soru (Test 1), Testin 2. Bölümünde her bir kavramın anlaşılma düzeyini belirlemek amacı ile hazırlanmış kavramları, bilme ayırt etme ve yerinde kullanmayı ölçen ve cevabın nedeninin istendiği 5 açık uçlu soru bulunmaktadır\* (Test 2). Test 2 sonuçlarına göre yapılan analiz ile okulların farklı kademelerindeki öğrencilerin bu kavramları anlama düzeyleri belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan üçüncü test ise Mantıksal Düşünme Yeteneği Testidir (MDYT). Bu test Tobin ve Capie tarafından geliştirilmiş olup, öğrencilerin düşünme yeteneklerini belirlemek amacı ile verilmiştir. MDYT 10 sorudan oluşan; değişkenleri tanımlama ve kontrol etme, orantı kurabilme, ilişki geliştirebilme, olasılık hesaplama ve birleştirebilirle kabiliyetlerini ölçen bir testtir (Tobin ve Capie, 1981). Bu testin Türkçeye çevirisi Özkan, Aşkar ve Geban tarafından yapılmıştır (Geban, ö. 1990).

Uygulama sonunda Testi ve MDYT ' den elde edilen veriler F testi ve Tukey testi kullanılarak değerlendirilmiş ve gruplar arasında bir fark olup olmadığı belirlenmiştir. Bunun için SPSS/PC paket programından faydalanılmıştır (Norusis, 1991). Test 2 sonuçlarına göre yapılan analiz ile bu kavramların anlaşılma düzeyleri belirlenmiştir.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Öğrencilerin Test 1 ve MDYTden aldıkları notlara F testi ve Tukey testi uygulanmıştır. F testi sonuçlarına göre öğrencilerin Test 1 (  $F= 36,7$ ) ve MDYTden ( $F=103,4$ ) aldıkları notlar arasında 0,05 seviyesinde farklılık görülmüştür (Tablo-1).

**Tablo-1** Öğrencilerin testlerden aldıkları not ortalamaları ve Tukey testi sonuçları

| OKUL    | TESTİ  | MDYT   |
|---------|--------|--------|
| 5.amf   | 5,68   | 0,78   |
| 8.amf   | 6,82*  | 3,42*  |
| 9.sınıf | 8,38 1 | 4,33** |

Tablo-1 Bu öğrencilerin yaşları büyüdükçe mantıksal düşünme yeteneklerinin arttığı ve daha başarılı olduklarını göstermektedir.

Aynı kavramların anlaşılma düzeylerinin ölçüldüğü Test2'nin sonuçları öğrenciler için Tablo-2, Tablo-3, Tablo-4, Tablo-5'de değerlendirilmiştir. Değerlendirme tekniği Abraham ve arkadaşları (1992) tarafından yapılan çalışmadan alınmış ve aşağıdaki semboller kullanılmıştır:

---

**A:** Anlaşılmamış (Boş yanıt, yanıt doğru-açıklama yok, yanıt doğru-açıklama anlaşılır düzeyde değil)

**Y:** Yanlış kavram (Bilimsel olarak kabul edilmeyecek yanıt veya açıklama)

**K/Y:** Kısmen anlama ile birlikte yanlış kavram (Yanıt doğru iken açıklamanın yanlış kavram içermesi veya yanıt yanlış iken açıklamanın doğru olması)

**K** Kısmen anlama (Yanıt doğru, açıklama tam değil)

**T:** Tam anlama (Yanıt doğru, açıklama tam)

**Tablo-3** 5.Sınıf Öğrencilerinin Kavramları Anlama Düzeyi

| Kavram           | A         | y        | K/Y      | K       | T       |
|------------------|-----------|----------|----------|---------|---------|
| Element          | 52(%82,5) | 8(%12,7) | Z(%3,2)  | 1(%1,6) | -       |
| Bileşik          | 50(%79,3) | 9(%14,3) | 3(%4,8)  | 1(%1,6) | -       |
| Karışım          | 47(%74,6) | 7(%11,1) | 7(%11,1) | 1(%1,6) | -       |
| Fiziksel değişim | 53(%84,1) | 3(%4,8)  | 6(%9,5)  | -       | 1(%1,6) |
| Kimyasal değişim | 54(%85,7) | 2(%3,2)  | 6(%9,5)  | -       | 1(%1,6) |

Tablo-3, 5.sınıf öğrencilerinin kavramları anlamadığını kavram kargaşası içinde bulduklarını göstermektedir.

**Tablo-4** 8.sınıf öğrencilerinin Kavramları Anlama Düzeyi

| Kavram           | A         | Y         | K/Y       | K        | T        |
|------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
| Element          | 90(%68,7) | 22(%16,8> | 15(%11,4) | 2(%1,5>- | 2(1,5)   |
| Bileşik          | 82(%62,6) | 26(%19,9> | 15(%11,4) | 6(%4,6)- | 2(911,5) |
| Karışım          | 67(%51,1) | 11(%8,4)  | 43(%32,8) | 10(%7,6) | -        |
| Fiziksel değişim | 68(%51,9) | 2(X%15,3) | 32(%24,4) | 5(53,8)  | 6(%4,6)  |
| Kimyasal değişim | 81(%61,8) | 15(%11,5) | 25(%9,1)  | 7(%5,3)  | 3(%2,3)  |

Tablo-4, tablo-3'le karşılaştırıldığında; 8.sınıf öğrencilerinin kavramları anlama düzeylerinin 5.sınıflara göre biraz daha arttığı görülmektedir,

**Tablo-5** 9.sınıf Öğrencilerinin Kavramları Anlama Düzeyi

| Kavram           | A          | Y         | K/Y       | K         | T         |
|------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Element          | 54(%55,7)  | 9(%9,7)   | 24(%24,7) | 6(<%6,2>  | 4(<%4,1)  |
| Bileşik          | 47(%48,5)  | 15(%15,5) | 21(521,6) | 9(%9,3)   | 5(%5,1)-  |
| Karışım          | 41(%42,31) | 6(<%6,2)  | 31(%31,9) | 12(%12,4) | 7(%7,2)-  |
| Fiziksel değişim | 5(X%51,5)  | 15(%15,5) | 10(%10,3) | 7(%7,2)   | 15(515,5) |
| Kimyasal değişim | 52(%53,61) | 17(%17,6) | 13(%13,4) | 4(%4,1)   | 11(%11,3) |

Tablo-5 incelendiğinde 9.sınıf öğrencilerinin de bu kavramları anlama düzeylerinin çok düşük oranda olduğu görülmektedir. Tablo-4ve Tablo-5 karşılaştırıldığında ise 9. Sınıf öğrencilerinin 8.sınıf öğrencilerine göre kavrama düzeylerinin biraz arttığı görülmektedir. Ancak.bu artış fiziksel değişim ve kimyasal değişim gibi somut kavramlarda daha çoktur.

Abraham ve arkadaşlarının (1992) çalışması örnek alınarak her kavramın ortalama anlaşılma düzeyinin okullara göre dağılımı belirlenmiştir. Bu değerlendirmede kavrama düzeylerinin puanları ; A(Anlaşılmamış): 0 , Yt Yanlış Kavram): 1, K/Y(Kısmen anlama- Yanlış Kavram): 2, K1 Kısmen anlama): 3, T(Tam anlama):4 şeklinde değerlendirilmiş ve sonuçlar tablo-6'de toplu olarak sunulmuştur.

**Tablo-6** Temel Fen kavramlarının anlaşılma düzeylerinin sınıflara göre dağılımı

| Kavram           | 5. Sınıf    | 8. Sınıf    | 9. Sınıf    |
|------------------|-------------|-------------|-------------|
| Element          | 0,23        | 0,47        | 0,88        |
| Bileşik          | 0,29        | 0,38        | 1,07        |
| Karışım          | 0,44        | 0,78        | 1,36        |
| Fiziksel değişim | 0,30        | 0,47        | 1,19        |
| Kimyasal değişim | 0,29        | 0,68        | 1,02        |
| <b>TOPLAM</b>    | <b>0,31</b> | <b>0,56</b> | <b>1,10</b> |

Yukarıdaki puanlara göre kavramların anlaşılma düzeyleri  $0,0 < A \leq 0,5$ ;  $0,5 < Y \leq 1,5$ ;  $1,5 < K/Y \leq 2,5$ ;  $2,5 < K < 3,5$ ;  $3,5 < T \leq 4,0$  aralıklarında incelendiğinde kavramların anlaşılma düzeylerinin öğrencilerin öğretim kademelerine göre farklılık gösterdiği tablo- 6'de görülmektedir. 9.sınıf öğrencilerinde bu kavramların anlaşılma düzeyi Y (yanlış kavram) düzeyine ulaşırken, 5.sınıf ve 8.sınıf öğrencilerinde A (Anlaşılmamış) düzeyinde kalmaktadır. Tablo-6 5.sınıftan 9.sınıfa doğru fen kavramlarının anlaşılma düzeylerinin bariz bir şekilde arttığını göstermektedir. Bu artışa rağmen kavramlar gene de tam olarak anlaşılammıştır.

Bu kavramların anlaşılma düzeyleri **A(Anlamamış):**  $0,0 < A < 1,5$ ; **KfKavram Kargaşası):**  $1,5 < K < 2,5$ ; **AN(Anlamış) :**  $2,5 < AN < 4,0$  şeklinde yeniden değerlendirildiğinde elde edilen sonuçlar tablo- 7'de toplu olarak sunulmuştur.

**Tablo-7** 5. Sınıflarda Temel Fen kavramlarını anlama düzeyleri

| <b>Kavram</b>    | <b>Anlamamış</b>   | <b>Kavram Kargaşası</b> | <b>Anlamış</b>  |
|------------------|--------------------|-------------------------|-----------------|
| Element          | 60                 | 2                       | 1               |
| Bileşik          | 59                 | 3                       | 1               |
| Karışım          | 54                 | 7                       | 2               |
| Fiziksel değişim | 56                 | 6                       | 1               |
| Kimyasal değişim | 56                 | 6                       | 1               |
| <b>TOPLAM</b>    | <b>285(9690,5)</b> | <b>24(967,6)</b>        | <b>6(961,9)</b> |

Tablo-7 incelendiğinde ö.Sınıfların %90,5'inin seçilen bu kavramları anlamamış, %7,6 sının kavram kargaşası içinde, %1,9 'unun anlamış olduğu görülmektedir.

**Tablo-8** 8. Sınıflarda temel fen kavramlarının anlaşılma düzeyleri

| <b>Kavram</b>    | <b>Anlamamış</b>   | <b>Kavram Kargaşası</b> | <b>Anlamış</b>   |
|------------------|--------------------|-------------------------|------------------|
| Element          | 112                | 15                      | 4                |
| Bileşik          | 108                | 15                      | 8                |
| Karışım          | 78                 | 43                      | 10               |
| Fiziksel değişim | 88                 | 32                      | 11               |
| Kimyasal değişim | 96                 | 25                      | 10               |
| <b>TOPLAM</b>    | <b>482(9673,6)</b> | <b>130(9619,8)</b>      | <b>43(966,6)</b> |

Tablo-8 incelendiğinde, 8.sınıfların %73,6'sının beş temel fen kavramını anlamadığı, %19,8'inin kavram kargaşası içinde olduğu, %6,6'sının ise anladığı görülmektedir.

**Tablo-9** 9. Sınıfların temel fen kavramlarını anlama düzeyleri

| <b>Kavram</b>    | <b>Anlaşılmamış</b> | <b>Kavram Kargaşası</b> | <b>Anlamış</b>    |
|------------------|---------------------|-------------------------|-------------------|
| Element          | 63                  | 24                      | 10                |
| Bileşik          | 62                  | 21                      | 14                |
| Karışım          | 47                  | 29                      | 21                |
| Fiziksel değişim | 65                  | 7                       | 25                |
| Kimyasal değişim | 69                  | 13                      | 15                |
| <b>TOPLAM</b>    | <b>306(9663,1)</b>  | <b>94(9619,4)</b>       | <b>85(9617,5)</b> |

Tablo-9 incelendiğinde, 9.sınıfların %63,1'inin beş temel fen kavramını anlamadığı, %19,7'sinin kavram kargaşası içinde olduğu, %17,5'inin ise anladığı görülmektedir.

Öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinin , fen kavramlarını öğrenmelerinde- ki rolü regrasyon analizi ile belirlenmiştir. Regrasyon denklemi :

$$Y = A + B_1X_1$$

şeklinde. Burada Y bağımlı değişken olup öğrencilerin Testi sonuçlarını, XI öğrencilerin Mantıksal Düşünme Yeteneği sonuçlarını göstermektedir.

**Tablo-10** Regrasyon sonuçları

| DEĞİŞKENLER | B    | R <sup>2</sup> | %<br>değişim | F       |
|-------------|------|----------------|--------------|---------|
| MDYT        | 0,67 | 0,39           | 39           | 188,50* |

P <0,01

Tablo-10'deki sonuçlar öğrencilerin başarılı ile mantıksal düşünme yetenekleri arasında lineer bir ilişki olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar literatür ile uyum içindedir. Mantıksal Düşünme Yeteneğinin öğrencilerin fen derslerindeki başarısında çok önemli bir rol oynadığı çalışmalarla rapor edilmiştir (19, 20). Buna göre elde edilen regrasyon denklemi

$$Y' = 4,97 + 0,67 X_j$$

olarak bulunmuştur.

### SONUÇ VE ÖNERİLER

Regrasyon sonuçları; öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinin öğrencilerin başarılarını çok etkilediğini göstermiştir. Bu çalışmanın önemli sonuçlarından biri de öğrencilerin öğrenim gördükleri kademelere bağlı olarak; mantıksal düşünme yetenekleri gelişim gösterirken, bu seçilen kavramların anlaşılma düzeylerinde ise bu gelişmenin gözlenmemesidir. Öğrencilerin bilimsel başarılı ve mantıksal düşünme yetenekleri ise öğretim kademesine göre bir değişim göstermektedir (tablo1). Temel fen kavramlarının anlaşılma düzeyinin belirlendiği test 2 analiz sonuçları ise bu seçilen kavramların öğrenciler tarafından tam anlaşılmadığını göstermiştir. Analiz sonuçları; 8.sınıf öğrencilerinin %90,5'inin, 8.sınıf öğrencilerinin %73,6'sının, 9.sınıf öğrencilerinin ise %62,6'sının bu kavramları hiç öğrenemediğini, öğrencilerin 5.sınıflarda %1,9'unun 8. sınıflarda % 6,6 'sının ve 9. sınıflarda % 17,5'inin bu kavramları anlamlı bir şekilde öğrendiğini göstermektedir. Bu sonuçlar bizi ya öğrencilerin bu kavramları anlamlı bir şekilde öğrenemediğini, ya da bizim

öğretilmediğimizi ortaya koymaktadır. Bu temel kavramlar ilköğretimin 4. sınıfından başlayarak öğretilmektedir. Öğrenciler bu kavramların atom ve molekül gibi soyut terimlerle yapılan tanımlarıyla erken yaşlarda tanışmaktadırlar. Halbuki yapılan çalışmalarda (Lawson ve Renner, 1975; Cantu ve Herron, 1978; Marek, 1986a; Marek 1986b) öğrencilerin somut kavramları tam öğrenmeden soyut kavramları öğrenemeyecekleri ve mantık yürütme- bilme kabiliyetlerinin geliştiği 14. ve 15. yaşlarda ancak bu kavramları öğrenebilecekleri belirtilmiştir. Piaget'e göre kişinin zihin gelişimi dört dönem halinde gerçekleşir Somut işlemler döneminde (7-12 yaş) çocuk ancak somut işlemleri yapabilir. Soyut olan elle tutulup, gözle görülemeyen işlemler henüz gerçekleşemez. Bu dönemde çocuklara verilecek eğitim onların yeni-yeni kazanmakta oldukları becerileri uygulamaya yönelik olmalıdır. Soyut işlemler döneminde (12 yaş ve sonrası) birey ergenlik dönemi ile birlikte yetişkin gibi düşünebilme özelliklerini kazanır, soyut kavramları öğrenme bu dönemde başlar. Bu dönemde zihinsel işlemler yapabilir, hipotez geliştirerek problemlere analitik çözümler getirebilir (Piaget, 1973; Martin, ve 1997 Renner vd 1988). Erken yaşlarda bu kavramların soyut terimlerle verilmesi öğrencinin anlamasını güçleştirmektedir. Bu da ilerdeki öğrenim dönemlerinde öğrencilerin özellikle fen konularına "Zaten zor, öğrenemem." korkusu ile yaklaşmasına, ayrıca temel kavramlar tam kavranılarak öğrenilmediğinden hep ezbere yönelmesine ve zamanla da öğrendiklerini unutmalarına neden olmaktadır. Bu amaçla ilköğretimden itibaren soyut kavramların öğretilmesinde geleneksel yöntem yanında diğer öğretim yöntem ve teknikleri kullanılmalıdır. Bunun için öncelikle fen derslerini verecek olan öğretmenlerin yetiştirilmesine önem verilmeli, öğretmenlere birçok öğretim yöntem ve tekniği öğretilmelidir. Böylece iyi yetişmiş, birçok yöntem ve tekniği rahatça kullanabilen öğretmenler sayesinde öğrencilerde erken yaşlarda oluşan kavram kargaşasının önlenebileceği şüphesizdir. Yapılan araştırmalar öğrencilerin çeşitli yöntem ve teknikler kullanıldığında akademik başarılarının, hatırlama düzeylerinin arttığını ve kavramların doğru olarak öğrenildiğini göstermektedir (Bayram, H. vd 1996; Bayram, H. vd 1997; Gürdal, A., ve 1998). O halde kavram kargaşasını önlemek istiyorsak, ilköğretimin başından itibaren kavramlar doğru olarak verilmeli, çeşitli etkinliklerle öğrenci merkezli eğitim yapılmalı, öğrencinin kendi yapması ve bulmasına imkan verilmelidir. Ancak bu şekilde anlamlı öğrenme sağlanabilir.

Bunun içinde ilköğretimde fen derslerini verecek öğretmenlerin iyi yetiştirilmesi, alan bilgisinin yanında, bu alanın etkili bir şekilde nasıl öğretilbileceğinin de onlara öğretilmesi gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- Abraham, M.R., Grzybowski, E.B., Renner, J.W., Marek. E.A.U992) Understandings and misunderstandings of eight graders of five chemistry concepts found in textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol.29, No.2, 105-120.
- Bayram, H., Salan,Ü.,Gürdal, A. (1996) Stokiyometrik problem çözümlerinde kavram haritasının başarıya etkisi. *II. Ulusal Eğitim Sempozyumu*, 1.8-20 Eylül 1996 Atatürk Eğitim Fakültesi Marmara Üniversitesi Bildiri Yayınları İstanbul.
- Bayram, H., Sökmen, N., Savcı,H.( 1997) "Ön bilgi, mantıksal düşünme yeteneği, laboratu- var ve kavram haritası yöntemlerinin temel kimya kavramlarının öğretilmesinde başarıya etkisi" *Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, sayı:9, sayfa:79-88 istanbul.
- Ben-Zvi, R., Eylon, B.ve Silberstein, J.(1986) 'Is an atom of copper malleable?', *Journal of Chemical Education* 63<1>:64-6.
- Ben-Zvi, R., Eylon, B.ve Silberstein, J.( 1987) 'Students'visualisation of chemical reaction', *Education in Chemistry* 24(3): 117-20.
- Ben-Zvi. R., Eylon, B.,Silberstein, J.(1988) Theories, principles and laws', *Education in Chemistry* 25:89-92.
- Bouma, H., Brandt, I.ve Sutton, C.(1990) *Words as Tools in Science Lesaons*.  
Chemiedidactiek, University of Amsterdam.
- Briggs, H.ve Holding, B.( 1986) *Aspects of secondary students' understanding of elementary ideas in chemistry*. Centre for Studies in Science and Mathematics Education, University of Leeds.
- Cantu, L.R. ve Herron, J.( 1978) Concrete and formal Piagetian stages and science concept attainment. *Journal of Research in Science Teaching*. 15, 135-143.
- Geban, Ö. (1990)." Effects of two different instructional treatments on the students' chemistry achievement, science process skills, and attitudes towards chemistry at the high school level". *Doktora Tezi*, ODTÜ - Ankara.
- Gürdal, A., Bayram,H., Şahin, F.(1998) "İlköğretim Okullarında enerji konusunun entegrasyon ile öğretilmesi" *II.Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu* 23-25 Eylül. Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Lawson, A.E. ve Renner, J.W.(1975) Relationships of science subject matter and develop- mental levels of learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 12, 347-358.
- Marek, E. A.(1986a) Understanding and misunderstanding of biology concepts. *The American Biology Teacher*. 48(1), 37-40.



- Marek, E. A.** (1986b) They'll misunderstand, but they'll pass. *The Science Teacher*, 53(9), 32- 35.
- Norusis, M.J.** (1991). *The SPSSguide to data analysis for SPSS/PPC*(2<sup>nd</sup> ed.). Chicago, IL : SPSS Inc.
- Pandilla, M.J., Okey, J.R., Dillashaw, F.G.** (1983). "The relationship between science process skill and formal thinking abilities" *Journal of Research in Science Teaching*, 20(3), 239 - 246.
- Tobin, K., Capie, W.** (1982)." Relationship between formal reasoning ability, locus of control, academic engagement and integrated process skill achievement", *Journal of Research in Science Teaching*, 19, 2, 113-121.
- Tobin K. Capie, W.** (1981). Test of Logical Thinking *Department of Science Education, University of Georgia, Athens, GA 30602.*
- Vogelezang, M.J.**(1987) 'Development of the concept of "chemical substance"-some thoughts and arguments'. *International Journal of Science Education* 9(5):519-28