

İLKOKULLARDA HÜCRE SOLUNUMU İLE İLGİLİ KAVRAMSAL DEĞİŞİM

*Yrd.Doç.Dr. Fatma ŞAHİN - Prof.Dr. Ayla OKTAY

ÖZET

Tüm yönleriyle eğitime baktığımızda birçok bakımdan dilediğimiz şekilde kavramların öğretilmediğini görüyoruz. Ezberci eğitim sistemi herkesin yakındığı, fakat bir türlü değiştiremediği bir yöntemdir. Özellikle fen derslerindeki kavramlar öğrenilmeden ezberlenmektedir. Kavramlar anlamlı bir şekilde öğrenilemediği için, daha önce öğrenilen ile daha sonra öğrenilen kavramlar arasında ilişki kurulamamakta, günlük olaylarla bağlantısı yapılamamaktadır. Hücre ve hücresel sistem biyolojinin temelidir.

Bu çalışma; öğrencilerin çoğunda anlama hatalarının görüldüğü, hücresel solunumun temel mekanizmasını ve sindirim, dolaşım, nefes alıp verme ve fotosentez ile ilişkisini açıklayarak, öğrencilerin bu konuyu anlamlı bir şekilde öğrenmelerine yardımcı olmak amacıyla yapılmıştır.

Bu çalışmada kullanılan çoktan seçmeli ve açık uçlu sorular, ilkokul 4 ve 5. sınıf fen bilgisi ders kitapları incelenerek hazırlanmıştır. Bu sorular, 31 deney ve 30 kontrol olmak üzere 61 5. sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Deney grubuna kavram haritası ve konuyu açıklayıcı basit problemler içeren uygulamalar yapılmış, kontrol grubuna ise geleneksel yöntemle ders anlatılmıştır. Test sonuçları istatistiksel olarak yüzde ve t testi ile değerlendirilmiştir. Fen bilgisinde böyle kavramsal anlama eksikliklerinin görüldüğü bir konu da hücresel solunumdur.

Yanlış kavramada öğretmenlerin düşüncelerini öğrenmek için de 80 öğretmene yanlış kavramada etkili olan faktörlerin neler olduğunu içeren sorular sorulmuştur.

GİRİŞ

Eğitim sistemimize baktığımızda bir çok bilimsel kavramın kavratılmadan ezberle öğrenildiğini görmekteyiz. Bu da büyük ölçüde öğretim metotlarının yetersiz olması ve öğretmenlerin yeni teknikler geliştirememesinden kaynaklanmaktadır. Son on yıldır dünyada fen kavramlarının daha kalıcı ve kolay öğretilmesi için bir çok yöntem geliştirilmiştir. Öğretmenlerimizin çoğu bu yöntemleri bilmemektedir. Okul öncesi eğitim ülkemizde çok yaygın ve zorunlu değildir. Bu nedenle sistemin eğitimin başlangıcı ilkokul'dur. Çocuklar değişmeye karşı dayanıklıdırlar. Yani ilk öğrendikleri bilgi yanlış bile olsa değiştirmek istemezler. Yanlış bilgiyi düzeltmek, yeni bilgiyi baştan öğretmekten daha zordur. Bu nedenle ilkokullarda verilen kavramların doğru ve ezberden uzak olarak kavratılması çok önemlidir.

Fen bilgisinin en temel amacı, fen kavramlarının kolay anlaşılmasını ve kalıcı olmasını sağlamaktır.

Öğrencilerde kavramsal değişiklik için;

* Marmara Üniversitesi, Atatürk Eğitim Fakültesi Okul Öncesi Eğitimi Öğretmenliği Bölümü
Öğretim Üyeleri

1. Var olan kavramlarda bir yetersizlik olmalı
2. Yeni kavram mantıklı olmalı
3. Yeni kavramın edinilebilmesi için, iyi bir metot seçilmelidir.

Böyle bir kavramsal değişiklik için öğretmene büyük rol düşmektedir. Öğrenciler çoğunlukla kendilerine örnek olarak öğretmenlerini almaktadırlar. Öğretmenin olaylara yaklaşımı, problemleri çözme şekli öğrencileri etkileyecektir. Ayrıca öğretmenin araştırmacı olması, kavramları öğretmek için yeni metotlar geliştirmesi, öğrencileri de araştırmaya sevk edecektir.

Kavram gelişimi sonucunda öğrenciler kendi fikirlerini arkadaşları ve öğretmenleri ile tartışacak duruma gelir. Bu süreçte öğrenciler değişik bilgi parçalarını birleştirerek yeni bilgiler elde etmeye veya yeni yeni edindikleri bilgiyi değişik durumlarda kullanmayı başarırlar. Eski bilgiler yenileriyle birlikte anlamlı bir bütün oluşturur.

Öğrencilerde bir kavramın gelişim aşamaları;

1. Ezbere öğrenmek: Bilgi okunduktan, duyulduktan ve tartışıldıktan sonra kazanılır.
2. Yeni bilginin özümlemesi
3. Kavramsal değişim
4. Uyum

Bu aşamalardan sonra kavram kalıcı olarak öğrenilmiş olmaktadır. Piaget 'de öğretmenin özümleme ve uyum ile olacağını belirtmiştir.

Son on yıl boyunca araştırmacılar, bir çok bilimsel konuda öğrenci hatalarının yaygınlığı ve bu hataların giderilmesi hakkında çalışmaktadırlar.

Bilimsel yanlışların temel nedenleri:

1. Öğretmenlerin kullandıkları yöntemlerin artık demode olması ve bilimsel anlamda kabul edilemeyecek hale gelmesi.
2. Kavramlar arasında öğretmenlerin ilişki kurmaması.
3. Fen ile ilgili kavramların öğretilmesinde öğrencilerin aktif hale getirilmemesi.
4. Günlük konuşma dilinin bilimsellikten uzak olması.
5. Soyut kavramların somut hale dönüştürülememesi.
6. Günlük deneyimler sırasında kazanılan yanlış bilgiler.
7. Okul hayatı süresince öğrenilen yanlış kavramaların yol açtığı hatalar ve yanlış değerlendirme sonucu oluşan hatalı düşünceler.

Biyoloji'de birçok soyut kavram bulunmaktadır. Öğrencilerin bu olayları gözle görüp incelemesi mümkün değildir. Bu nedenle bu konularda yanlış anlamalar oldukça yaygındır. Bu kavramlardan biri de hücre solunumudur. Solunum kavramının doğru öğretilmesinin önemini ilk kez Anderson ve arkadaşları (Anderson, Sheldon, Dubay 1990) tarafından vurgulanmıştır. Solunumun bir çok konu ile ilişkisi vardır. Öyleyse solunum hakkında yanlış düşünceleri olan bir öğrencinin Biyoloji 'deki diğer konularda da benzer yanlışlara düşeceği muhtemeldir. Dolayısıyla öğrencilerin solunum hakkındaki düşüncelerini düzeltmek, yeni geliştirebilecek olanları önlemek ve bu tür yanlışların Biyoloji'nin diğer konularına yansımaları engellemek önemli ve gereklidir.

Çeşitli araştırmacılar kavramsal gelişim ve anlayarak öğrenme (anlamalı öğrenme) üzerinde çalışmaktadırlar(Lavoie,1993.,Mintze8 ,Trowbridge Arnaudin, Wandersee 1991).Bu çalışmalar sırasında Fotosentez ve Hücre solunumu arasındaki ilişkiyi açıklayan çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Anderson, Sheldon ,Dubay 1994, Igelsrud, 1989.,Seymour .Longden 1991).

Kavramların anlayarak öğrenilmesi için:

- 1- öğrencilerin o konu ile ilgili ön bilgilerinin tespit edilmesi gerekir.Bu da öğrencilerle tek tek Piaget'in yüz yüze görüşme tekniği ile olur.
- 2- Günlük olaylarla ilişki kurma
- 3- Konu ile ilgili laboratuvar çalışması yapılması
- 4- Öğrencilere basit problemler sorularak, öğrencilerin çok yönlü düşünmesi ve bilgileri birleştirmesi sağlanır.
- 5- Kavram haritası ile konuyu özetlemek

Bu çalışmada; hücre solunumunun anlamalı olarak öğrenilmesi için aşağıdaki basamaklar izlenerek öğrencilerle birlikte incelenmiştir. Bu aşamalar:

- 1- Hücre solunumunun temel mekanizması
- 2- Hücre solunumu ile sindirimin ilişkisi
- 3- Hücre solunumu ile dolaşım arasındaki ilişki
- 4- Hücre solunumu ve fotosentez arasındaki ilişki

MATERYEL VE YÖNTEM

Araştırma örneklemini, İstanbul Kadıköy Melahat Şefizade ilköğretim okulunun 5. sınıf 61 öğrencisi oluşturmaktadır. Bu öğrencilerin 30'u kontrol, 31'i deney grubu olarak ayrılmıştır. Araştırma sorulan 4 ve 5.sınıf Fen bilgisi ders kitapları incelenerek hazırlanmıştır. Ölçekte hücre solunumu ile ilgili 15 çoktan seçmeli, 10 açık uçlu soru yer almış- tir.ölçeğin geçerliliği araştırmacılar,eğitim ve Biyoloji uzmanları tarafından gerçekleştirilen çalışma ile yapılmıştır.ölçeğin güvenilirliği ise pilot çalışmada ön test tekrar test yöntemiyle yapılmıştır.Deney grubunda çalışma Üç aşamada yapılmıştır.

Birinci Aşama: Deney grubuna 1-Hücre solunumunun temel mekanizması. 2-Hücre solunumu ile sindirim arasındaki ilişki 3-Hücre solunumu ile dolaşım arasındaki ilişki 4-Hücre solunumu ile fotosentez arasındaki ilişki konularında öğrencilerin ön bilgilerini tespit etmek için her biriyle tek tek görüşülmüş ip ucu vermeden sorular sorulmuştur, öğrencilerin verdikleri cevaplar kaydedilip değerlendirilmiştir.

İkinci Aşama: Hücre solunumu ile ilgili yukarıda belirtilen ilişkileri gösteren bir kavram haritası hazırlanmıştır.

Üçüncü Aşama: öğrencilerin hücre solunumunu hem kolay anlamalarını sağlamak, hem de günlük hayatla ilişkisini kurmak amacıyla öğrencilere basit problemler sorularak daha detaylı düşünceleri sağlanmıştır. Bu problemlere örnekler:

- 1- Bitkiler olmasaydı hayvan ve insanlar ölürdü neden?
- 2- Hayvan ve insanlar olmasaydı bitkiler ölürdü neden?
- 3- Denize dalarken neden derin nefes alırız?
- 4- Koştuğunuz zaman neden hızlı nefes alırsınız?

5- Eğer uzun bir süre yemek yemezseniz hızlı koşabilir misiniz?

Kontrol grubuna ise bu uygulamalar yapılmadan ders anlatılmıştır. Araştırmanın sonunda hem deney hem de kontrol grubuna bilgi ölçeği verilmiştir. Gruplar arasındaki ilişki t testi ile öğrencilerin başarıları yüzde olarak değerlendirilip tablolarda gösterilmiştir.

İstanbul'un Kadıköy ilçesine bağlı çeşitli ilkokuldan rastgele seçilen 80 (50 bayan,30 erkek) öğretmene Tablo 7'de gösterilen sorular sorulmuştur. Böylece öğretmenlerin öğrenci hatalarının sebeplerinde öğretmenin etkili olup olmadığı tespit edilmiştir.

BULGULAR

Öğrencilerin hücre solunumunu anlayarak öğrenmeleri için, kavram haritası , karşılıklı görüşme, açık uçlu sorular ve çoktan seçmeli sorular kullanılmıştır öğrencilerin ön test ve son testten aldıkları puanların ortalaması ve standart sapması Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1: ön test, tekrar test, son testin ortalama değerleri

Deney n=31	Kontrol n=30	
	X SD	XSD
Ön test	3.413.96	3.33.8
Tekrar test	3.964.90	4.14.7
Son test	9.039.71	7.86.2

Ön test ve tekrar testinde öğrencilerin(hem deney hem de kontrol grubu) aldıkları puanlar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur. Çünkü iki gruba da hiç bir uygulama yapılmamıştır. Ön test ile son test arasında deney ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak fark vardır ve anlamlıdır. Çünkü deney grubuna kontrol grubundan farklı olarak konu ile ilgili çeşitli uygulamalar yapılmıştır. ön test - tekrar test - son test sonuçlarının korelasyon ve t testi ile yapılan karşılaştırmaları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2:ön test - tekrar test ve son testin karşılaştırılması

Ön test - Tekrar test		Ön test – Son test
t	2.20	5.10
r	0.72	0.62

ön test ve tekrar test arasındaki korelasyona bakıldığında ilişkinin yüksek olduğu, böylece soruların güvenilir olduğunu söyleyebiliriz. ön test - tekrar test ve ön test - son test arasındaki t testi sonuçlarına göre de bulunan değerlerin anlamlı olduğunu görmekteyiz, öğrencilerin konu ile ilgili sorulara verdikleri doğru cevapların yüzdeleri Tablo 3,4,5,6 'da gösterilmiştir.

Tablo 3: Solunumun mekanizması ile ilgili konular ve öğrencilerin doğru cevap yüzdeleri

	Ön test %	Son test %
A-Canlıların yaşaması için enerjiye ihtiyaç vardır. 0		10
B-Enerji besinlerin yanmasıyla oluşur.	6.6	26.6
C-Besinlerin oksijenle yanmasına solunum denir.	3.2	23.3
D-Solunum için besin ve oksijen gereklidir.	13.3	26.6
E-Oksijen fotosentez sonucunda oluşur.	20.1	32.8
F-Solunum olayı hücrede meydana gelir.	3.3	10

Tablo 4: Hücre solunumu ile sindirim arasındaki ilişkiyi gösteren konular ve öğrencilerin doğru cevap yüzdeleri

	ön test %	Son test %
A-Besinler enerji sağlamak için alınır.	6.6	16.6
B-Alınan besinler sindirim organlarında hücreden geçebilecek kadar küçük parçalara ayrılır.	10	20.1
C-Sindirilen besinler kana geçer.	5.8	17.6
D-Bu besinler kanla hücrelere taşınır.	10.3	23.4

Tablo 5: Hücre solunumu ile dolaşım arasındaki ilişkiyi gösteren konular ve öğrencilerin doğru cevap yüzdeleri

	Ön test %	Son test %
A- Hücre solunumu için gerekli oksijen havadan alınır.	10.2	26.6
B- Alınan oksijen solunum organlarıyla akciğerlere gelir.	11.2	22.3
C- Oksijen akciğerlerden kana geçer.	16.6	33.7
D- Oksijen kanla hücrelere taşınır.	20.5	36.6

Tablo 6: Hücre solunumu ile fotosentez arasındaki ilişkiyi gösteren konular ve öğrencilerin doğru cevap yüzdeleri

	ön test %	Son test %
A-Bitkiler fotosentezle besinlerini yaparlar.	11.5	26.6
B-Fotosentez sonucunda oksijen ve besin meydana gelir.	16.2	32.1
C-Fotosentez sonucunda oluşan oksijen solunumda kullanılır.	15.3	23.8
D-Fotosentez için gerekli karbon-dioksit solunum sonucu meydana gelir.	12.3	22.3
E- Bitkiler her zaman solunum yapar.	5.7	12.8
F- Bitkiler gündüz fotosentez yapar.	23.8	37.6

Öğrenci hatalarının sebeplerinde öğretmenlerin düşüncelerin almak için aşağıdaki sorular sorulmuştur.

Tablo:7 Öğrenci hataları üzerine öğretmenlerin verdikleri cevapların yüzde olarak gösterilmesi

Sorular	Öğrencilerin cevapları		
	%		
1- Öğrencilerinizin solunum hakkında yanlış bilgileri olabileceklerini düşünüyor musunuz?	N=80 (50 bayan, 30 erkek)		
	Evet	Hayır	Belki
2- Öğrencilerinizin sizin öğretme metodunuzdan etkilendiklerini düşünüyor musunuz?	95	-	5
3- Derslerinizde yeni öğretme tekniklerini kullanıyor musunuz?	80	-	20
	12	-	4
4. öğrencilerinizin bu hatalarının kitaplardan kaynaklandığını düşünüyor musunuz?	60	-	33

TARTIŞMA

Son yıllarda öğrencilerin fen bilgisi ile ilgili kavramların çoğunu anlamadan ezbere öğrendikleri bilinen bir gerçektir. İlkokul fen ile ilgili temel kavramların verildiği yerdir. Daha sonraki öğretim kurumlarında (ortaokul, lise, üniversite) bu temel kavramlar geliştirilecektir. Eğer her öğretim kurumunda temelden başlanırsa hiç bir yere ulaşamayız. Bu nedenle İlkokulda verilen kavramların kavrayarak öğrenilmesi ve uzun süre kalıcı olması gerekmektedir. Günümüzde bu temeller verilemediği için üniversite'ye gelen bir öğrenci çok temel olan fen kavramlarını bile bilememektedir. Öğrencilerin çoğu sınavı geçene kadar kavramları ezberlemekte, daha sonra unutmaktadır. Artık fen bilgisi eğitiminde ezber sistemini yıkıp, yerine kavramların anlamlı bir şekilde öğrenilmesi gerekmektedir. Anlayarak öğrenmede öğretmenlere önemli görevler düşmektedir. Çünkü öğretmenin öğrenciyi sınıfta aktif okul dışında da araştırmacı olmasını sağlaması gerekmektedir. Bu da öğretmenin yeni öğretim yöntemleri bulmasına bağlıdır.

Hücre solunumu soyut ve kompleks bir kavramdır. Yani birçok kavramla ilişkisi vardır.

Öğrencilerle karşılıklı teke tek görüşme sonucunda gaz değişimi ile hücre solunumu konusunda önemli kavramsal problemleri olduğu gözlenmiştir. Enerji konusunda bu güne kadar çok az çalışma yapılmıştır. (Igelsrud 1989). öğrencilerin hücrede enerji meydana gelmesi konusunda yanlış anlamaları bulunmaktadır, öğrencilerin öncelikle yaşamamız için enerjiye ihtiyacımız olduğunu, bunun ise solunum sonucu olduğunu bilmeleri gerekmektedir. Ayrıca öğrencilerin hücre solunumu ile nefes alıp vermeyi karıştırdıkları da tespit edilmiştir. Çeşitli araştırmalar diğer bazı ülkelerde de bu tür kavrama hataları olduğunu bildirmektedir (Seymour, Longdon, 1991).

Hücre solunumu için besine de ihtiyacımız vardır. Bu besinler sindirim organlarında parçalandıktan sonra kanla hücrelere gidip orada oksijenle yakılırlar. öğrencilerin bir çoğu besinlerin sindirim organlarında parçalanması ile bu besinlerin hücreye taşınıp , oksijenle yakılması arasındaki ilişkiyi kuramamaktadır. Karşılıklı görüşmede sindirim organlarındaki parçalanma sırasında enerji meydana geldiğini belirten öğrenciler

çoğunlukta idi. Burada öğrencilerin sindirimle dolaşım arasında ilişki kuramadıklarını görmekteyiz.

Hücre solunumu için gerekli olan oksijen bitkilerin fotosentez yapmasıyla oluşur ve atmosfer'e verilir, öğrencilere bitkilerin fotosentez olayı ile solunum arasında bir ilişki var mıdır? diye sorulduğunda çoğunun ilişkiyi kuramadığı gözlemlenmiştir. Halbuki bitkilerin fotosentez yapması için solunum sonucu oluşan karbondioksit, solunum için de bitkilerin fotosentez sonucu oluşturduğu oksijene ihtiyaçları vardır. Yine bu araştırmada tespit ettiğimiz öğrenci hatalarından bir diğeri ise öğrencilerin bir çoğunun bitkilerin sadece gece solunum yaptığını, gündüz ise fotosentez yaptığını bilmeleriydi. Halbuki bitkiler de canlı olduğuna göre her zaman solunum yapmaları gerekir.

Bu çalışmada, öğrencilerle yapılan karşılıklı görüşme sonucu gördüğümüz yanlış anlamaları azaltmak için çeşitli yöntemler kullandık. Bu yöntemler: 1-Kavram Haritası : Konu ile ilgili tüm kavramları ve ilişkilerini gösteren bir yol haritası olduğundan Fen kavramlarının öğretilmesinde önemli bir yer tutmaktadır (Jane, Fry&Novak 1990., Steward, Vankirk&Rowel 1979., Roth, 1992., Şahin, Macaroğlu, Gürdal 1994). Kavram haritasını küçük gruplara ayırdığımız öğrencilere yaptırarak onları değerlendirme fırsatı bulduk. Aynı zamanda gruplar kavram haritalarını yaparken birbirleriyle öğretmenleriyle tartışma fırsatı buldular. Bu da öğrencilerin kendilerine olan güvenlerini ve sosyal iletişimlerini arttırmıştır. Kavram haritası konu ile ilgili bütün kavramları ve kavramlar arası ilişkileri gösterdiği için öğrenciler olayı bir bütün halinde görebilmekte ve kavramlar arasında ilişki kurabilmektedirler.

2- Model ve analogi kullanmak. Anlayarak öğrenme de model ve analogiler önemli bir rol oynamaktadır (Clement 1987). Öğrencilerin hücre solunumunu görmeleri mümkün değildir. Hücre solunumu ile ilgili analogiler (benzetme) yapılarak hücre solunumu daha somut hale getirilir.

3- öğrencilerde görülen bir eksiklik de okulda öğrendikleri bilgiler ile günlük hayat arasında ilişki kuramamalarıdır. Bunu sağlamak için öğrencilere konuyu açıklayıcı basit problemler soruldu.

Örnek 1: Bitkiler olmasaydı hayvanlar ölürdü neden?

Çünkü bitkiler fotosentez olayı ile atmosfere oksijen verir. Bu oksijeni insan ve hayvanlar solunumları için kullanırlar. Bitkiler olmazsa oksijen meydana gelmez, hayvanlar solunum yapamaz ve enerji üretemezler.

Örnek 2: Hayvanlar olmasaydı bitkiler ölürdü neden?

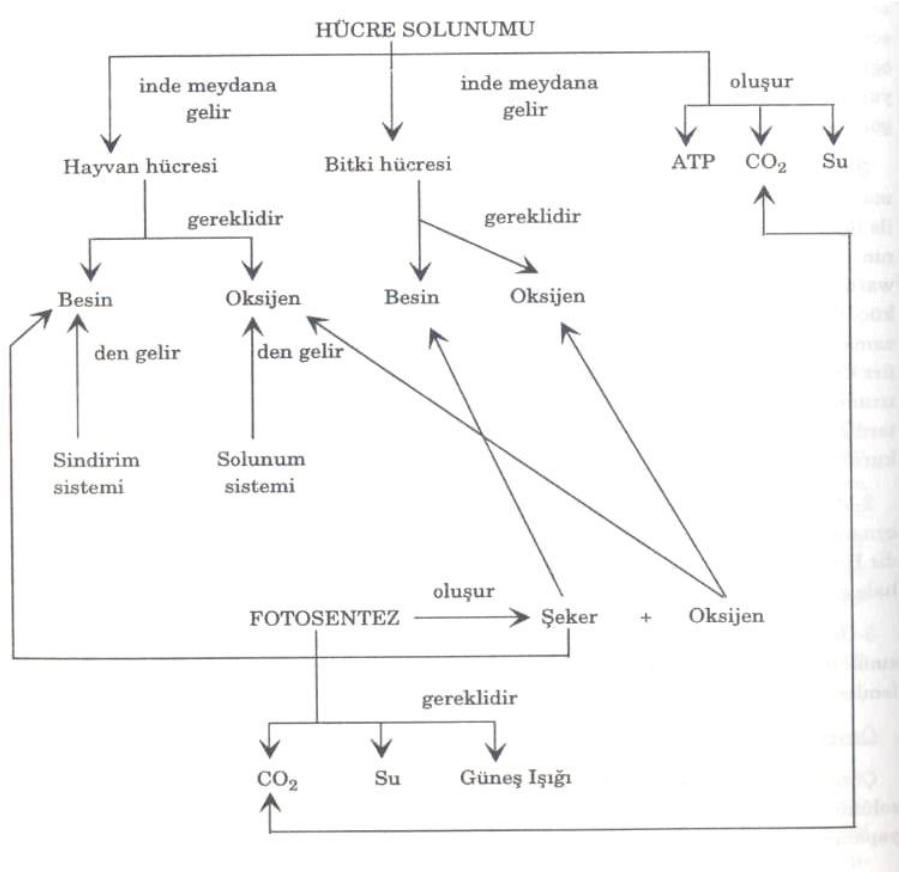
Çünkü hayvanlar solunum sonucunda karbondioksit meydana getirirler. Bitkiler bu karbondioksiti alıp fotosentez yapmak için kullanırlar. Hayvanlar olmasaydı karbondioksit olmaz ve bitkiler fotosentez yapamaz ve böylece besinlerini yapamadıkları için ölürlü.

Örnek 3:Koştuğunuz zaman neden hızlı nefes alıp verirsiniz ve neden kalbiniz hızlı atar?

Koştuğumuzda çok enerji harcarız. Bunun için hürelere çok oksijen gitmelidir. Çok oksijen hızlı nefes almayla akciğerlere gelir.Kalp'e hızlı çalışarak akciğerlerden oksijenin kanla hürelere taşınmasını sağlar.

öğrencilerle birlikte bu tür tartışmalar, öğrencilerin birbirleriyle ve öğretmenleriyle ilişkilerini artırır. Aynı zamanda çok yönlü düşünmeye sevk eder.Anlamli öğrenme için grup çalışmaları faydalı olmaktadır.Ancak hücre solunumu gibi anlaşılması zor konularda etkili öğrenme için küçük grup çalışmaları yapılmalıdır.

HÜCRE SOLUNUMU



Şekil 1: Hücre Solunumu ile İlgili Kavram Haritası

KAYNAKLAR

- Anderson, C., Sheldon, T., Dubay, J. (1990): The effects of instruction on college non majors conceptions of respiration and photosynthesis. **Journal of Research in Science Teaching**. 27:761-767
- Erichson, G. (1979). Childrens' conceptions of heat and the learning of science. **Science Education**. 63, 221-230
- Haslam, F., & Treagust, D. (1987). Diagnosing secondary students' misconceptions of photosynthesis and respiration in plants using a two-trier multiple choice instrument. **Journal of Biological Education**. 21, 203-211
- Igelsrud, D. (1989). How living things obtain energy, A simpler explanation. **American Biology Teacher**. 51, 89-93
- Jane, V.A. , Fry, H & Novak, J.D. (1990): Concept mapping brings long-term movement toward meaningful learning. **Science Education**. 74(4):461-472
- Lavoie, D.R. (1993). The development, theory and application of a cognitive - network model of prediction problem solving in Biology. **Journal of Research in Science Teaching**. 30(7). 767-785
- Mintzes, J., Trowbridge, J., Arnoudin, M., & Wandersee, J. (1991): **Childrens' biology:** studies on conceptual development in the life sciences. The psychology of lerning science (pp. 176-202). Hillsdale, N. J:Erlbaum.
- Roth, W.M. (1992): The social construction of scientific concepts or the concept map as construction device and tool for social thinking in high school science. **Science Education**. 76(5): 531-557
- Seymour, <J., Longden, B. (1991). Respiration-That's breathing isn't it? **Journal of Biological Education**. 25, 177-183
- Steward, J., Vankirk, J., Rowell, R. (1979). Concept maps: A tool for use in biology teaching. **The American Biology Teacher**. 41(3). 171-175
- Şahin, F., Macaroğlu, E., Gürdal, A. (1994). Kavram haritası ve V şeması. **1. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu**. Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Fakültesi.