

ÖNBİLGİ, MANTIKSAL DÜŞÜNME YETENEĞİ, LABORATUVAR VE KAVRAM HARİTASI YÖNTEMLERİNİN TEMEL KİMYA KAVRAMLARININ ÖĞRETİLMESİNDE BAŞARIYA ETKİSİ

Yrd. Doç.Dr.Hale Bayram *
Yrd.Doç.Dr Nihal Sökmen **
Prof.Dr. Hikmet Savcı*

ÖZET

Bu çalışma Laboratuar ve Kavram Haritası yöntemlerinin temel kimya kavramlarının öğretilmesinde başarıya etkisini belirlemek ve bu iki yöntemden hangisinin daha etkili olduğunu belirlemek amacı ile yapılmıştır. Bu araştırma Marmara Üniversitesi Sınıf öğretmenliği Bölümünde " Madde ve Özellikleri" dersini alan 77 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Konular kontrol grubunda (G1) yer alan 41 öğrenciye Geleneksel Yöntem ile (öğretim Yöntemi 1), deney grubunda (G2) yer alan 36 öğrenciye ise Geleneksel Yöntem yanında Kavram Haritaları kullanılarak (Öğretim Yöntemi 2) anlatılmıştır. Tobin ve Capie tarafından geliştirilmiş Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi (MDYT) ve araştırmacılar tarafından hazırlanan Bilimsel Başarı Testi (BBT) her iki gruba da öntest olarak verilmiştir ve 4 haftalık uygulama sonunda BBT her iki gruba sontest olarak uygulanmıştır. Daha sonra ise kontrol ve deney grubu öğrencilerine 6 hafta boyunca temel kimya kavramları ile ilgili laboratuar deneyleri yaptırılmış (Öğretim Yöntemi 3 ve Öğretim Yöntemi 4) BBT her iki grubada tekrar verilmiştir. Verilerin çözümlenmesi SPSS/PC paket programı kullanılarak yapılmıştır. Sontest sonuçlarına F testi ve Tukey testi uygulanmıştır. Analizlerden elde edilen sonuçlar, Öğretim Yöntemi 4 ile öğretilen öğrencilerin istatistiksel olarak, Öğretim Yöntemi 3, Öğretim Yöntemi 2 ve Öğretim Yöntemi 1 ile öğretilen öğrencilerden daha başarılı olduğunu göstermiştir. Ayrıca, mantıksal düşünme yeteneği, önbilgi, öğretme yönteminin öğrencilerin temel kimya kavramlarını öğrenmesindeki rolü adım adım çoklu regresyon analizi ile belirlenmiştir. Analiz sonuçları ise hem önbilgi hem de kullanılan öğretim yöntemlerinin temel kimya kavramlarının öğretilmesinde anlamlı bir rol oynadığını göstermiştir.

GİRİŞ

Kimya eğitiminin en önemli hedeflerinden biri de öğrencilerin kimya kavramlarını doğru bir şekilde öğrenmelerini ve bu kavramları doğru bir şekilde kullanmalarını sağlamaktır. Bu konuda yapılan bir çok araştırma kimyanın temelini oluşturan ve ilk öğretimden itibaren verilmeye başlanan bazı temel fen kavramlarının (madde-cisim, element- bileşik, kütle-ağırlık, homojen karışım

* Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi, Kimya Eğitimi Bölümü

** Marmara Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu

heterojen karışım gibi) tam ve doğru bir şekilde öğrenilmediğini ortaya koymuştur (Jones ve Linch, 1989; Vogezang ,1987; Briggs ve Holding, 1986; Mullet ve Gervars, 1990; Pioto, vd., 1989; Abraham vd., 1992; Tiberghien, 1983; Harris, 1981; Hewson, 1984; Bar, 1986; Bar ve Travis, 1991). Ülkemizde de çok az sayıda yapılan çalışmalarda temel fen kavramlarının değişik eğitim seviyesindeki öğrencilerde anlaşılma düzeyleri araştırılmıştır. (Ayas, vd., 1993; Akçay, 1993; Önal, vd., 1994; Bayram, vd., 1997, Sökmen,vd.,1997). Bu araştırmalar öğrencilerin kavram kargaşası içinde olduklarını ve ezberci bir eğitim sonucu kavramların kalıcı bir şekilde anlaşılmadığını ve birçok kavramın birbirini yerine kullanıldığını ortaya koymuştur.

Bilimsel başarıyı geliştirmedeki en etkili yol öğretme şeklindedir. Ülkemizde halen fen eğitimi geleneksel yöntem ile sürdürülmektedir. Geleneksel eğitim, öğrencinin bir öğretmen tarafından otoriter şekilde doktrine edilme kavramı etrafında geliştirilmiştir (Ertepinar.vd., 1994) 1960'lı yıllardan beri dünyada fen bilgisi eğitimi çeşitli metodlara dayandıran müfredat programları izlenmiştir. 1980'li yıllarda ise sosyal iletişim ile öğretim metodları önem kazanmaya başlamıştır. Geleneksel sınıf öğretimine ilaveten verilen Laboratuar Yönteminin fen bilgisi başarısını büyük ölçüde arttırdığı yapılan araştırmaları ile ortaya konmuştur (Ayas , vd.,1994; Ertepinar.vd.,1994). Ülkemizde de geleneksel öğretimi destekleyici yönde verilen bilgisayar destekli eğitimin öğrencinin fen bilgisi başarısını ve fen bilgisine olan ilgisini arttırdığını göstermiştir (Geban, ö vd, 1994.). Fen kavramlarının öğretilmesinde kullanılan diğer bir yöntem ise kavram haritaları yöntemidir. Bu yöntem öğrencilerin ezberlemeden öğrenmelerini ve konular arasında bağlantı kurmalarını kolaylaştırmaktadır Kavram haritaları hem öğrencilerin fen kavramlarını anlamlı bir şekilde öğrenmesinde hemde bilimsel başarılarının değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (Novak, J. D. 1980). Kavram Haritaları oluşturma tekniği; kavramlar arasındaki ilişkinin grafiksel bir yolla ifade edilmesidir. Kavram haritası hazırlanırken genellikle kavram daire içine alınır ve çizgilerle alt kavramlar birleştirilir. İki kavram arasına bir çizgi çekilip bu çizgi üzerine de kavramlar arasındaki ilişkinin türü yazılır. Böylece kavramlar bir plan dahilinde bağlanmış olur. Eğer pek çok kavram birleştirilirse öğrencinin bilgi temelini ortaya koyan bir şema oluşturulmuş olur öğrenciler bu şekilde öğrendikleri kavramları, daha önce öğrendikleri ile birleştirebilmektedir. Kavram Haritası, öğrencilerin kavrayarak öğrenmeleri yanında yanlış kavramaları da düzeltilmesine yardımcı olur (Marek, E. A., 1986, Stewart, J., vd 1979). Kavram Haritası yalnızca öğrencilerin fen kavramlarını anlamlı bir şekilde öğrenmesinde değil, aynı zamanda öğretmenlerin öğrencilere kavramları öğretmesinde de yardımcı olmaktadır.

AMAÇ

Bu çalışmanın amacı 'Madde ve özellikleri' dersinde ve bu ders ile ilgili temel kimya kavramların (kütle-ağırlık, madde-cisim, element-bileşik, homojen karışım-heterojen karışım) öğretilmesinde Laboratuar ve Kavram Haritaları Yönteminin başarıya etkisini incelemek ve bu iki metodun hangisinin daha etkili olduğunu belirlemek amacı ile yapılmıştır. Ayrıca, mantıksal düşünme yeteneği,

önbilgi, öğretim yöntemlerinin öğrencilerin temel kimya kavramlarının öğrenmesindeki rolünü belirlemek amaçlanmıştır.

YÖNTEM

Denekler

Araştırma M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesinde 1996-1997 öğretim yılında 'Madde ve Özellikleri' dersini alan Sınıf öğretmenliği Bölümü 2.3 sınıf öğrencilerinden toplam 77 öğrenciye uygulanmıştır, öğrenciler seçkisiz olarak iki gruba ayrılmıştır. Geleneksel yöntem ile öğretilen 41 öğrenci Kontrol Grubunu, geleneksel yöntem yanında Kavram Haritaları ve Laboratuvar Yöntemi kullanılarak öğretilen 36 öğrenci Deneysel Grubunu oluşturmuştur.

Bilgi Toplama Aracı

Bu çalışmanın değerlendirilmesi, araştırmacılar tarafından hazırlanan Bilimsel Başarı Testi (BBT) ile yapılmıştır. BBT'i öğretilmesi amaçlanan kavramları, bilme ayırt etme ve yerinde kullanmayı ölçen 18 soru içermektedir. Testin geçerliliği araştırmayı yapan öğretim üyeleri tarafından kabul edilmiştir. Araştırmada kullanılan ikinci test ise Mantıksal Düşünme Yeteneği Testidir (MDYT) Bu test Kenneth G.Tobin ve William Capie tarafından geliştirilmiş olup, öğrencilerin düşünme yeteneklerini anlamak amacı ile verilmiştir. MDYT'i 10 sorudan oluşan; değişkenleri tanımlama ve kontrol etme, orantı kurabilme, ilişki geliştirebilme, olasılık hesaplama ve birleştirebilme kabiliyetlerini ölçen bir testtir (Tobin ve Capie, 1981).

Yöntem

Bu araştırma 'Madde ve Özellikleri' dersinde yaklaşık on bir hafta sürmüştür. Grupların ön bilgileri BBT ile belirlenmiştir. Fen bilgisi başarısında önemli bir rol oynayan mantıksal düşünme yeteneğini ölçen MDYT'i öntest olarak uygulanmıştır. Konular her iki gruba da aynı öğretim üyesi tarafından öğretilmiştir. Yaklaşık dört hafta boyunca Kontrol Grubundaki (G1) öğrencilere dersler geleneksel yöntem ile, Deneysel Grubundaki (G2) öğrencilere ise; konuyla ilgili araştırmacılar tarafından hazırlanan kavram haritaları dağıtılmış ve geleneksel yöntem yanında bu haritalar kullanılarak anlatılmıştır. Uygulama sonunda her iki gruba da BBT son test olarak verilmiştir. Daha sonra Geleneksel Yöntem ile öğretilen öğrencilere (G3) ve kavram haritası yöntemi uygulanan gruba (G4) altı hafta boyunca bu kavramlar ile ilgili laboratuvar deneyleri yaptırılarak BBT'i tekrar verilmiştir. Uygulama sonunda elde edilen veriler F testi ve Tukey testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Ayrıca, mantıksal düşünme yeteneği, ön bilgi, öğretim yönteminin öğrencilerin temel kimya kavramlarının öğrenmesindeki rolü adım adım çoklu regresyon analizi ile belirlenmiştir Bunun için SPSS/PC paket programından faydalanılmıştır (Norusis,1991).

BULGULAR VE YORUMLAR

Öntest verilerinin değerlendirilmesi t-testi kullanılarak yapılmıştır. Her iki grup için BBTöntest (T_j) ve MDYT öntest ortalamaları (M), ortalama standart hatalar (σ_j) ve hesaplanan t değerleri Çizelge-1'de verilmiştir. Analizlerden elde edilen sonuçlar başlangıçta deney (G2) ve kontrol (G1) grupları arasında ön bilgi ($t=-0,13$ $p>0,05$) ve mantıksal düşünme yeteneği ($t=0,69$ $p>0,05$) açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını göstermiştir. Hesaplanan t değerleri tablodaki ($t_{tablo} = 1,99$) değerlerinden daha küçüktür (Guilford, 1965).

Uygulama sonunda elde edilen sontest verileri, F testi ve Tukey testi

Çizelge-1. Grupların öntest ve MDYT 'i ortalamaları ve t değerleri

	<i>Deney</i>	<i>Grubu</i>	<i>Kontrol</i>	<i>Grubu</i>	
	M_d	σD	M_k	σD	t
<i>Öntest (Ti)</i>	8,03	0,53	8,12	0,46	-0,13
<i>MDYT</i>	5,02	0,38	4,66	0,37	0,69

kullanılarak değerlendirildiğinde Laboratuvar + Kavram Haritaları Yönteminin (öğretim Yöntemi 4), Laboratuvar Yöntemi (Öğretim Yöntemi 3) ve Kavram Haritaları Yönteminin (öğretim Yöntemi 2) her üçünün de istatistiksel olarak Geleneksel Yönteme (öğretim Yöntemi 1) göre daha başarılı olduğu ($F=55,22$ $p<0,05$) görülmüştür (Çizelge2).

Çizelge-2 . Gruplara uygulanan Tukey testi sonuçları

Grup	N	M	kritik aralığı
öğretim Yöntemi 1 (Geleneksel Yöntem)	41	11,93	
Öğretim Yöntemi 2 (Geleneksel Yöntem + Kavram Haritaları)	36	13,36	3,25
Öğretim Yöntemi 3 (Geleneksel Yöntem + Laboratuvar Yöntemi)	36	15,51	3,51
* Öğretim Yöntemi 4 (Geleneksel Yöntem + Kavram Haritaları + Laboratuvar Yöntemi)	41	16,56	3,68

* öğretim Yöntemi 2'nin öğretim Yöntemi 1'den 0,05 seviyesinde daha başarılı olduğunu göstermektedir.

" Öğretim Yöntemi 3'ün Öğretim Yöntemi 2 ve öğretim Yöntemi 1'den, 0,05 seviyesinde daha başarılı olduğunu göstermektedir.

*** öğretim Yöntemi 4'ün öğretim Yöntemi 3, öğretim Yöntemi 2 ve Öğretim Yöntemi 1'den, 0,05 seviyesinde daha başarılı olduğunu göstermektedir.

Geleneksel eğitimi destekleyici olarak verilen Laboratuvar ve Kavram Haritası yöntemlerinden hangisinin daha etkili olduğunu belirlemek amacı ile BBT sontest verilerine t testi uygulanmıştır, t testi sonuçları Kavram Haritaları Yönteminin (öğretim Yöntemi 2) Geleneksel Yönteme (öğretim Yöntemi 1) göre daha başarılı olduğunu ($t= 3,01$ $p<0,01$) göstermiştir. Hesaplanan t değerleri tablodaki ($t_{tablo} = 2,65$) değerlerinden daha büyüktür. Benzer şekilde G2 ve G3'ün sontest verilerine uygulanan t testi sonuçları Laboratuvar Yönteminin Kavram Haritası Yöntemine (öğretim Yöntemi 2) göre daha başarılı olduğunu ($t= 5,03$ $p<0,01$) göstermiştir. Hesaplanan t değerleri tablodaki ($t_{tablo} = 2,65$) değerlerinden daha büyüktür (Guilford, 1965).

Adım adım çoklu regresyon ile verilerin değerlendirilmesinde Geleneksel Yöntem ve Kavram Haritası Yönteminin uygulandığı grupların regresyon denklemi

$$Y = A + B_1 X_1 + B_2 X_2 + B_3 X_3$$

şekindedir. Burada Y bağımlı değişken olup öğrencilerin son test sonuçlarını, X_1 öğrencilerin ön test sonuçlarını, X_2 uygulanan öğretim yöntem değişkenlerini göstermektedir. Geleneksel Yöntem (0), Kavram Haritası Yöntemi (1) olarak değerlendirilmiştir. X_3 ise öğrencilerin Mantıksal Düşünme Yeteneği sonuçlarını göstermektedir. Çalışmanın ilk bölümündeki analiz sonuçları çizelge- 3' de verilmiştir.

Çizelge-3 . öğretim Yöntemi 1 ve öğretim Yöntemi 2' nin Regresyon sonuçları

	B	«2	% değişim	F
ÖNBİLGİ	0,241	0,111	11,10	9,27*
METOD	1,457	0,221	11,00	10,46*
TÜM MODEL	10,92	0,221	22,10	10,46*

* P <0,05

Değişkenler regresyon denklemine sırasıyla ön bilgi, Mantıksal Düşünme Yeteneği ve öğretim Yöntemi olarak girilmiştir. Mantıksal Düşünme Yeteneği sonuçları elde edilen regresyon denkleminde yer almamıştır. Buna göre elde edilen regresyon denklemi

$$Y^1 = 9,94 + 0,24 X_1 + 1,46 X_2 \text{ olarak bulunmuştur.}$$

Adım adım çoklu regresyon ile çalışmanın ikinci kısım verilerinin değerlendirilmesinde Geleneksel Yöntem ve Kavram Haritası Laboratuvar

Yöntemlerinin birlikte uygulandığı grupların regresyon denklemi

$$Z' = A' + B'a X_4 + B'2 X_5 + B'3 X_6$$

şeklindedir. Burada Z' bağımlı değişken olup öğrencilerin son test sonuçlarını, X₄ öğrencilerin ön test sonuçlarını, X₅ uygulanan öğretim yöntem değişkenlerini göstermektedir. Geleneksel yöntem (0), Kavram Haritası + Laboratuvar Yöntemi (1) olarak değerlendirilmiştir. X₆ ise öğrencilerin Mantıksal Düşünme Yeteneği sonuçlarını göstermektedir. Çalışmanın ikinci bölümündeki analiz sonuçları çizelge- 4' de verilmiştir.

Çizelge-4 . Öğretim Yöntemi 1 ve Öğretim Yöntemi 4' nin Regresyon sonuçları

	B'	R ²	% değişim	F
ÖNBİLGİ	0,124	0,018	1,80	84,34*
METOD	4,629	0,677	67,71	157,42*
TÜM MODEL	10,918	0,695	69,51	157,42*

* P <0,05

Değişkenler regresyon denklemine ön bilgi, mantıksal düşünme yeteneği ve yöntem olarak girilmiştir. Mantıksal düşünme yeteneği sonuçları 2. regresyon denklemine de yer almamıştır. Bu da Mantıksal Düşünme Yeteneğinin ileri yaş gruplarında önemli olmadığını göstermiştir. Erken yaşlarda ise Mantıksal Düşünme Yeteneğinin öğrencilerin fen ders- lerindeki başarısında önemli bir rol oynadığı çalışmalar ile rapor edilmiştir (Tobin ve Capie, 1982; Pandilla vd., 1983). Buna göre elde edilen regresyon denklemi

$$Z' = 10,919 + 0,124 X_4 + 4,629$$

X₅ olarak bulunmuştur (Nie vd, 1975).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırma Geleneksel Yöntem yanında Laboratuvar ve Kavram Haritaları Yöntemlerinin, temel kimya kavramlarının öğretilmesinde başarıya istatistiksel olarak anlamlı bir katkıda bulunduğunu göstermiştir (p<0,05). Regresyon sonuçları ise temel fen kavramlarının öğretilmesinde en önemli belirleyicinin öğretim yöntemi olduğunu göstermiştir. İstatistiksel sonuçların değerlendirilmesi ile çıkarılan diğer önemli bir sonuç ise; daha önceden kazanılan ön bilginin de bilimsel başarı sonuçlarını etkilemesidir. Sadece Kavram Haritaları Yönteminin kullanıldığı grupta (öğretim Yöntemi 2) ön bilgi son test sonuçlarına %11.1' lik bir varyans sağlarken Laboratuvar ve Kavram Haritaları Yönteminin birlikte kullanıldığı grupta (Öğretim Yöntemi 4) bu artış ancak % 1,80 olarak belirlenmiştir (p<0.05). Bu da öğrencilerde erken yaşlarda oluşan kavram kargaşasının giderilmesinde farklı öğretim yöntemlerinin kullanılmasının ne kadar etkili olduğunu göstermektedir. Kavram Haritaları Yöntemi, Geleneksel

Yönteme göre öğrencilerin bilimsel başarısında % 11,00'lik daha büyük bir artışa neden olurken Laboratuvar ve Kavram Haritaları Yönteminin birlikte kullanıldığı grupta bu artış % 67,71 olarak belirlenmiştir

Fen öğretiminin temelini teşkil eden temel fen kavramlarının öğretilmeye başlandığı ilköğretim 4,ve 5. sınıf fen derslerinde temel kavramların tam ve doğru olarak öğretilmesi çok önemlidir. Bu amaçla ilköğretimde fen derslerini verecek olan öğretmenlerin yetiştirilmesine önem verilmeli, birçok öğretim yöntemi öğretilmeli, laboratuvar deneyimleri kazandırılmalıdır. Böylece iyi yetişmiş, birçok yöntemi rahatça kullanabilen öğretmenler sayesinde öğrencilerde erken yaşlarda oluşan kavram kargaşasının önlenebileceği kanısındayız. İlköğretimden başlayarak öğretimin her kademesinde geleneksel öğretimin yanı sıra Kavram Haritaları ve Laboratuvar gibi diğer öğretim yöntemlerinin kullanılması bu nedenle çok önemlidir.

KAYNAKLAR

- Abraham, M.R., Grzybowski, E.B., Renner, J.W., Marek, E.A. "Understandings and misunderstandings of eight graders of five chemistry concepts found in textbooks". **Journal of Research in Science Teaching**, 1992, 29(2), 105-120.
- Akçay, H. Türkiye'de kimya eğitiminin gelişimi ve sorunları. İzmir I. Eğitim Kongresi Bildirileri ,25-27 Kasım 1993. Buca Eğitim Fakültesi Yayını 1993.
- Ayas, A., Çepni, S., Akdeniz, A.R. Development of the Turkish secondary science curriculum. **Science Education**, 1993, 77(4), 433-440.
- Bar, V. The development of the conception of evaporation, The Amos de Shalit Science Teaching Centre, The Hebrew University of Jerusalem, Israel 1986.
- Bar, V. ve Travis, A.S. "Children's views concerning phase changes", **Journal of Research in Science Teaching**, 1991, 28(4), 363-82.
- Bayram, H., Salan, Ü., Gürdal, A. Stokiyometrik problem çözümlerinde kavram haritasının başarıya etkisi. II. Ulusal Eğitim Sempozyumu, 18-20 Eylül 1996 Atatürk Eğitim Fakültesi Marmara Üniversitesi Bildiri Yayınları, İstanbul 1996.
- Bayram, H., Sökmen, N., Salan, Ü. Sınıf öğretmenliği Bölümü öğrencilerinin temel fen kavramlarını anlama düzeyi. III. Ulusal Sınıf Öğretmenliği Sempozyumu, 23-24 Ekim 1997 Çukurova Üniversitesi Adana.
- Briggs, H., Holding, B. Aspects of secondary students' understanding of elementary ideas in chemistry, Centre for Studies in Science and Mathematics Education, University of Leeds 1996.
- Geban, Ö., Ertepinar, H., Yılmaz, G., Altan, A. Bilgisayar destekli eğitimin öğrencilerin fen bilgisi başarısına ve fen bilgisine etkisi. I Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu Bildiri özetleri Kitabı, 1-2, 9 Eylül Üniversitesi, İzmir 1994.
- Guilford, J. P. **Fundamental statistics in psychology and education**, McGraw-Hill Book Company, New York, 1965.
- Harris, W.F. 'Heat in undergraduate education, or isn't it time we abandoned the theory of caloric?*', **International Journal of Mechanical Engineering Education**, 1981, 9, 317-21.
- Hewson, M.G. ve Hamlyn, D. The influence of intellectual environment on conceptions of heat', **European Journal of Science Education**, 1984, 6(3), 245-62.
- Jones, B.L. ve Lynch, P.P. Children's understanding of the notions of solid and liquid in relation to some common substances', **International Journal of Science Education**, 1989, 11(4), 417-27.

- Marek, E. A. Understanding and misunderstanding of biology concepts. **The American Biology Teacher**, 1986a, 48(1), 37-40.
- Mullet, E. ve Gervais, H. 'Distinction between the concepts of weight and mass in high scho- 61 students', **International Journal of Science Education**, 1990, 12(2), 217-26.
- Nie, N.H. vd., Statistical packages for social sciences (2 nd ed.). New York : McGraw-Hill 1975.
- Norusis, M.J. **The SPSS guide to data analysis for SPSS/PC** (2nd ed.). Chicago, IL: SPSS Inc 1991.
- Novak, J. D. Learning Theory Applied to the Biology Classroom. **The American Biology Teacher**, 1980, 42(5), 280-285.
- Önal, A., Geban, Ö., Kayatürk, N., Tamer, P.t. Genel lise programında yer alan kimya konularıyla ilgili derslerin müfredatlarının incelenmesi ve ders geçme sisteminin değerlendirilmesi. I. Ulusal Fen Bilimleri Eğitim Sempozyumu: Bildiri Özetleri Kitabı, ss: 39-40, 9 Eylül Üniversitesi, İzmir 1994.
- Pandilla, M.J. , Okey, J.R., Dillashaw, F.G. The relationship between science process skill and formal thinking abilities. **Journal of Research in Science Teaching**, 1983, 20(3), 239-246.
- Pieto, J., Blanco, A. Ve Rodriguez, A. The ideas of 11-14 year-old students about the nature of solutions', **International Journal of Science Education**. 1989, 11(4), 451-63.
- Sökmen , N., Bayram., H., Salan ,Ü., Savcı , H., Gürdal, A., Kavram haritasının fen bilgisi başarısına etkisi . IV Eğitim Bilimleri Kongresi Bildirileri , 10-12 Eylül 1997 Anadolu Üniversitesi, Eskişehir 1997.
- Stewart,J.,Vankirk, J.,Rowell, R., Concept Maps, **The American Biology Teacher**, 1979, 41(3), 171-175.
- Tiberghien, A. 'Critical review on the resarch aimed at elucidating the sense that the notions ot temperature and heat have for students aged 10 to 16 years', **Research on Physics Education**, Proceedings of the first international workshop, 26 June-13 July, La Londe les Maures, France, Editions du Centre National de ka Reccherche Scientifique, Paris, 1984, 75-90.
- Tobin, K., Capie, W. Test of Logical Thinking, Department of Science Education, University of Georgia, Athens, GA 30602 1981.
- Tobin, K.G., Capie, W. Relationships between formal reasoning ability, locus of control, aca- demic engagement and integrated process skill achievement. **Journal of Research in Science Teaching**, 1982, 19(2), 113-121.

Vogelezang, M.J. 'Development of the concept of "chemical substance"-some thoughts and arguments', **International Journal of Science Education**, 1987, 9(5), 519-28.

