



## Evaluation of Concept Maps on Chemical Rate Topic

Soner YAVUZ<sup>1</sup>, Cem BÜYÜKEKŞİ<sup>2</sup>

Received: 08 December, Accepted: 22 December 2015

### ABSTRACT

Aim of this study is conducted to discover misconceptions about rate of reaction with respect to students' ideas. Bu amaca ulaşabilmek için araştırma modeli olarak, örnek olay tarama modeli seçilmiştir. Study is conducted with 38 freshman Elementary Science Education students in General Chemistry lesson at Bülent Ecevit University Ereğli Faculty of Education. Students had constructed several concept maps before study, so they are informed and experienced about construction of concept maps. Concept map is a schematic diagram which represent students' ideas and impressions regarding fundamental principles and concepts. Students were informed and experienced about concept maps before teaching rate of reaction topic. Students are asked to construct a concept map at the end of class. The concept maps were analyzed and categorized as high level, medium level and low level. In high level, students acquired almost all fundamental concepts about topic and they could represent the relationship between concepts accurately and sufficiently. In medium level and low level, students have misconceptions.

**Keywords:** Chemistry Education, Reactions Rate, Concept Map.

### EXTENDED ABSTRACT

Concept map is based on a study conducted by Novak in 1970's about effective teaching of concepts. Concepts maps are schematic diagrams by representing the concepts and relations of the concepts and it depends on theory of learning proposed by Ausubel (Novak et al., 1983). Aim of this study is conducted to discover misconceptions about rate of reaction with respect to students' ideas and challenging concepts. Study is conducted with 38 freshman Elementary Science Education students in General Chemistry lesson at Bülent Ecevit University Ereğli Faculty of Education. Students had constructed several concept maps before study, so they are informed and experienced about construction of concept maps. Concept map is a schematic diagram which represent students' ideas and impressions regarding fundamental principles and concepts. Students were informed and experienced about concept maps before teaching rate of reaction topic. Students are asked to construct a concept map at the end of class. The concept maps were analyzed and categorized as high level, medium level and low level. In high level, students acquired almost all fundamental concepts about topic and they could represent the relationship between concepts accurately and sufficiently. In low level, the most frequent represented concept is the factors affecting reaction rates. Most of the concepts about reaction rates were presented in high level and medium level concept maps, however low level concept maps mainly include the factors affecting reaction rate. Factors affecting reaction rate were listed but propositions are missing not only in low level concept maps but also in medium level concept maps. Besides, misconceptions about rate of reaction were identified in the analysis of concept maps. 1 concept map in low level and 3 concept maps in medium level revealed a misconception about effect of temperature on reaction rate. These students claim that; increasing temperature increases reaction rate in endothermic reactions, however increasing temperature decreases reaction rate in exothermic reactions. This misconception is rarely observed in low level concept maps regarding medium level concept maps. Possible reason could be students do not have enough knowledge on topic and they could not prepare a detailed concept map. Concepts about effective collision theory represented in high level concept maps, however these concepts were rarely presented in medium level and low level concept maps. Similarly, chemical rate equation was represented in high level and medium level concept maps, but these concepts were rarely presented in low level concept maps. Any concepts related to rate constant in concept maps. So, students do not have enough knowledge about rate constant.

<sup>1</sup> Assoc.Prof.Dr., Bulent Ecevit University, Ereğli Faculty of Education, [yavuz@beun.edu.tr](mailto:yavuz@beun.edu.tr)

<sup>2</sup> Res.Assist., Bulent Ecevit University, Ereğli Faculty of Education, [buyukeksi@hotmail.com](mailto:buyukeksi@hotmail.com)

# Tepkime Hızı Konusundaki Öğrenci Kavram Haritalarının Değerlendirilmesi

Soner YAVUZ<sup>1</sup>, Cem BÜYÜKEKŞİ<sup>2</sup>

**Başvuru Tarihi:** 08 Aralık 2015, **Kabul Tarihi:** 22 Aralık 2015

## ÖZET

Bu araştırma, kavram haritası yardımıyla kimyasal tepkimelerde hız konusu ile ilgili öğrencilerin düşüncelerini ortaya çıkararak sahip oldukları kavram yanlışlarını ve öğrenmekte zorluk çektikleri konuları belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Bu amaca ulaşabilmek için araştırma modeli olarak örnek olay tarama modeli seçilmiştir. Çalışma, Genel Kimya II dersi kapsamında Bülent Ecevit Üniversitesi Ereğli Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi öğretmenliği 1. sınıfta okuyan 38 öğrenci ile yürütülmüştür. Öğrenciler çalışma öncesinde çeşitli kavram haritaları hazırlamış oldukları için, kavram haritasını nasıl hazırlanacağına dair temel bilgilere ve pratik tecrübeye sahiptir. Kavram haritalarının öğrencilerin izlenimlerini, düşüncelerini çeşitli kaynaklardaki kavram ve ilkelerle uyumlu bir biçimde sergileyen grafik aracı olduğu bilinmektedir. Öğrenciler kavram haritası hakkında yeterli bilgi ve deneyim kazandıktan sonra, araştırmanın asıl konusu olan "Tepkime Hızı" konusu işlenmiştir. Ders sonunda ise öğrencilerden tepkime hızı ile ilgili kavram haritası çizmeleri istenmiştir. Hazırlanan kavram haritaları incelendiğinde öğrencilerin üst düzey, orta düzey ve alt düzey kavrayan olmak üzere üç grupta toplandığı görülmektedir. Üst düzey öğrencilerin, konu ile ilgili hemen hemen bütün temel kavramlara sahip olduğu ve bu kavramlar arasındaki ilişkiyi tam ve doğru olarak gösterebildiği saptanmıştır. Orta ve alt düzey kavrayan öğrencilerde ise sıcaklığın tepkime hızına etkisi üzerinde kavram yanlışları olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kimya Eğitimi, Tepkime Hızı, Kavram Haritası.

## 1. Giriş

Kavram haritasının temeli, Novak tarafından 1970'li yıllarda kavramların daha iyi öğretilmesi için yürütülen çalışmaya dayanmaktadır. Ausubel'in anlamlı öğrenme teorisine dayanan kavram haritaları konuya dair kavramları birbirleri arasındaki ilişkiler ile gösteren şematik çizimlerdir (Novak vd., 1983). Kavram haritaları konuya dair kavramların belirlenmesi ile başlar. Konuya dair kavramların sadece listelenmesi, öğrenmeden ziyade ezberle ilişkili bir eylemdir. Kavramları listelemek ve daha sonra kavramlar arasındaki ilişkiyi kurmaya yönlendirmek, anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirecektir (Barut, 2006). Kavram haritaları öğrencinin verilen kavramlar arasında kurduğu ilişkiyi temsil eder. Kavramlar harita üzerinde en alt ve en üst kavramları kapsayacak şekilde hiyerarşik bir sırada dizilir. Kurulan ilişkiler, haritayı yapan öğrencinin kavramları nasıl sentezlediğini ve bütünleştirdiğini gösterir. Kavram haritalarının tipik uygulamalarında hazırlanan haritaların daha çok kavramların tanımlandığı hiyerarşik bir sırada organize edildiği çapraz bağlı yapılardan oluştuğu tespit edilmiştir (Derbentseva, Safayeni & Canas, 2005).

Kavram haritaları diğer alanlarda olduğu gibi fen öğretiminde de anlamlı öğrenmeyi sağlamada kullanılan önemli bir araçtır. Yapılan çalışmalarda kavram haritalarının anlamlı öğrenmeyi kolaylaştırdığı öğrencilerin kavramsal algılamalarının artmasına yardımcı olduğu belirtilmiştir (Gürbüz, 2006; Heinze-Fry & Novak, 1990; Novak & Canas 2006). Fen dersleri öğrenciye bilginin verilmesi ile başlar ve eğitim sürecinde öğrencinin hali hazırda var olan ve yeni kavramları ilişkilendirmesi beklenir (Good vd., 1985). Kavram haritaları, yapısı gereği, kavramların sıralanması ve ilişkilendirilmesini görsel boyuta geçirilmesini sağlamaktadır. Kavram haritaları için bilginin görsel olarak organize edilmiş hali diyebiliriz. Kavram haritaları öncelikli olarak öğrenci başarısının artırılmasında ve öğretim metotlarının zenginleştirilmesinde kullanılmaktadır (Ersoy & Bayram, 2006; Novak vd., 1983).

Kavram haritaları anlamlı öğrenmeyi kolaylaştıran bir yöntem olmasının yanı sıra, ölçme değerlendirme alanında da kullanılmaktadır (Novak & Canas, 2008; Özatlı & Bahar, 2010). Derse ait bir konu temel olarak birkaç kavramdan oluşsa dahi, söz konusu kavramların ne derecede öğrenildiğini saptamak çok detaylı bir ölçme aracı gerektirebilir. Kavram haritaları öğrencilerin konu ile ilgili

<sup>1</sup>Doç. Dr., Bülent Ecevit Üniversitesi, Ereğli Eğitim Fakültesi, [yavuz@beun.edu.tr](mailto:yavuz@beun.edu.tr)

<sup>2</sup>Arş. Gör., Bülent Ecevit Üniversitesi, Ereğli Eğitim Fakültesi, [buyukeksi@hotmail.com](mailto:buyukeksi@hotmail.com)

kavramları ve kavramlar arası ilişkileri ne derecede bildiklerini tespit etmede kullanılabilen etkili bir araç olduğu için (Fraser & Edwards, 1987), detaylı ve karmaşık ölçme araçlarının basite indirgenmesinde yardımcı olabilir. Tek bir kavram haritası öğrencinin konu hakkında bildiklerinin yanı sıra yanlışlarını ve hatta kavram yanlışlarını da ortaya çıkarabilir.

Kavram yanlışları günlük hayattan ve öğrenim sürecinden edinilebilenler olarak sınıflandırılabilir (Kathleen, 1994). Kimya, gündelik hayatla iç içe bir ders olduğu için her iki tür kavram yanlışını da içerebilir. Kimya konularına ait kavram yanlışlarının tespitinde sözlü ve yazılı olarak açık uçlu sorular kullanılabilir. Bu tür soruların hazırlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi uzun bir zaman alabilir. Kavram yanlışlarının tespiti için kavram haritası kullanmak hem vakitten tasarruf sağlayacaktır hem de konuya ait tüm verilere tek seferde ulaşılabilecektir. Kavram haritasının, kavramları ve onların nasıl bir hiyerarşide yer aldığını gösteren bir araç olduğu ve kullanılmasının önemini vurgulandığı birçok çalışma bulunmaktadır (Erdem, 2008; Güneş vd. 2010; Kandil İnceç, 2008; Kaya, 2003; Kılınç, 2007; Önen vd, 2009).

## 2. Yöntem

### 2.1. Araştırmanın Türü

Araştırma, kavram haritası yardımıyla kimyasal tepkimelerde hız konusu ile ilgili öğrencilerin düşüncelerini ortaya çıkararak sahip oldukları kavram yanlışlarını ve öğrenmekte zorluk çektikleri konuları belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Bu amaca ulaşabilmek için araştırma modeli olarak örnek olay tarama modeli seçilmiştir. Örnek olay çalışması, araştırma metotlarının (mülakat, gözlem, anket ve doküman analizi vb.) tümünü kapsayabilen bir şemsiye olarak tanımlanmaktadır. İnceleme, belirlenmiş bir örnek olay etrafında derinlemesine yapılır. Diğer araştırmalarda olduğu gibi veriler sistematik bir şekilde toplanır ve değişkenler arasındaki ilişki bulunmaya çalışılır. Örnek olay çalışmaları faktörlerin ve delillerin birbirleriyle olan ilişkilerini inceler. Bu tür çalışmalar sebep-sonuç ilişkileri üzerine yoğunlaşır (Çepni, 2005).

### 2.2. Çalışma Grubu

Çalışma, Genel Kimya II dersi kapsamında Bülent Ecevit Üniversitesi Ereğli Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi öğretmenliği 1. sınıfta okuyan 35 öğrenci ile yürütülmüştür.

### 2.3. Veri Toplama Aracı

Araştırmada veri toplama aracı olarak, tepkime hızı konusunda öğrencilerin hazırlamış oldukları kavram haritaları kullanılmıştır. Öğrenciler çalışmadan önceki çeşitli kimya konularına ait kavram haritaları hazırladıkları için, kavram haritasını nasıl hazırlanacağına dair temel bilgilere ve pratik tecrübeye sahiptirler. Genel Kimya II dersi kapsamında Kimyasal Tepkimelerde Hız konusu işlendikten sonra, öğrencilerden bireysel olarak kimyasal tepkimelerde hız konusu ile ilgili kavram haritası çizmeleri istenmiştir.

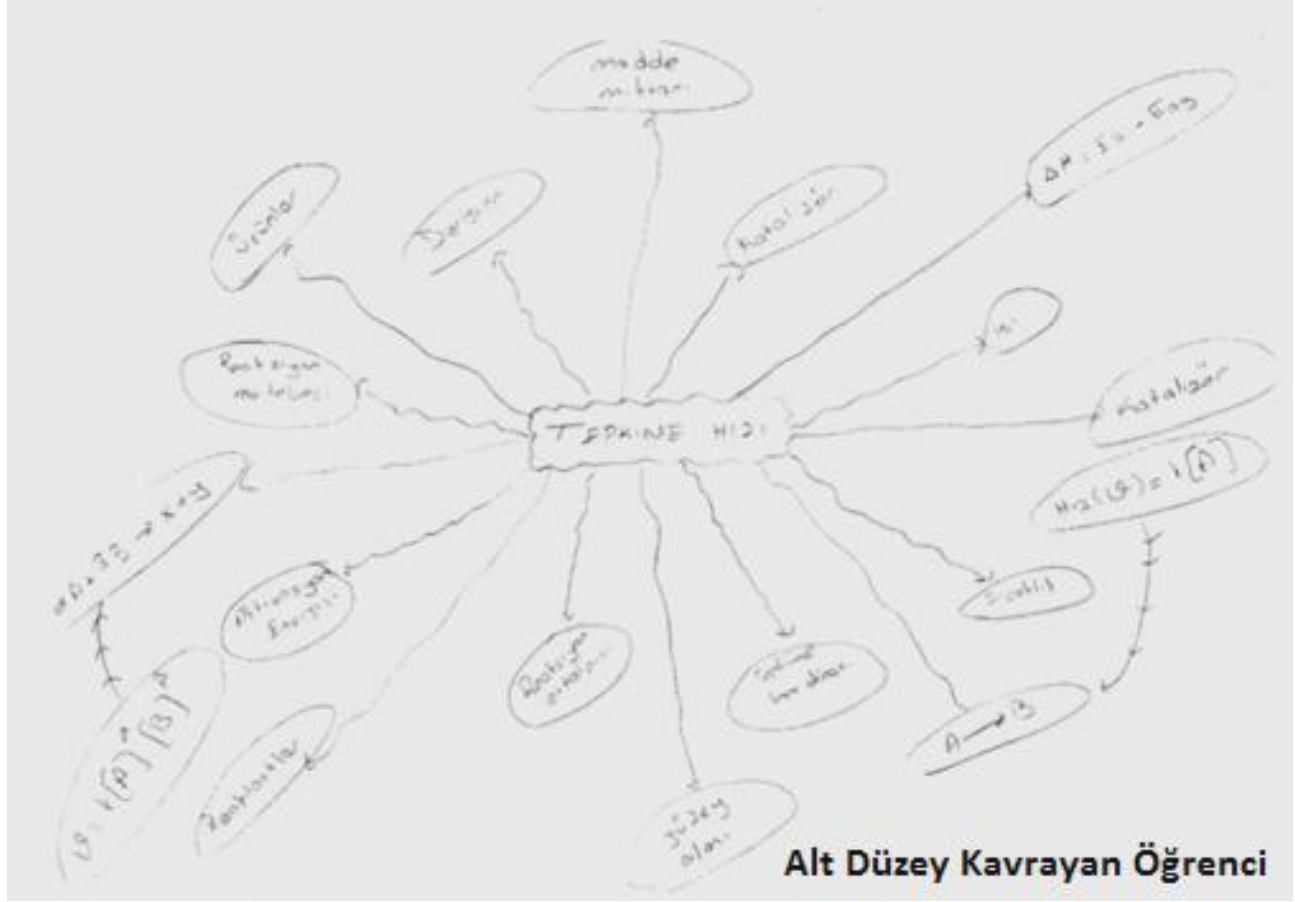
### 2.4. Verilerin Analizi

Çalışmanın uygulama aşamasında ilk olarak, öğrenciler tarafından hazırlanan kavram haritaları araştırmacılar tarafından incelenmiş ve üst düzey, orta düzey ve alt düzey olarak kategorilere ayrılmıştır. Öğrencilerin hazırladıkları kavram haritaları yapısal olarak tasniflendirilmiştir. Konu ile direkt ilişkili ve dolaylı yoldan ilişkili kavramları içeren, kavramlar arasındaki ilişkileri hiyerarşik yapıda (genelden özele) gösteren, kavramlar arasında çapraz ilişkileri belirten kavram haritaları üst düzey olarak değerlendirilmiştir. Konu ile direkt ilişkili kavramları içermesine rağmen konu ile dolaylı yoldan ilişkili kavramların bir kısmını içeren, kavramlar arasındaki direkt ve çapraz ilişkilerde eksiklikler olan kavram haritaları orta düzey olarak değerlendirilmiştir. Konu ile direkt ilişkili kavramlarda eksikler olan ve / veya kavramlar arasındaki ilişkileri hatalı, eksik gösteren, bu ilişkilerin gösteriminde hiyerarşik yapıya riayet etmeyen kavram haritaları alt düzey olarak değerlendirilmiştir.

### 3. Bulgular

Öğrencilerin hazırladıkları kavram haritaları incelendiğinde, 16 öğrencinin hazırladığı kavram haritaları alt düzey, 11 öğrencinin hazırladığı kavram haritaları orta düzey, 8 öğrencinin hazırladığı kavram haritaları üst düzey olarak gruplandırılmıştır.

Alt düzey kavrayan 16 öğrencinin kavramlarını içeren hazırlanmış kavram haritası örneği Şekil-1’de verilmiştir.

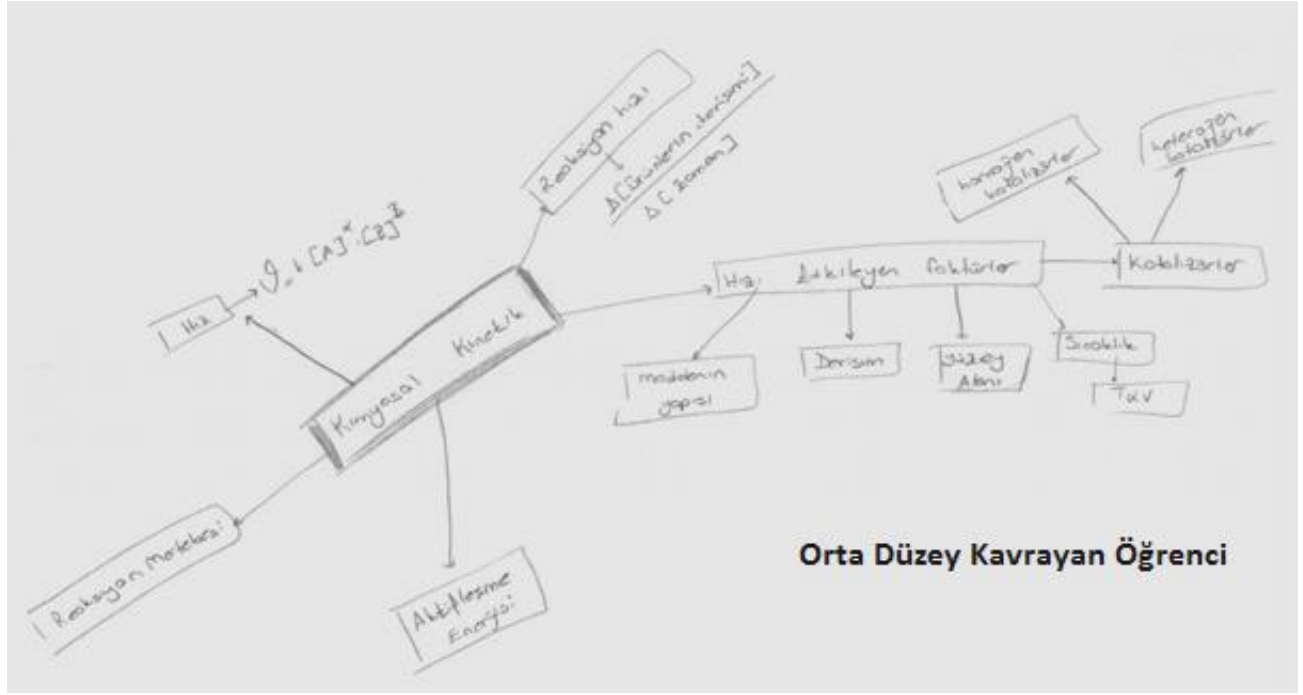


Şekil 1. Alt düzey kavram haritası

Şekil-1 incelendiğinde tepkime hızı kavramının temele alındığı kavram haritasında sadece tek bir hiyerarşide kavramların sıralandığı görülmektedir. Tepkime hızı konusunda öğrencilerin hatırladığı katalizör, ısı, derişim, sıcaklık, aktivasyon enerjisi gibi kavramları sıraladığı ve bu kavramlar arasında ilişki kurmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca kavram haritalarında en çok bahsedilen kavramın “tepkime hızına etki eden faktörler” olduğu tespit edilmiştir. Tepkime hızına etki eden faktörlerin sıralanmasında genel olarak eksiklik olmamasına rağmen, söz konusu faktörlerin tepkime hızını nasıl etkilediğine yönelik bilgiler bulunmamaktadır.

Alt düzeyde bulunan öğrencilerde sadece 1 kavram haritasında endotermik tepkimelerde sıcaklığın tepkime hızını artırdığı, ekzotermik tepkimelerde ise tepkime hızını azalttığı yönünde kavram yanlışları tespit edilmiştir. Alt düzeyde kavram yanlışısının sayıca az çıkmasının nedeninin öğrencilerin kavram haritasını detaylandırmamaları olduğu düşünülmektedir.

Orta düzey kavrayan 11 öğrencinin kavramlarını içeren hazırlanmış kavram haritası örneği Şekil-2’de verilmiştir.

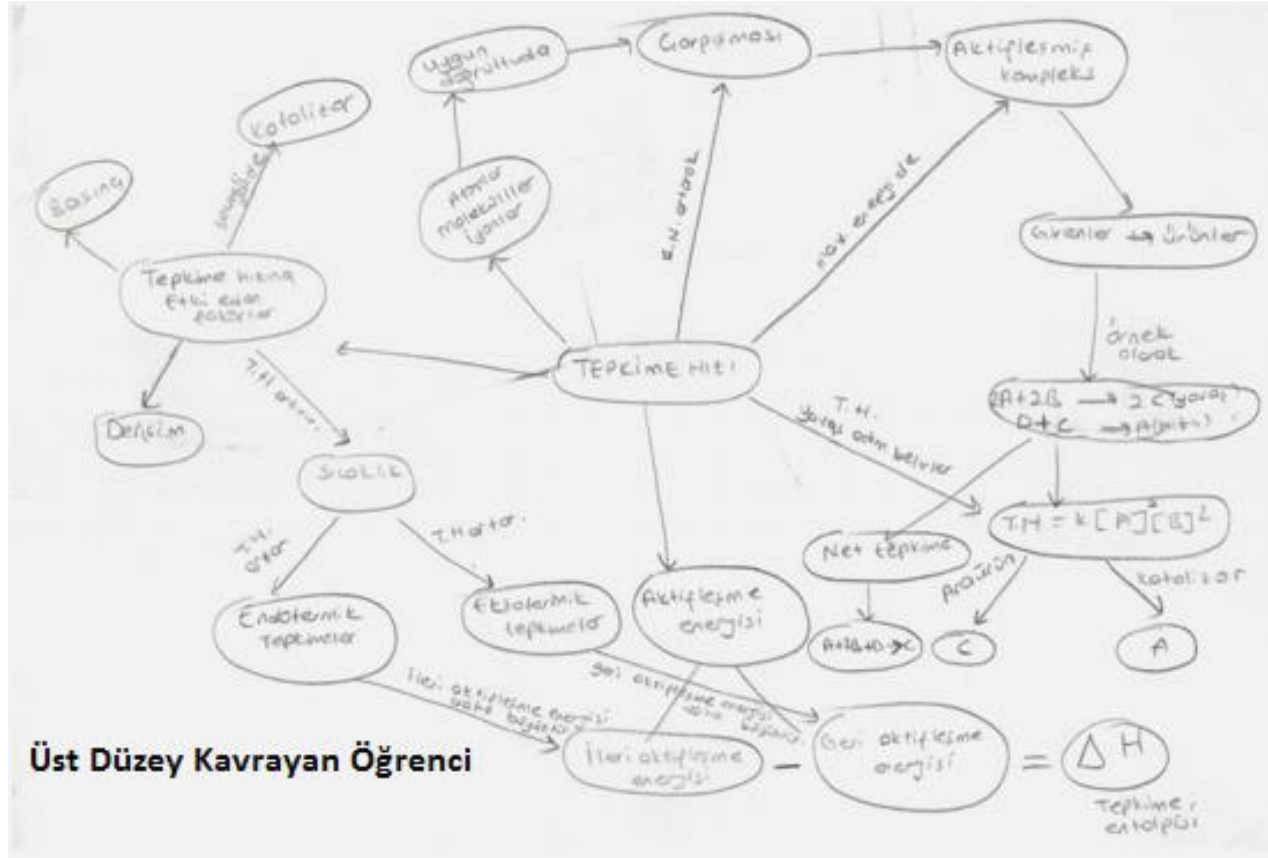


**Şekil 2.** Orta düzey kavram haritası

Şekil-2 incelendiğinde öğrencilerin ilk hiyerarşi için “tepkime hızı” kavramını temel alarak, “tepkime hızını etkileyen faktörler” kavramı ile ikinci hiyerarşiyi ve bu faktörleri sıralayarak üçüncü hiyerarşik bağlantıları kurabildikleri görülmektedir. Fakat kavramlar arası ilişki boyutunda bir açıklama yapılmamıştır. Alt düzey kavrayan öğrencilerde olduğu orta düzey öğrencilerde de daha çok tepkime hızına etki eden faktörlere değinilmiştir. Öğrencilerin kavram haritaları incelendiğinde, alt düzey öğrencilerde olduğu gibi sıcaklığın tepkime hızına etkisi üzerinde kavram yanlışları olduğu tespit edilmiştir. 3 kavram haritasında endotermik tepkimelerde sıcaklığın tepkime hızını artırdığı, ekzotermik tepkimelerde ise tepkime hızını azalttığı yönünde kavram yanlışları tespit edilmiştir.

Üst düzey kavrayan 8 öğrencinin kavramlarını içeren hazırlanmış kavram haritası örneği Şekil-3’te verilmiştir.

Şekil-3 incelendiğinde öğrencilerin “tepkime hızı” kavramını temel alarak, ikinci ve üçüncü hiyerarşik ilişkiyi kurabildikleri, hatta kavramlar arası ilişkileri ve yönünü de gösterebildikleri tespit edilmiştir. Etkin çarpışma teorisi ile ilgili kavramlar üst düzey kavram haritalarında yer almakta iken, orta ve alt düzey kavram haritalarında nadiren yer almaktadır. Öğrenciler reaksiyon oluşumu için gerekli olan atomların ve moleküllerin uygun doğrultuda çarpışma ile aktifleşmiş kompleks oluşumunu kavramsal ilişkileri ile gösterebilmişlerdir. Ayrıca, ileri ve geri aktifleşme enerjisi ile tepkime entalpisi arasındaki ilişkiyi kavram haritalarında verebilmişlerdir. Tepkime hızının belirleyen faktörlerin yan sıra tepkime hız denkleminin nasıl oluşturulduğunu da örneklendirebilmişlerdir.



Şekil 3. Üst düzey kavram haritası

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Öğrencilerin hazırladıkları kavram haritaları incelendiğinde 16 öğrencinin hazırladığı kavram haritalarının alt düzey, 11 öğrencinin hazırladığı kavram haritalarının orta düzey, 5 öğrencinin hazırladığı kavram haritalarının ise üst düzey olarak değerlendirilmesi uygun bulunmuştur.

Alt düzeyde bulunan kavram haritalarında en çok bahsedilen kavramın tepkime hızına etki eden faktörler olduğu tespit edilmiştir. Üst düzey ve orta düzey kavram haritalarında da tepkime hızına değinilmesine rağmen, alt düzey kavram haritalarının genelinde tepkime hızına etki eden faktörler baskın geldiği görülmüştür. Tepkime hızına etki eden faktörlerin sıralanmasında genel olarak eksiklik olmamasına rağmen, söz konusu faktörlerin tepkime hızını ne yönde etkilediğinin ortaya konulmasında eksiklikler olduğu açığa çıkmıştır. Bu sonuç sadece alt düzey için değil, orta düzey için de geçerlidir. Öğrencilerin kavram haritaları incelendiğinde, sıcaklığın tepkime hızına etkisi üzerinde kavram yanlışları olduğu tespit edilmiştir. Alt düzeyde bulunan 1 kavram haritasında ve orta düzeyde bulunan 3 kavram haritasında endotermik tepkimelerde sıcaklığın tepkime hızını artırdığı, egzotermik tepkimelerde ise tepkime hızını azalttığı yönünde kavram yanlışları tespit edilmiştir. Alt düzeyde kavram yanlışlarının sayıca az çıkmasının nedeninin öğrencilerin kavram haritasını yeterince detaylandırmamaları ve konuyu yeterince iyi öğrenemediklerinden dolayı olduğu düşünülmektedir. Etkin çarpışma teorisi ile ilgili kavramlar üst düzey kavram haritalarında yer almakta iken, orta ve alt düzey kavram haritalarında nadiren yer almaktadır. Benzer biçimde tepkime hız denklemi ile ilgili kavramlar orta ve üst düzey kavram haritalarında yer alırken, alt düzey kavram haritalarında nadiren bulunmaktadır. Tepkime hız sabiti ile ilgili hiçbir kavram ilişkilendirilmediğinden dolayı, bazı öğrencilerin tepkime hız sabiti ile ilgili yeterli bilgiye sahip olmadıkları düşünülmektedir.

Öğrencilerin kavram haritalarının ne olduğunu ve nasıl yapıldığını bilmelerine rağmen kavram haritasını detaylandıramamalarının nedeni olarak, zihinlerinde kavramların var olmasına rağmen kavramlar arasında ilişkilerin kurulamamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer sonuçlar birçok çalışmada da bulunmuştur (Çıldır & Şen, 2006; Erdem, 2008; Kandil İngeç, 2008)

Alt düzey kavram haritalarının az kavram içermesinden dolayı, öğrencilerin en iyi öğrendiği kavramların tespiti için alt düzey kavram haritalarının kullanılabilmesi savunulabilir. Kavram yanlışlarının tespiti için orta ve üst düzey kavram haritalarını incelemek faydalı olacaktır. Ayrıca alt düzey kavram haritaları çok fazla bilgi içermediği için kavram yanlışlarının tespiti güç olmaktadır. Özellikle alt düzey ve orta düzey öğrencilerin tepkime hızı konusunu, salt olarak tepkime hızına etki eden faktörlere indirgeme eğiliminde oldukları, etkin çarpışma teorisi ve tepkime hızı sabiti konusunda sıkıntı çektikleri düşünülmektedir.

Öğrencilerin konu hakkındaki eksikliklerini gidermek amacıyla konunun bu boyutunu ortaya çıkararak analogilerle desteklenebilir. Ayrıca somutlaştırabilmek amacıyla tepkime hızı konusundaki deneylerin yapılması yararlı olabilir. Öğrencilerin kavram yanlışlarını düzeltebilmek amacıyla geliştirilmiş kavram değişim metinleri ve çalışma yaprakları ile konunun öğretimi desteklenebilir.

## Kaynaklar

- Barut, Ö. (2006). İlköğretim 7. sınıf fen bilgisi konularının kavram haritaları ile öğretilmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Çepni, S. (2005). *Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş* (2. Baskı). Trabzon.
- Çıldır, I. & Şen, A. İ. (2006), Lise öğrencilerinin elektrik akımı konusundaki kavram yanlışlarının kavram haritalarıyla belirlenmesi, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30, 92-101.
- Derbentseva, N., Safayeni, F. & Canas, A. J. (2007). Concept maps: Experiments on dynamic thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(3), 448-465.
- Erdem, E. (2008). Genel kimya dersinde öğrencilerin kavram haritalama ve problem çözme inancının incelenmesi, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35, 111-122.
- Ersoy, N., Bayram, H. (2004). Kavram haritası ve deney yönteminin fen öğretiminde başarıya etkisi. 6. *Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Özet Kitabı*, Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi, İstanbul.
- Fraser, K., & Edwards, J. (1987). Concept maps as reflectors of conceptual understanding. *Proceedings of the Second International Seminar Misconceptions And Educational Strategies In Science And Mathematics*, 1, 187-192.
- Good, R., Herron, J. D., Lawson, A. E. & Renner, J. W. (1985). The domain of science education. *Science education*, 69(2), 139-141.
- Gürbüz, R. (2006). Olasılık konusunun öğretiminde kavram haritaları. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(2), 133-151.
- Güneş, T., Şener Dilek, N., Demir, E. S., Hoplan, M. & Çelikoğlu, M. (2010). Öğretmenlerin kavram öğretimi, kavram yanlışlarını saptama ve giderme çalışmaları üzerine nitel bir araştırma. *International Conference on New Trends in Education and Their Implications* 11-13 November, 2010 Antalya-Turkey, pp.934-944.
- Heinze-Fry, J. A., & Novak, J. D. (1990). Concept mapping brings long-term movement toward meaningful learning. *Science Education*, 74, 461-472.
- Kandil İnceç, Ş. (2008). Kavram haritalarının değerlendirme aracı olarak fizik eğitiminde kullanılması, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35, 195-206.
- Kathlen, M. S. (1994). The development and validation of a categorization of misconceptions in the learning of chemistry. *Unpublished Doctoral Dissertation, University of Massachusetts*.
- Kaya, O. S. (2003), Fen Eğitiminde kavram haritaları, *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 70-79.
- Kılınc, A. (2007). Bir öğretim stratejisi olarak kavram haritalarının kullanımı, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Dergisi*. 4 (2), 21-48
- Novak, J. D., Bob Gowin, D., & Johansen, G. T. (1983). The use of concept mapping and knowledge vee mapping with junior high school science students. *Science education*, 67(5), 625-645.
- Novak, J. D., & Canas, A. J. (2008). The theory underlying concept maps and how to construct them. *Florida Institute for Human and Machine Cognition*, Technical Report IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008
- Önen, F., Mertoğlu, H., Saka, M. & Gürdal, A. (2009). Hizmet içi eğitimin öğretmenlerin öğretim yöntem ve tekniklerine ilişkin bilgilerine etkisi: Öpyep Örneği, *Ahi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(3), 9-23.
- Özatl, N. S., & Bahar, M. (2010). Öğrencilerin Boşaltım Sistemi Konusundaki Bilişsel Yapılarının Yeni Teknikler İle Ortaya Konması. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(2), 9-26.