

GELENEKSEL ÖĞRETİM YÖNTEMİNİN ODTÜ ÖĞRENCİLERİNİN MEKANİK DERSİNDEKİ KAVRAM YANILGILARINA ETKİSİ

THE EFFECT OF TRADITIONAL LECTURING ON METU STUDENTS' MISCONCEPTIONS IN A MECHANICS COURSE

Dr. Ali ERYILMAZ

Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Eğitim Fakültesi
Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü

Prof. Dr. Ali TATLI

Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Fen-Edebiyat Fakültesi
Fizik Bölümü

ÖZ

Bu çalışma, Batı'da bu alanda yapılan araştırmaların Türk üniversite öğrencileri ile yapılmış bir tekrarı niteliğindedir. Çalışmanın amacı üniversitelerde yaygın olarak kullanılan geleneksel öğretim yönteminin, birinci sınıf öğrencilerinin mekaniğe giriş dersindeki kavram yanlışlarına etkisini araştırmaktır.

Türkçe çoktan seçmeli sorulardan oluşan Mekanik Kavram Yanılgısı Testi, öntest olarak 946 ve sontest olarak 506 üniversite birinci sınıf öğrencisine mekaniğe giriş dersinde uygulandı. İstatistiksel analizler hem önteste hem de sonteste giren 435 öğrenci üzerinde yapıldı. Cinsiyet farkının olup olmadığı bağımsız t-testi, geleneksel öğretim yönteminin öğrencilerinin kavram yanlışlarına etkisinin olup olmadığı bağımlı t-testi ve öğrencilerin kavram yanlışları ile fizik derslerindeki başarıları arasında bir ilişki olup olmadığı ise ilişki analizi ile incelendi. İstatistiksel sonuçlar aşağıdaki farkların ya da ilgilerin anlamlı olduğunu gösterdi:

1. Erkek öğrenciler kız öğrencilerden daha az kavram yanlışısına ve daha fazla fizik başarısına sahipler.
2. Öğrencilerin kavram yanlışları ile fizik derslerindeki başarıları (öğrencilerin mekaniğe giriş dersinde aldıkları not ile ölçülmüştür) arasında anlamlı bir ilişki var. Öğrencilerin kavram yanlışları azaldıkça fizik derslerindeki başarıları artıyor.
3. Geleneksel öğretim yönteminin öğrencilerinin kavram yanlışlarına bir istatistiksel etkisi olduğu bulunmuştur. Yalnız bu etki pratikte yeterli olmaktan uzaktır.

Bulgular diğer ülkelerdeki bulgular ile karşılaştırıldıktan sonra bu kavram yanlışlarını azaltmak ya da yok etmek için fizik derslerinde neler yapılabileceği tartışılmıştır.

ABSTRACT

This study is a replication of European studies conducted with Turkish university students. The purpose is to investigate the effect of the conventional lecturing that is widely used in universities on freshmen students' misconceptions in an introductory mechanics course.

The Mechanics Misconception Test that contains Turkish multiple-choice items was administered to 946 freshmen students as a pre-test and to 506 freshmen students as a post-test in an introductory mechanics course. Statistical analyses were done on 435 students who took both the pre-test and the post-test. Gender differences were analyzed by independent t-test, the effect of conventional lecturing on students' misconceptions was analyzed by dependent t-test, and the correlation between students' misconceptions and achievement in physics was analyzed by correlation analysis. The statistical results showed that there are statistically significant mean differences or correlations as follows:

1. Male students show fewer misconceptions and higher achievement than female students.
2. The correlation between students' misconceptions and achievement in physics (measured by students' grade in the mechanics course) is statistically significant. The fewer the students' misconceptions are, the higher the students' achievement are.
3. Although there was a statistically significant effect of conventional lecturing on students' misconceptions, this effect was far from being great enough to have a practical significance.

After the findings were compared and contrasted with the findings in other countries, what could be done to decrease or dispell students' misconceptions in physics was discussed.

GİRİŞ

Bundan önceki çalışmalar, öğrencilerin üniversiteye ilk defa mekaniğe giriş dersine gelirken dersteki kavramlar hakkında boş değil, daha önceki deneyim ve resmi ya da resmi olmayan eğitim sonucu edindikleri sezgisel inançları (kavram yanlışları) ile birlikte geldiklerini çok net biçimde ortaya koymaktadırlar (Driver ve Easley, 1978; Helm, 1980; Gilbert, Watts ve Osborne, 1982; Halloun ve Hestenes, 1985b; Pines ve West, 1986). Bu ön kavramlar ya da kavram yanlışları ya da sezgisel inançlar öğrencilerin derste neler öğreneceğini belirleyen en önemli etkenlerden biridir. (Champagne, Klopfer, ve Anderson, 1980; Halloun ve Hestenes, 1985a; Eryılmaz, 1992;1996). Bundan dolayı araştırmacılar öğrencilerin kavram yanlışlarını azaltmanın ve böylece fizik başarılarını artırmanın yollarını aramaya başlamışlardır. Doğal olarak akla gelen ilk soru, yaygın biçimde kullanılan geleneksel öğretim yönteminin kavram yanlışlarını azaltıp azaltmadığı sorusudur. Bu alanda, Batı'da birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışma, Batı'da bu alanda yapılan araştırmaların Türk üniversite öğrencileri ile yapılmış bir tekrarı niteliğindedir. Çalışmanın amacı, üniversitelerde yaygın olarak kullanılan geleneksel öğretim yönteminin, birinci sınıf öğrencilerinin mekaniğe giriş dersindeki kavram yanlışlarına (misconceptions) etkisini araştırmaktır.

YÖNTEM

Evren ve Örneklem

Bu çalışmanın evreni, ODTÜ fizik bölümü tarafından verilen Phys 105 "Genel Fizik I" ya da Phys

111 "Fizik I (Mekanik)" dersine kayıt olan öğrencilerdir. Bu evrenden örneklem seçilmemiştir. Geliştirilmiş olunan mekanik kavram testi Phys 105 ve Phys 111 dersini veren ve bu testin uygulanmasına izin veren öğretim üyelerinin derslerinde uygulanmıştır. Çalışmaya hangi bölümlerin katıldığı ve bu bölümlerden öntesti, sontesti ve her iki testi kaç öğrencinin aldığı Tablo 1'de verilmiştir.

Ölçüm Araçları

i) Mekanik kavram yanlışlığı testi, öğrencilerin mekanik konularındaki kavram yanlışlıklarını ölçmek için geliştirilmiştir.

Mekanik kavram yanlışlığı testi aşağıdaki kavram yanlışlıklarını ölçmektedir.

1. *Gerçek sistemlere karşı ideal sistemler.* Bu kavram yanlışlığı testte 2 soru tarafından ölçülmüştür. Öğrenciler bir nesneye etki eden toplam kuvvet sıfır olmasına rağmen hızının düşeceğine inanmaktadırlar.

2. *Hareket kuvvet ima eder.* Bu kavram yanlışlığı testte 2 soru tarafından ölçülmüştür. Öğrenciler bir nesne sabit bir hız ile hareket etmesine rağmen hareket yönünde net bir kuvvet olduğunu düşünmektedirler.

3. *Kuvvet ivme ile değil, hız ile doğru orantılıdır.* Bu kavram yanlışlığı testte 4 soru tarafından ölçülmüştür. Öğrenciler sabit bir kuvvetin etkisi altında olan bir nesnenin, sabit bir hız ile hareket edeceği ($F=mV$) fikrini savunmaktadırlar.

4. *Çizgisel İmpetus Fiziği:* Bu kavram yanlışlığı

Tablo 1. Önteste, sonteste ve her ikisine giren öğrencilerin bölümleri ve sayıları

Bölüm	Öntesteki Öğrenci Sayısı	Sontesteki Öğrenci Sayısı	Her İki Testi Alan Öğrenci Sayısı
Fizik Eğitim	47	44	42
İnşaat Müh.	154	107	91
Kimya Eğitim	62	45	39
Jeoloji Müh.	40	32	25
Kimya ve Gıda Müh.	176	125	108
Kimya	80	46	42
Matematik Eğitim	48	23	21
Fizik	52	47	34
Makina Müh.	211	37	33
Matematik	76	—	—
Toplam	946	506	435

testte 2 soru tarafından ölçülmüştür. Öğrenciler bir nesne atıldığı zaman hareketin kaynağı, nesneye ortamın direnci tarafından yok edilinceye kadar nesnenin hareketini sağlayan bir hareket gücü verdiği inandırmaktadırlar. Bu transfer edilen hareket gücüne Impetus denmiştir.

5. *Grafik Yorumlanması*: Öğrenciler konum-zaman grafiğinden istenilen bilgilerin eğimden mi yoksa yükseklikten mi çıkartılacağını karıştırmaktadırlar.

Bu testin nasıl hazırlandığı, geçerlilik ve güvenilirliği ile ilgili bilgiler başka bir yerde ayrıntılı biçimde tartışılmıştır (Eryılmaz, 1992). Bu testte alınabilecek maksimum not 15'tir. Bu testte yüksek alan öğrencilerin kavram yanlışları az, düşük alan öğrencilerin kavram yanlışları fazla demektir.

ii) Öğrencilerin mekaniğe giriş dersindeki başarıları, derste aldıkları not ile ölçülmüştür. Bu not iki ara ve bir final sınavı notundan elde edilmiştir. Alınabilecek en yüksek not 80 olarak ayarlanmıştır.

İzlenen Yol

Türkçe çoktan seçmeli sorulardan oluşan mekanik kavram yanlışlığı testi, öntest olarak 946 ve sontest olarak 506 üniversite birinci sınıf öğrencisine mekaniğe giriş dersinde araştırmacılar tarafından uygulandı. Veriler (öğrencilerin adları, soyadları, cinsiyetleri ve bütün sorulara verdiği yanıtlar) bilgisayara girildikten sonra araştırmacılar tarafından geliştirilen Q-basic programıyla notlandırıldı. Bu çıktılar Minitab istatistik paket programı ile analiz edildi. İstatistiksel analizler hem önteste ve hemde sonteste giren 435 öğrenci üzerinde yapıldı. Cinsiyet farkının olup olmadığını bağımsız t-testi, geleneksel öğretim yönteminin öğrencilerinin kavram yanlışlarına etkisinin olup olmadığı bağımlı t-testi ve öğrencilerin kavram yanlışları ile fizik derslerindeki başarıları arasında bir ilişki olup olmadığı, ilişki analizi ile incelendi. Analizlerin her aşamasında bilgisayar kullanılması çalışmanın sonuçlarının daha güvenilir olmasını sağlamıştır.

Hipotezler

Aşağıdaki bütün hipotezler $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyinde kontrol edilmek için yazılmıştır.

1. Öğrencilerin mekanik kavram öntest ile sontest

notlarının ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

2. Kız ve erkek öğrencilerin mekanik kavram öntest notlarının ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

3. Kız ve erkek öğrencilerin mekanik kavram sontest notlarının ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

4. Kız ve erkek öğrencilerin mekaniğe giriş dersindeki başarı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

5. Öğrencilerin mekanik kavram öntest notlarıyla derste aldıkları başarı notları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki yoktur.

6. Öğrencilerin mekanik kavram sontest notlarıyla derste aldıkları başarı notları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki yoktur.

BULGULAR

Birinci hipotez bağımlı t-testi ile kontrol edilmiştir. Bu analizin sonuçları Tablo 2'de sunulmuştur. Tablonun ortaya koyduğu gibi birinci hipotez reddedilmiştir. Bir başka deyişle, öğrencilerin mekanik kavram öntest ve sontest notlarının ortalamaları arasında anlamlı bir fark vardır.

Tablo 2.

Öğrencilerin mekanik kavram öntesti ve sontesti ortalamaları arasındaki farkın anlamlılığını kontrol eden özet tablo

Değişken Adı	Ortalama	SS	N	df	t	p
Öntest	6.40	3.27	435	434	11.82	0.000*
Sontest	7.99	3.51				

* $p<0.05$

İkinci hipotez bağımsız t-testi ile kontrol edilmiştir. Bu analizin sonuçları Tablo 3'te verilmiştir. İstatistiksel analiz, erkek öğrencilerin mekanik kavram öntest ortalamalarının, kız öğrencilerin ortalamasından büyük olduğunu göstermiştir. Bu fark, $\alpha=0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Bundan dolayı, ikinci hipotez reddedilmiştir.

Tablo 3.

Kız ve erkek öğrencilerin mekanik kavram öntest ortalamaları arasındaki farkın anlamlılığını kontrol eden özet tablo

Değişken Adı	Ortalama	SS	N	df	t	p
Kız	4.72	2.46	169	421	9.99	0.000*
Erkek	7.47	3.27	266			

* $p < 0.05$

Üçüncü hipotezi kontrol etmek için bağımsız t-testi kullanılmıştır. Bu analizin sonuçları Tablo 4'te sunulmuştur. Bu analiz, kız ve erkek öğrencilerin mekanik kavram sontest ortalamaları arasında anlamlı bir fark olduğunu $\alpha = 0.05$ anlamlılık düzeyinde göstermiştir. Bundan dolayı, üçüncü hipotez reddedilmiştir.

Tablo 4.

Kız ve erkek öğrencilerin mekanik kavram sontest ortalamaları arasındaki farkın anlamlılığını kontrol eden özet tablo

Değişken Adı	Ortalama	SS	N	df	t	p
Kız	6.44	3.09	169	383	7.99	0.000*
Erkek	8.97	3.41	266			

* $p < 0.05$

Dördüncü hipotezi kontrol etmek için bağımsız t-testi kullanılmıştır. Bu analizin sonuçları Tablo 5'te verilmiştir. Bu tabloya dayanarak, dördüncü hipotez red edilmiştir. Başka bir deyişle, erkek öğrencilerin mekanik başarı ortalamaları kız öğrencilerin mekanik başarı ortalamalarından $\alpha = 0.05$ düzeyinde anlamlı olarak büyüktür.

Tablo 5.

Kız ve erkek öğrencilerin mekanik başarı ortalamaları arasındaki farkın anlamlılığını kontrol eden özet tablo

Değişken Adı	Ortalama	SS	N	df	t	p
Kız	46.90	16.00	169	365	5.04	0.000*
Erkek	54.90	16.40	266			

* $p < 0.05$

Beşinci ve altıncı hipotezi kontrol etmek için ilişki analizi kullanılmıştır. Bu analizin sonuçları Tablo 6'da sunulmuştur. Tablonun gösterdiği gibi, beşinci ve altıncı hipotez $\alpha = 0.05$ anlamlılık düzeyinde red-

dedilmiştir. Bir başka deyişle, öğrencilerin mekanik kavram öntest ve sontest notları ile dersteki başarıları arasında anlamlı bir ilişki vardır. Buna ek olarak, ilişki analizindeki katsayıların artı olması öğrencilerin mekanik dersindeki başarıları arttıkça mekanik kavram testinde aldıkları not artmakta, yani kavram yanlışlarının azalmakta olduğunu göstermektedir.

Tablo 6.

Öğrencilerin mekanik kavram sontest notları ile dersteki başarı notları arasındaki ilişkinin anlamlılığını kontrol eden özet tablo

	Başarı İlişki Katsayısı (r)	N	t	p
Öntest	0.38	435	8.31	0.000*
Sontest	0.52	435	11.97	0.000*

* $p < 0.05$

YORUM VE ÖNERİLER

Mekanik kavram testinin içeriğine bakıldığında, testten alınan ortalama notların çok düşük olduğu görülüyor. Öntestte ortalama testin %57'si yapılmamış ya da yanlış yapılmış iken, bir dönemlik mekaniğe giriş dersinden sonra bile testin %47'sinin yapılmamış ya da yanlış yapılması öğrencilerin dersleri geçmelerine karşın bu konularda ne kadar problemleri olduğunu göstermektedir. Bu kadar düşük notlar öğrencilerin fizik dersinde işittikleri ve gördükleri hemen hemen her şeyi yanlış yorumlamaya açık olduklarını göstermektedir.

Bu çalışmanın bulgularını üç bölümde özetleyebiliriz:

1. Erkek öğrenciler kız öğrencilerden daha az kavram yanlışına ve daha fazla fizik başarısına sahiptirler. Bu sonuç diğer araştırmalar tarafından da bulunmuştur (Adler, 1968; Za'rour, 1975; Johnson, 1987; Haggerty, 1991; Eryılmaz, 1996). Araştırmacılar bunun nedenlerini, biyolojik farklılıklar ve sosyo-kültürel farklılıklar olarak iki başlık altında toplamışlardır. Başarıdaki farklılığı açıklamak için biyolojik farklılıkları öne sürenler önceleri erkeklerin beyinlerinin daha büyük olduğu için bu farkın olduğunu öne sürüyorlardı. Daha sonra, bazı hayvanların beyinlerinin daha büyük olduğunun bulunması ile bu kuram çürümüştür. Bu farklılığı sosyo-kültürel olaylara bağ-

layanlar birçok neden öne sürmüşlerdir. Bu nedenlerin i) kızların bilimi erkek işi olarak görmeleri ve bundan dolayı bilimi sevip başarılı olamayacaklarını düşünmelerinden, ii) anne-babaların erkek çocuklarına daha fazla fen ile ilgili oyuncak aldıklarından, iii) kız öğrencilerin ileriki yaşamlarında fiziği meslek olarak düşünmemelerinden, iv) kız öğrencilerin kendilerine güvenlerinin ve fen ile ilgili ön deneyimlerinin daha az olmasından ve son olarak, v) fizik derslerinde kullanılan problemlerin, modellerin ve yaklaşımların toplumumuzdaki kızların ilgi ve deneyimlerine uymamasından kaynaklanabileceğini öne sürmüşlerdir (Whyte, 1984; Beyer ve Rich, 1987; Johnson, 1987; Chambers, 1993).

2. Öğrencilerin kavram yanlışları ile fizik derslerindeki başarıları arasında anlamlı bir ilişki vardır. Öğrencilerin kavram yanlışları azaldıkça fizik derslerindeki başarıları artmaktadır. Bu sonuç da diğer araştırmalar tarafından desteklenmektedir (Champagne et al, 1980; Halloun ve Hestenes, 1985b; Eryılmaz, 1992; 1996).

3. Geleneksel öğretim yöntemi öğrencilerin kavram yanlışlarını istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde azaltmıştır. Bu etki gücü (effect size) 0.49 olarak hesaplanmıştır ve orta etki gücüne sahiptir. Ama etki gücü yüksek (>0.80) olmadıkça geleneksel öğretim yöntemi pratikte yeterli olmaktan uzaktır. Bu bulgu da diğer araştırmalar tarafından paylaşılmaktadır (Halloun ve Hestenes, 1985a). Kavram yanlışlığı testinin Türkçe olması ve fizik dersinin İngilizce verilmesi etkinin az olmasına katkı sağlamış olabilir. Bunun için özelde fizik, genelde fen derslerinin İngilizce verilmesinin öğrencilerin kavram yanlışlarına ve başarılarına etkisini ölçecek araştırmalara gereksinim bulunmaktadır.

Bu çalışmanın sonunda fizik derslerini daha iyi vermek isteyen lise ve üniversite hocalarımıza bazı önerilerimiz olacaktır.

1. Derslerde öğrenciler tarafından anlaşılmayan kavramlara daha fazla önem verilmelidir. Hatta bu önem daha ileri seviyedeki konulardan bazılarının işlenmemesi demek olsa bile, temel kinematik kavramlara daha fazla önem verilmelidir (McDermott, Rosquist ve Van Zee, 1987).

2. Derslerde daha fazla konuyu bitirmeye değil,

öğrencilerde kavramsal-değişiklik yaratmaya önem verilmelidir (Posner, Strike, Hanson, ve Gertzog, 1982; Eryılmaz, 1996).

3. Öğrencilere fiziksel ilkeleri anlayabilecekleri kadar gözleme dayalı kuram öğretilmelidir.

4. Yeni kavramların daha fazla zekâyaya dayalı ve memnun edici görünebilmeleri için, hazır olan modeller, örneklemeler, benzetmeler, bilgisayar destekli eğitim yazılımları ve her türlü öğretim/öğrenim materyalleri kullanılmalıdır.

5. Warren'a göre (1979), bazı kavramların kitaplarda sunuluş biçimleri ve dolayısıyla öğretmenler tarafından öğretilmesi bazı yanlış kavramlara yol açmaktadır. Bundan dolayı, derste kullanılacak fizik kitabının seçimi öğrencilerin kavram yanlışlarını yok etmede önemli bir role sahiptir.

6. Öğretmenler kullandıkları sözcüklerin ne anlama geldikleri ile ilgili çok dikkatli ve titiz olmalıdır. Çünkü düzensiz bir dil ile sözcüklerin daha titiz kullanılması arasındaki fark öğrencilerin kavram yanlışlığına sahip olmasına yol açabiliyor (McClelland, 1985; Baker, 1991).

KAYNAKÇA

- Adler, L. K. (1966) "The Development of Concepts of Space, Matter, and Energy in Students at the College Level", *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 4: 41-43.
- Baker, A. (1991) "Misconceptions", *Science Education*, Vol. 75: 330-333.
- Beyer, H. ve S. K. Rich (1987) "Gender Issues in Physics Education", *Educational Research*, Vol. 40: 283-292.
- Caramazza, A., J. McCloskey ve B. Green (1981) "Naive Believes in 'Sophisticated' Subjects: Misconceptions About Trajectories of Objects", *Cognition*, Vol. 9: 117-123.
- Chambers, D. N. (1993) "Stereotyping Images of the Scientist: The Draw a Scientist Test", *Science Educational*, Vol. 67: 255-265.
- Driver, R., ve J. Easley (1978) "Pupils and Paradigms: A Review of Literature Related to Concept Development in Adolescent Science Students", *Studies in Science Education*, Vol. 5: 61-84.

- Eryılmaz, A.(1992) "Students' Preconceptions in Introductory Mechanics", Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi.
- Eryılmaz, A. (1996) "The Effects of Conceptual Assignments, Conceptual Change Discussions, and a CAI Program Emphasizing Cognitive Conflict on Students' Achievement and Misconceptions in Physics, *Dissertation Abstract International*, 57-04A, 1546.
- Gilbert, J. K., D. M. Watts ve R.J. Osborne (1982) "Students' Conceptions of Ideas in Mechanics", *Physics Education*, Vol. 17: 62-66.
- Haggerty, S. M. (1991) "Learning About Physics: A Study of a Grade 9 Science Class", *Educational Research*, Vol. 88: 353-364.
- Halloun, I. A., ve D. Hestenes (1985a) "The Initial Knowledge State of College Physics Students", *American Journal of Physics*, Vol. 53, No. 11: 1043-1048.
- Halloun, I. A., ve D. Hestenes (1985b) "Common Sense Concepts About Motion", *American Journal Of Physics*, Vol. 53, N.: 11: 1056-1065
- Helm, H. (1980) "Misconceptions in Physics Amongst South African Students", *Physics Education*, Vol. 15: 92-105
- Johnson, S. (1987) "Gender Differences in Science: Parallels in Interest, Experience, and Performance", *International Journal of Science Education*, Vol. 9: 467-481
- McClelland, J. A. G. (1985) "Misconceptions in Mechanics and How to Avoid Them", *Physics Education*, Vol. 20: 1500-162.
- McDermott, L.C., M. L. Rosengquist ve E. H. Van Zee (1987) "Student Difficulties in Connecting Graphs and Physics: Examples From Kinematics", *American Journal of Physics*, Vol. 55: 503-513.
- Pines, A., ve L. West (1986) "Conceptual Understanding and Science Learning: An Interpretation of Research Within a Sources of Knowledge Framework", *Science Education*, Vol. 70, No. 5: 583-604
- Posner, G. J., K. A. Strike, P. W. Hanson ve W. A. Gertzog (1982) "Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change", *Science Education*, Vol. 66: 211-227
- Sadanand, N., ve J. Kess (1990) "Concepts in Force and Motion", *Physics Teacher*, Vol. 28: 530-533
- Warren, J. W. (1979) *Understanding Force*. London: John Murray.
- Whyte, J. (1984) "Girls into Science and Technology", *American Journal of Science Education*, Vol. 57: 300-312
- Za'rour, G. I. (1975) "Science Misconceptions Among Certain Groups of Students in Lebanon" *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 12: 385-391.