



## Kavram Karikatürü Temelinde Tasarlanan Öğretimin 9. Sınıf Öğrencilerinin Atom Yarıçapı Kavramını Öğrenmelerine Etkisi

Gülşah KARAKIRIK<sup>1</sup>  Filiz KABAPINAR   
Sultanbeyli Hüsnü Özyeğin Anadolu Lisesi  
Marmara Üniversitesi, Atatürk Eğitim Fakültesi

MAKALE

<https://dergipark.org.tr/jotcsc>

**Öz:** Atom ve iyon çapı kavramları periyodik özellikler arasında yer alan ancak diğer periyodik özelliklere temel teşkil eden kavramlardır. Nitekim öğrenciler ametallik ve metallik özellik, iyonlaşma enerjisi ve elektron ilgisi kavramlarını bu kavramlar üzerine inşa etmektedir. Bu denli önemli bir yere sahip olan atom ve iyon yarıçapı kavramlarının kavram karikatürleriyle öğretimi, öğrencilerde öğretim öncesi kavram yanlışlarını giderebilir ve kavramsal anlamayı gerçekleştirebilir. Bu düşünceden hareketle bu çalışmada atom ve iyon yarıçapı konusunun kavram karikatürleriyle öğretimi amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda kavram karikatürleri temelindeki öğretim 9. sınıf öğrencilerine uygulanmış ve etkililiği geleneksel öğretiminki ile karşılaştırılmıştır. Dolayısıyla araştırmada nicel araştırma yöntemlerinden kontrol gruplu ön test-son test yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmanın veri toplama araçları mantıksal düşünme yeteneği testi, bilimsel süreç becerileri testi ve atom ve iyon yarıçapı kavram testidir. Çalışma gruplarının eşdeğer kabul edilebileceği veri toplama araçlarıyla belirlendikten sonra rastgele atanan deney grubuna kavram karikatürü temelindeki öğretim uygulanmıştır. Öğretim sonrası kavram testlerinin nicel analizleri her iki öğretimin de başarılı olduğunu ancak kavram karikatürü temelindeki öğretimin geleneksel öğretimden daha başarılı olduğunu ortaya koymuştur. Araştırma bulguları kavram karikatürleri temelindeki öğretimin, öğrencilerin büyük çoğunluğunun öğretim öncesi mevcut kavram yanlışlarını giderdiğini de göstermiştir. Öte yandan geleneksel öğretimin gerçekleştiği kontrol grubu öğrencilerinin kavram yanlışlarının öğretim sonrasında da varlığını sürdürdüğü belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Atom çapı, Yapılandırıcılık, Kimya, Kavram karikatürleri, Öğretim, Periyodik Tablo

### The Effect of Teaching Designed Based On Concept Cartoon On The Learning Of Atom Radius Concept Of 9th Grade Students

**Abstract:** The concepts of atomic and ion radius are among the periodic properties but are the basis for other periodic properties. As a matter of fact, the students build the concepts of nonmetallic metallic properties, ionization energy and electron affinity on these concepts. Teaching the concepts of atomic and ion radius, which have such an important place with concept cartoons, can eliminate misconceptions and maintain students' conceptual understanding. The present study aims to design an intervention based on concept cartoons for atomic radius. For this purpose, the teaching based on concept cartoons designed was applied to 9th grade students and investigated its effectiveness as compared with that of traditional teaching. Therefore, a pre and post-test quasi-experimental design with control group was adopted in the study. The data collection tools

<sup>1</sup> Bu çalışma, Gülşah KARAKIRIK'nın yüksek lisans tezinin bir kesitinden alınarak hazırlanmıştır.

were logical thinking ability test, scientific process skills test and atomic radius conceptual questionnaire. After determining the equivalency of the study groups by means of data collection tools, concept cartoons intervention was applied to the randomly assigned experimental group. The quantitative analysis of the post-teaching questionnaires revealed that both instruction were successful in helping students to gain the necessary conceptual understanding. However, teaching based on concept cartoons was more successful than traditional teaching. The findings of the study also showed that the instruction based on concept cartoons remedied students' misconceptions on atomic radius existing prior to teaching. On the other hand, teaching carried out in the control group was not as successful as the instruction conducted in the experimental group. As misconceptions of control group students seem to be remained as they were prior to instruction.

**Keywords:** Atomic diameter, Constructivism, Chemistry, Concept cartoons, Teaching, Periodic table.

## GİRİŞ

Elementlerin gizemli dünyaları hakkında pek çok bilgiye periyodik tablo sayesinde kolaylıkla ulaşmamız mümkündür. Elementlerin belirli formüllere göre gruplandırılması çok eskilere uzansa da büyük bir zekâ ürünü olan periyodik tablonun geçmişi 150 yıl öncesine dayanmaktadır. Rus kimyacı Dimitri Mendeleev'in Rus Kimya Birliği'ne elementlerin atom ağırlıklarına ve değerliklerine göre düzenlenmesini önermesinin üzerinden tam 150 yıl geçti. Periyodik tablo bu geçen 150 senede yeni elementlerin bulunmasıyla ve elementlerin başka özelliklerinin keşfedilmesiyle birçok bilim insanı tarafından yeniden düzenlendi. Ancak periyodik tablonun en güncel hali 150 sene önce belirlenen düzene uyum göstermekte ve bu periyodik tablo bilimdeki en önemli başarılarından biri olarak görülmektedir. Bu sebeplerden dolayı ve kimya bilimi adına bir farkındalık oluşturmak amacıyla Birleşmiş Milletler tarafından 2019 yılı Uluslararası Periyodik Tablo Yılı olarak ilan edildi. Kimyanın temel konularından olan periyodik tablo kimya eğitimcileri tarafından da önemli görülmektedir. Finley, Stewart ve Yaroch (1982) tarafından öğretmenlerin önemli ve zor bilim hakkındaki algıları üzerine yapılan araştırmada öğretmenlere 50 kimya konusu bulunan bir anket verilmiş ve öğretmenlerden konuları arz ettiği öneme göre sıralamaları istenmiştir. Periyodik tablo bu sıralamada 4. sırada yerini almıştır.

Öğretmenlerin dâhi zor buldukları periyodik tablo ve periyodik özelliklerin öğrenciler tarafından da zor bulunduğu yine yapılan araştırmaların sonuçları ile ortaya konulmuştur. Bu çalışmalar öğrencilerin periyodik tablo ve özelliklerine ilişkin öğretime rağmen çeşitli kavram yanlışlıklarına sahip olduklarını ortaya koymuştur (Taber, 1999; Tan, Khang, Sai ve Taber, 2005; Kabapınar, 2007; Salame ve ark., 2011; Satılmış, 2014). Araştırmalara göre öğrenciler atomların son yörüngelerinde kaç elektronu varsa o kadar iyonlaşma enerjisine sahip olacağını (Taber, 1999) ve atomlardan sadece son yörüngelerindeki elektronların koparılabilirliğini (Tan, Khang, Sai ve Taber, 2005) düşünmektedir. Yine mevcut araştırmalara göre atom yarıçapının soldan sağa doğru arttığı ve yukarıdan aşağıya doğru azaldığı düşüncesine sahip öğrenciler söz konusudur (Çelikler ve Kara, 2012; Salame ve ark., 2011). Periyodik özelliklerle ilintili olarak öğrenciler apolar moleküllerde bulunan bütün atomların elektronegatifliklerinin aynı olduğunu (Öztürk Ürek ve Tarhan, 2005), iyonlaşma enerjisinin ve elektronegatifliğin yukarıdan aşağıya doğru arttığını (Çelikler ve Kara, 2012) ve en az aktif olan elementin elektron verme eğiliminde olduğunu da (Bilgi ve Şahin, 2012) düşünmektedir.

Ülkemizde yıllardır uygulanan davranışçı eğitim anlayışının çağın gerektirdiği niteliklerle donatılmış bireyler yetiştirmekte yeterli olmadığı görülmüş ve bu rekabet ortamına ayak uydurabilmek ve yarıştan geri kalmamak için yeniliklere açık, geliştirici çalışmalar yapılmıştır (Altun Yalçın ve Yalçın, 2011; Balbağ, Leblebicier, Karaer, Sarıkahya ve Erkan, 2016). Bu amaçla Milli Eğitim Bakanlığı ileri seviye ülkelerde uygulanmakta olan çok sayıda fen programlarını incelemiş, uluslararası fen eğitimi ile ilgili literatürü izlemiş ve Türkiye'de farklı yörelerin koşullarını da dikkate alarak 2004 yılında öğretim programlarında bir reform gerçekleştirmiştir (Köseoğlu, 2006).

Türkiye'de 2005-2006 eğitim öğretim yılı itibarıyla ilköğretim ve ortaöğretim programlarının yapılandırmacı yaklaşım çerçevesinde uygulanmasına karar verilmesiyle beraber MEB ve üniversiteler aktif olarak görevde olan öğretmenler ile öğretmen adaylarını yapılandırmacı anlayışa uygun olarak yetiştirmek amacıyla gereken adımları atmıştır (Gür, Dilci ve Arseven, 2013). Yapılandırmacı anlayışın öğretim programlarında uygulanmasının ardından bunun eğitim ve

öğretimdeki etkililiğini ortaya koymak, öğrenci ve öğretmen görüşlerini belirlemek üzere hemen hemen her bransa yönelik çeşitli araştırmalar yapılmıştır (Şengül, 2006; Çelebi, 2006; Özbay, 2009; Çetin ve Günay, 2010; Çeliköz, 2017). Güneş ve Karasah (2016), fen eğitimi üzerine yapılmış çalışmaları incelemiş ve bu alanda yapılmış çalışmaların yaklaşık %80'inin yapılandırmacı yaklaşım üzerine yoğunlaştığını ifade etmiştir. Araştırmacılar derslerin yapılandırmacılık temelindeki öğretiminin, öğrencilerin soyut kavramları daha kolay anladıklarını, fen derslerine karşı olumlu tutum sergilediklerini ve kendi kendilerine bilgiye ulaştıkları sonucuna ulaşmışlardır. 2013 ve 2018 yıllarında güncellenen öğretim programlarında ve son olarak açıklanan 2023 Eğitim Vizyonu belgesinde de görülmektedir ki eğitim ve öğretimde yapılandırmacı eğitim anlayışı benimsenmeye devam edilmektedir.

2018 yılında güncellenen son öğretim programına bakıldığında da 9. sınıf Kimya Dersi Öğretim Programında kimyanın temelini oluşturan "Atom ve Periyodik Sistem" ünitesinin değişmediği, öğretim programındaki yerini koruduğu görülmektedir (MEB, 2018). Bu üniteye yer alan konularla ilgili alan yazın araştırmalarında görülen, çoğunlukla periyodik sistemin farklı yöntem tekniklerle öğretimi üzerine olduğudur (Tezcan ve Kıpık, 2005; H. Demircioğlu, G. Demircioğlu ve Ayas, 2006; Ziyafet, 2008; Genç, 2008; Azizoğlu, Aslan ve Pekcan, 2015; Avcı ve Taşdemir, 2019). Bu çalışmalarda yapılandırmacılık felsefesinin benimsendiği örnek olay, hikâye ve anoloji gibi öğretim yöntemlerinin kullanıldığı belirlenmiştir. Söz konusu çalışmalarda öğretim yöntemleri incelendiğinde, öğretmenlerin öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlarından başlatılmadığı ve bu yanlışların sınıf ortamında tartışılmasına olanak tanımadığı anlaşılmaktadır. Mevcut çalışmaların bulguları, uygulanan öğretimin öğrencilerin öğrenmeleri üzerine olumlu etkileri olduğunu ortaya koymuştur. Ancak yapılandırmacılık felsefesini temeline yerleştiren bir öğretim yöntemi öğrencilerde kavramsal anlamayı sağlamayı hedeflemektedir. Anılan hedefin gerçekleşmesi ise öğretimin öğrenci düşünce biçiminden ve olası kavram yanlışlarından başlatılmasına bağlıdır. Tüm bu özellikleri yapısında barındıran kavram karikatürleri atom ve periyodik tablo konusunun öğretiminde yer bulmaması görünmektedir.

Kavram karikatürü eğitim amaçlı kullanılan karikatürlerdir. İlk kez Naylor ve Keogh tarafından geliştirilmiştir. Kavram karikatürleri eğitimde kullanılan diğer görsel materyallerden de karikatürlerden de farklıdır. Çünkü kavram karikatürleri, günlük hayattan bilimsel kökenli bir olay veya durumuna dair farklı düşünce biçimlerine sahip karakterler arasında geçen konuşmalara yer verilen görsel araçlardır (Keogh ve Naylor, 2000). Kavram karikatüründe konuyla ilgili alternatif tüm bakış açılarını yansıtan düşünce biçimlerine yer verilir (Şaşmaz Ören, 2009; Uğurel ve Morali, 2006). Bu düşünce biçimlerinden biri bilimsel doğru iken diğer düşünceler olası kavram yanlışlarından oluşmaktadır (Kabapınar, 2017). Kavram karikatürleri öğretimin hangi aşamasında kullanıldığına veya hitap edeceği kitlenin yaş grubuna göre poster ya da çalışma yaprağı şeklinde hazırlanabilir. Küçük yaş grubundaki öğrenenler için büyük boy kartona poster tarzında hazırlanırken daha yüksek yaş grubundakiler için çalışma yaprakları şeklinde hazırlanabilir. Çalışma yapraklarının sınıf içinde tartışma ortamı yaratılmadan önce öğrencilere bireysel düşünme olanağı sunması çalışma yaprakları biçimindeki kullanımını ön plana çıkartmıştır.

Atom ve iyon çapı kavramları periyodik özellikler arasında yer alan, ancak diğer periyodik özelliklere temel teşkil eden kavramlardır. Nitekim öğrenciler ametalik ve metalik özellik, iyonlaşma enerjisi ve elektron ilgisi kavramlarını bu kavramlar üzerine inşa etmektedir. Bu denli önemli bir yere sahip olan atom ve iyon yarıçapı kavramlarının kavram karikatürleriyle öğretimi, öğrencilerde öğretim öncesi kavram yanlışlarını giderebilir ve kavramsal anlamayı gerçekleştirebilir. Bu durum diğer periyodik özelliklerin de kavramsal olarak öğrenilmesini sağlayabilir ve 11. sınıftaki "Modern Atom Teorisi" ünitesinin öğrenilmesini kolaylaştırabilir. Bu düşünceden hareket ile bu çalışmada öğrenciler için oldukça soyut kalan, klasik yöntemlerle işlendiğinde kavram yanlışlarına neden olabilecek atom ve iyon yarıçapı konusunun yapılandırmacılık felsefesine dayanan kavram karikatürleriyle öğretimi amaçlanmaktadır.

### **Araştırmanın Amacı**

Araştırmanın amacı, 9. sınıf Kimya Dersi Öğretim Programı'nda yer alan "Atom ve Periyodik Sistem" ünitesi kapsamındaki periyodik özelliklerden "atom ve iyon yarıçapı" konusuna yönelik kavram karikatürü temelindeki öğretimin öğrencilerin öğrenmeleri üzerine olan etkisini belirlemektir. Bu amaçla bu çalışmada kavram karikatürleri temelinde öğretimin tasarlanması, uygulanması ve etkililiğinin belirlenmesi amaçlanmaktadır.

## YÖNTEM

### DeneySEL Desen

Bu araştırmada nicel araştırma yöntemlerinden kontrol gruplu ön test-son test yarı deneysel desen kullanılmıştır. Deneysel desen kullanılmasının amacı, farklı öğretim yöntemlerinin kullanılmasının, sonucu olumlu ya da olumsuz nasıl şekillendirdiğini ortaya çıkartmaktır. Deneysel araştırmalar, karşılaştırılabilir işlemler uygulanması ve bu işlemlerin gruplar üzerindeki etkilerinin incelenebilmesi açısından bilimsel araştırmalar içerisinde en kesin sonuçlar veren yöntemdir (Büyüköztürk, Kılıç, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2013; (Büyüköztürk, 2018; Karasar, 2005). Yarı deneysel desen kullanılmasının nedeni ise araştırmadaki çalışma gruplarının araştırmacının kendisi tarafından bu amaç için oluşturulmamış olması, araştırmanın hâlihazırda mevcut sınıflar üzerinden yürütülmesidir. Araştırmadaki bağımsız değişken kavram karikatürleri temelindeki öğretim iken araştırmanın bağımlı değişkeni ise öğrencilerin "atom ve iyon yarıçapı" konusunu kavrama düzeyleridir.

### Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubu 2017-2018 eğitim-öğretim yılında bir Anadolu lisesinde 9. sınıfta eğitim gören 37'si kız, 27'si erkek toplam 64 öğrenciden oluşmaktadır. Öğrenciler 14-15 yaş aralığındadır.

### Veri Toplama Araçları

Araştırmada kullanılan veri toplama araçları; literatürden alınan "Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi (MDYT)" ve "Bilimsel Süreç Becerileri Testi (BSBT)" ile araştırmacı tarafından geliştirilen "Atom ve İyon Yarıçapı Kavram Testi"dir.

Mantıksal düşünme yeteneği testi orijinali Tobin ve Capie (1981) tarafından geliştirilip Özkan, Aşkar ve Geban (1992) tarafından Türkçeye çevrilen ve öğrencilerin matematik ve fen alanlarında, problem çözme becerilerinin ne seviyede olduğunu belirlemeyi hedefleyen bir testtir. Test ikisi açık uçlu, sekizi iki aşamalı çoktan seçmeli soru olmak üzere toplamda 10 sorudan oluşmaktadır. Sorular değişkenleri tanımlama ve kontrol etme, oranlayabilme, ilişkilendirebilme, ihtimal hesaplayabilme ve sentezleyebilme yeteneklerini ölçmeyi amaçlamaktadır. Testin güvenilirliğine bakıldığında korelasyon değeri 0,81 olarak hesaplanmıştır. MDYT çalışma gruplarına öğretim öncesinde olmak üzere bir kez uygulanmıştır.

Bilimsel süreç becerilerine sahip olma 21. yüzyılın bireylerinde olması beklenen en önemli özelliklerdendir. Bu çalışmada Enger ve Yager (1998)'in geliştirdiği Koray, Köksal, Özdemir ve Persley (2007)'in Türkçeye çevirisini yaptığı bilimsel süreç becerileri testi kullanılmıştır. Test 29 maddelik 4 veya 5 seçenekli çoktan seçmeli sorulardan oluşmaktadır. Testin kapsam geçerliliği uzman görüşleri alınarak sağlanmış olup, KR-21 güvenilirlik katsayısı 0,81 olarak tespit edilmiştir. Bilimsel süreç becerileri testi de çalışma gruplarına öğretim öncesinde olmak üzere bir kez uygulanmıştır.

Öğretimin etkililiğini belirlemek amacıyla öğretim öncesi ve sonrası öğrencilerin atom ve iyon yarıçapı kavramlarını öğrenmelerini açığa çıkaracak kavramsal sorular hazırlanmıştır. Öğrencilerin anılan kavramlara ait sahip oldukları bilgi ve düşünce biçimlerini ölçmek üzere araştırmacı tarafından geliştirilen test toplamda 7 tane kapalı uçlu sorudan oluşmaktadır (Bkz. Ek 1). Öğrencilerin sahip oldukları fikirlerin altında yatan düşünceleri ortaya çıkartmak amacıyla kavram testinde kapalı uçlu sorulara ek olarak "Neden böyle düşündüğünüzü açıklayınız." sorusu da sorulmuştur. Ön test ve son testte yer alan sorular öğrencilerin konuyla ilgili kavrama düzeylerini, kavram yanılgılarını ve bilgiyi nasıl ifade ettiklerini belirlemeyi hedeflemektedir. Bu sayede ölçme değerlendirme aşamasında da yapılandırmacı anlayış çizgisıyla hareket edilmiştir.

Hazırlanan kavram testlerinin gerçekten ölçülmek istenen veriyi ölçüp ölçmediğini araştırmak amacıyla, daha önceden başka bir sınıf ile pilot çalışması yapılmıştır. Pilot çalışma sırasında, öğrencilere sorularda anlayamadıkları kısımlar olup olmadığı sorulmuştur. Pilot çalışma sırasında farkına varılan, içeriği ya da Türkçe anlatımı sorunlu olan sorular düzeltilmiş ve teste son şekli verilmiştir. Nitel araştırmada insan davranışlarının sabit olmaması ve karmaşık bir yapıda olması araştırmacıları, güvenilirlik ile ilgili çeşitli önlemler almaya itmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Konu ile ilgili öğretim materyalleri hazırlanırken sürekli olarak uzman görüşleri alınmıştır. Açık uçlu soruların analizinde öğrenci yanıtları incelenmiş ve yanıtlar uygun tema isimleri vererek belli

kategoriler altında toplama (ideografik) yaklaşımı kullanılmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2016). İçerik analizinde nitel veriler tablolaştırılarak frekans değerleri verilmiştir. Buradaki amaç yanlılığı azaltmak, güvenilirliği arttırmak ve böylece daha adil bir sonuç ortaya çıkartmaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Bütün bunlar, uzman görüşleri ışığı altında yapılmıştır. İkincil bir araştırmacının yer aldığı analiz sürecinde araştırmacılar arasında tutarlılık incelenmiştir.

### Verilerin Toplanması

Araştırmanın veri toplama araçları uygulanmadan önce çalışma gruplarına çalışmanın amacı ve öneminden söz edilmiş ve kendilerine dağıtılan testlere samimi bir şekilde cevap vermeleri istenmiştir. Her bir testin uygulanması için testin türüne göre 15 ile 20 dakika süre verilmiştir. Test uygulamalarının yapılacağı gün ve saatler okulun etkinlik takvimi dikkate alınarak belirlenmiştir. Deney ve kontrol gruplarında test uygulamaları her iki grubun da ders veya sınav yoğunluğunun olmadığı zaman diliminde olması gözetildiğinden farklı gün ve saat dilimlerinde yapılmıştır. Testlerin uygulanma zamanlarında öğrencilerin bedensel ve zihinsel yoğunluğunun ve teste ayrılan sürenin sonuçlara iç tehdit oluşturmamasına da özen gösterilmiştir.

Deney ve kontrol grubunun eşdeğer olup olmadıklarını belirlemek üzere Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi, Bilimsel Süreç Becerileri Testi ve kavram ön testi kullanılmıştır. Böylece grupların eşdeğerliği sadece öğretim öncesi kavram bilgisi ile yapılmamış, aksine öğrencilerin düşünme yetenekleri ve bilimsel becerileri açısından da benzer olup olmadığı incelenmiştir.

### Verilerin Çözümlemesi

Ölçeklerden elde edilen verilerin analizinde nicel veri analiz yöntemleri (tanılayıcı analizler ve SPSS) kullanılırken kavramsal soruların analizinde nitel veri analiz yöntemlerinden betimsel ve içerik analizlerinden yararlanılmıştır. Nicel verilerin analizinde SPSS 23 istatistik programı kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan bütün ölçek ve testlere ait puan dağılımlarının normalliği Kolmogorov-Smirnov Testi ile betimsel istatistikler testi uygulanarak, çarpıklık-basıklık katsayıları hesaplanmış ve grupların ön test puanlarının normal dağılım gösterip göstermediği belirlenmiştir. Bilimsel süreç becerileri testinden elde edilen verilerin normal dağılım gösterdiği görülmüştür. Bu verileri değerlendirmek için parametrik testlerden bağımsız grup t-testinden yararlanılmıştır. Öte yandan atom ve iyon yarıçapı kavram testinden elde edilen veriler ve mantıksal düşünme yeteneği testinden alınan puanların normal dağılım göstermediği anlaşılmış ve analizlerde parametrik olmayan testlerden yararlanılmıştır. Grupların ön ve son kavram testi puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını test etmek amacıyla, Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılmıştır. Deney ve kontrol gruplarının son testlerinin karşılaştırılmasında ise Mann Whitney-U Testi kullanılmıştır. Elde edilen veriler  $p < 0,05$  anlamlılık düzeyinde incelenmiştir. Nitel veriler içerik analizi ile incelenmiş ve deney ve kontrol gruplarının ön ve son test sonuçları kavram yanılgıları ve bilimsel yanıtlar şeklinde gruplandırılarak tablolaştırılmıştır. Tabloda verilen yanıtların sıklığını belirtmek üzere frekansları belirtilmiştir. Bu sayede öğrenci görüşleri ile ilgili veriler sayısallaştırılmıştır.

### Öğretimin Tasarlanma Süreci

Deney grubuna yapılacak öğretimde kullanılmak üzere araştırmacı tarafından Kavram Karikatürlü Çalışma Yaprakları hazırlanmıştır. Çalışma yaprakları hazırlanırken ilk olarak "Atom ve Periyodik Sistem" ünitesinin "Periyodik Özellikler" konusuna ait kazanım incelenmiş ve alt kazanımlar oluşturulmuştur. Alt kazanımların oluşturulması sürecinde atom ve iyon yarıçapı kavramlarına ilişkin öğrencilerde olması olası yanılgılar dikkate alınmıştır. Atom ve iyon yarıçapı konusuna yönelik belirlenen kazanımlar aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

- Atom yarıçapı büyüklüğünün nelere bağlı olduğunu açıklar.
- Elektron alış-verişinin atom yarıçapını nasıl değiştirdiğini fark eder.
- Atom yarıçapı ile çekirdek yükü arasındaki ilişkiyi ifade eder.
- Periyodik sistemde aynı grupta yukarıdan aşağıya inildikçe atom yarıçapının artacağını söyler.
- Periyodik sistemde aynı periyotta soldan sağa gidildikçe atom yarıçapının azalacağı çıkarımında bulunur.

Kavram karikatürleri hazırlanırken öğrencilerin yaş aralığı ve seviyelerine uygun olmasına dikkat edilmiştir. Öğrencilerin önceden tanıdığı, hakkında olumlu veya olumsuz yargıya sahip olduğu film, animasyon veya çizgi karakterleri soruları yanıtlarken öğrenciler açısından yanıltıcı olabileceği



düşüncesiyle seçilmemiştir. Karakterlere verilen isimlerde sınıfta veya okulda aynı isimli başka bir öğrenci veya öğretmenin bulunmamasına dikkat edilmiştir. Karikatürler, araştırmacı tarafından [www.toondoo.com](http://www.toondoo.com) web adresinden yararlanılarak çizilmiştir. Karikatürler genellikle sınıf ortamında öğrencilerin konu hakkında düşüncelerini ve bu düşüncelerine neden olan gerekçelendirmelerini ifade etmesi şeklinde kurgulanmıştır. Karikatürde yer alan karakterlerin düşünceleri veya söylemleri baloncuklar içine yazılmıştır. Karikatürlerde kaç tane öğrencinin resmedileceği ilgili konuya ait alternatif görüş sayısı tarafından belirlenmiştir. Karikatürleri inceleyen öğrencilere karikatürdeki karakterlerden hangisinin düşüncesine katıldığı veya hangisinin soruya doğru cevap verdiği sorulmuş, öğrencilerden sahip oldukları bu düşüncelerinin nedenlerini açıklamaları istenmiştir. İkili gruplar halinde oluşturulan bu tartışma ortamıyla öğrencilerin bilişsel çatışma yaşamaları ve bilgiyi kendi kendilerine yapılandırmaları için zemin hazırlanmıştır. Kavram karikatüründeki tartışma konusunu aydınlatacak olan çeşitli kaynak materyaller (örnek olarak görseller, benzetmeler, tablo ve grafikler) eşlik edici sorgulama sorularıyla birlikte çalışma yaprağında yer bulmuştur (Bkz. Ek 2).

### Öğretimin Uygulanması

Deney grubunda yapılandırmacı anlayışın hâkim olduğu, öğrencilerin birbirleriyle etkileşimde olmasına imkân tanınan, öğrencilerin aktif katılım gösterebileceği demokratik bir sınıf ortamı oluşturulmuştur. Dersler kavram karikatürleriyle hazırlanmış çalışma yaprakları kullanılarak yürütülmüştür. Mevcut durumda sıralarında ikiserli olarak oturan öğrencilere tek bir çalışma yaprağı verileceği, çalışma yaprakları üzerinde birlikte çalışacakları ve her türlü fikir paylaşımında bulunabilecekleri söylenmiştir. Öğrencilere verilen çalışma yaprakları aynı zamanda akıllı tahtadan da yansıtılmıştır. Öğrencilerin etkileşimde bulunması, kavram karikatürleri üzerinde düşünüp fikirlerini tartışabilmeleri için bir ders saati süre verilmiştir. Tüm etkinliklerin tamamlanması toplamda 3 ders saati sürmüştür.

Öğrenciler ikili gruplar halinde çalışma yapraklarında yer alan karikatürleri incelemiş ve sonrasında konuya ait görüşlerini bildirmiş ve kendi aralarında tartışma başlamıştır. Başlangıçta konuya dair herhangi bir fikir sahibi olmayan öğrenciler aşamalı ilerleyen karikatürlü sorularla bilişsel çatışma yaşamış ve etkinliğin devamındaki sorularla bilgiye ulaşmaları garanti altına alınmaya çalışılmıştır. Bu süreçte öğretmene düşen görev öğrencilere zaman zaman takip edici sorular sorarak yol göstermek olmuştur. Öğretmen sınıf içerisinde devamlı dolaşarak öğrencilerin sorularına anlık yanıtlar vermiştir. Yönlendirmeli sorularla öğrencilerin bilgiye ulaşmasında yardımcı olmuştur. Öğrencilerin çalışma yapraklarını tamamlamalarının ardından sınıf genelinde bir tartışma ortamı yaratılmış ve öğrencilerden kavramlarla ilgili edindikleri bilgileri ifade etmeleri istenmiştir. Ders sonunda sınıf genelinde yapılan tartışmalardaki amaç öğrencilerin doğru yapılandıkları bilgileri pekiştirme, eksik veya yanlış yapılandıkları bilgileri fark etme ve düzenleme yapabilme şansı vermektir.

Kontrol grubunda öğretim programının ön gördüğü şekilde gerçekleştirilmiştir. Bu çerçevede dersler aynı zamanda öğretmen olan araştırmacı tarafından sunum ve soru cevap şeklinde yapılmıştır. Öğretmenin ve öğrencilerin alışık olduğu düzenin dışına çıkılmamıştır. Araştırmayı yapanın bizzat kendisi olan öğretmen tarafından, her zamanki gibi konuyla ilgili gereken öğretim öncesi sorular sorulmuş, atom ve iyon yarıçapına ilişkin bilgiler ders kitabı takip edilerek öğrencilere aktarılmış, gerekli yerlerde dikkat edilmesi gereken noktalar belirtilmiş, atom ve iyon çapına ilişkin kavramsal sorular sorulmuş, anlaşılmayan yerler veya öğrencilerden gelen sorular olduğunda konuya açıklık getirilmiş ve gerekli yerlerde öğrencilere konuyla ilgili not tutturulmuştur. Konu anlatımının bitmesinden sonra örnek soru çözümleri yapılmıştır. Gerçekleştirilmesi beklenen kazanım öğretim programının ön gördüğü sürede tamamlanmış, ek süreye ihtiyaç duyulmamıştır.

### BULGULAR

Deneyel desenlerde deney öncesinde çalışma gruplarının eşdeğer olması önemlidir. Bu çerçevede deney ve kontrol gruplarında yapılan öğretimlerin etkililiğine geçilmeden önce grupların eşdeğer olup olmadığı belirlenmiştir. Eşdeğerlik amacıyla bilimsel süreç becerileri, mantıksal düşünme yetenekleri ve kavram ön testi puanları kullanılmıştır.

Deney ve kontrol gruplarının uygulamalardan önce bilimsel süreç becerileri testinden almış oldukları puanlar ve bu puanlar arasında fark olup olmadığına ilişkin yapılan bağımsız grup t-Testi sonuçları Tablo 1'de görülmektedir.

**Tablo 1.** Deney ve Kontrol Gruplarının Bilimsel Süreç Becerileri Testi Ön Test Puanları Bağımsız Grup T- Testi Sonuçları

Grup	N	$\bar{X}$	SS	sd	t	p
Deney	27	35,9259	3,57261	0,68755	1,817	0,075
Kontrol	27	33,8889	4,60212	0,88568		

Deney ve kontrol gruplarının bilimsel süreç becerileri puanları için yapılan bağımsız grup t testi sonuçlarına göre ( $p>0.050$ ) her iki grup arasında bilimsel süreç becerileri bakımından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu sonuç grupların bilimsel süreç becerileri bakımından eş değer olduğunu göstermektedir.

Deney ve kontrol gruplarının mantıksal düşünme yeteneği ön testinden almış oldukları puanlar ve bu puanlar arasında fark olup olmadığına ilişkin yapılan Mann Whitney U testi sonuçları Tablo 2'de görülmektedir.

**Tablo 2.** Deney ve Kontrol Gruplarının Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi Ön Test Puanları Mann Whitney U testi Sonuçları

Grup türü	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	U	p
Kontrol	27	29,24	789,50	317,500	0,416
Deney	27	25,76	695,50		
Total	54				

Deney ve kontrol gruplarının mantıksal düşünme yeteneği test puanları için yapılan Mann Whitney U Testi sonuçlarına göre ( $p>0.050$ ) deney ve kontrol grupları arasında mantıksal düşünme yeteneği bakımından bir fark bulunmamıştır. Çalışma gruplarının mantıksal düşünme yetenekleri açısından eş değer kabul edilebileceği söylenebilir.

Deney ve Kontrol grubunun atom ve iyon yarıçapı kavram ön test puanları arasındaki farklılığı test etmek için parametrik olmayan testlerden Mann Whitney-U testi yapılmış, elde edilen bulgular Tablo 3'te sunulmuştur.

**Tablo 3.** Deney ve Kontrol Grubunun Atom Yarıçapı Kavram Ön Test Puanlarına İlişkin Mann Whitney-U Testi Bulguları

Grup türü	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	U	p
Deney	27	29,24	789,50	317,500	0,409
Kontrol	27	25,76	695,50		
Total	54				

Deney ve kontrol gruplarının atom ve iyon yarıçapı ön test puanları için yapılan Mann Whitney U Testi sonuçlarına göre ( $p>0.050$ ) deney ve kontrol grupları arasında ön test puanları bakımından bir fark bulunmamıştır. Çalışma gruplarının öğretim öncesi atom ve iyon yarıçapı kavram düzeyleri açısından eş değer kabul edilebileceği söylenebilir.

Deney grubundaki öğrencilerin atom ve iyon yarıçapı kavram ön ve son test puanları arasında fark olup olmadığını belirlemek amacıyla Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi yapılmış ve bulgular Tablo 4'te sunulmuştur.

**Tablo 4.** Deney Grubunun Atom Yarıçapı Kavram Ön Test-Son Test Puan Ortalamaları Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Bulguları

N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p
---	-----------------	--------------	---	---

Negatif sıra	3	3,50	10,50	-4,295	0,000
Pozitif sıra	24	15,31	367,50		
Eşit	0				
Toplam	27				

Tablo 4 incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin öğretim öncesi ve sonrası kavram testinden almış oldukları puanlar arasında anlamlı bir farklılık olduğu anlaşılmaktadır ( $Z = -4.295$ ,  $p < 0.05$ ). Fark puanlarının sıra toplamları dikkate alındığında, gözlenen bu farkın pozitif sıralar, yani son test puanı, lehinde olduğu görülmektedir. Bu bulgu kavram karikatürleriyle yapılan öğretimin öğrencilerin "atom ve iyon yarıçapı" konusuna ilişkin kavramalarını arttırdığı şeklinde yorumlanabilir.

Kontrol grubundaki öğrencilerin atom ve iyon yarıçapı kavram ön ve son test puanları arasında fark olup olmadığını belirlemek amacıyla Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi yapılmış ve bulgular Tablo 5'te sunulmuştur.

**Tablo 5.** Kontrol Grubunun Atom Yarıçapı Kavram Ön Test-Son Test Puan Ortalamaları Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Bulguları

	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p
Negatif sıra	7	12,00	84,00	-2,343	0,019
Pozitif sıra	19	19,05	267,00		
Eşit	1				
Toplam	27				

Tablo 5 incelendiğinde kontrol grubundaki öğrencilerin öğretim öncesi ve sonrası almış oldukları puanlar arasında anlamlı fark olduğu anlaşılmaktadır ( $Z = -2,343$ ,  $p < 0.05$ ). Fark puanlarının sıra toplamları dikkate alındığında, gözlenen bu farkın pozitif sıralar yani son test puanı lehinde olduğu görülmektedir. Bu bulgu geleneksel öğretimin öğrencilerin "atom ve iyon yarıçapı" konusuna ilişkin kavramalarını arttırdığı şeklinde yorumlanabilir.

Deney ve kontrol grubunun atom ve iyon yarıçapı kavram son test puan ortalamaları arasındaki farklılığı test etmek için parametrik olmayan testlerden Mann Whitney-U testi yapılmış, test sonuçları Tablo 6'da sunulmuştur.

**Tablo 6.** Deney ve Kontrol Grubunun Atom Yarıçapı Kavram Son Test Puan Ortalamalarına İlişkin Mann Whitney-U Testi Bulguları

Grup türü	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	U	p
Deney	27	35,13	948,50	158,500	0,000
Kontrol	27	19,87	536,50		
Total	54				

Deney ve kontrol grubun son test puanları arasında yapılan Mann Whitney U testi bulgularında anlamlı bir farklılığa rastlanmıştır ( $U = 158,500$ ,  $p < 0,05$ ). Sıra ortalamaları incelendiğinde deney grubunun ortalamasının (35,13) kontrol grubunun ortalamasına (19,87) daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu bulgu deney grubunda uygulanan kavram karikatürleri temelindeki öğretimin, öğrencilerin kavramsal anlamalarını arttırmada geleneksel öğretime kıyasla daha etkili ya da başarılı olduğu şeklinde yorumlanabilir.

### Kavram Karikatürleri Temelindeki Öğretimin Öğrencilerinin Kavram Yanılgılarına ve Kavramsal Anlamalarına Etkisi

Kavram karikatürü temelindeki öğretimin öğrencilerin kavram yanılgılarını gidermedeki etkisini belirlemek amacıyla kavram testinde yer alan sorular arasından kavram yanılgılarını temsil eden üç tanesine ilişkin deney ve kontrol grubu öğrencilerin öğretim öncesi ve sonrası cevapların nitel analizleri yapılmıştır. Ayrıca her bir öğrencinin kavramsal çatısındaki değişimi görmek amacıyla bireysel profilleri de çıkarılmıştır. Her bir soru aşağıda sırayla ele alınmıştır.

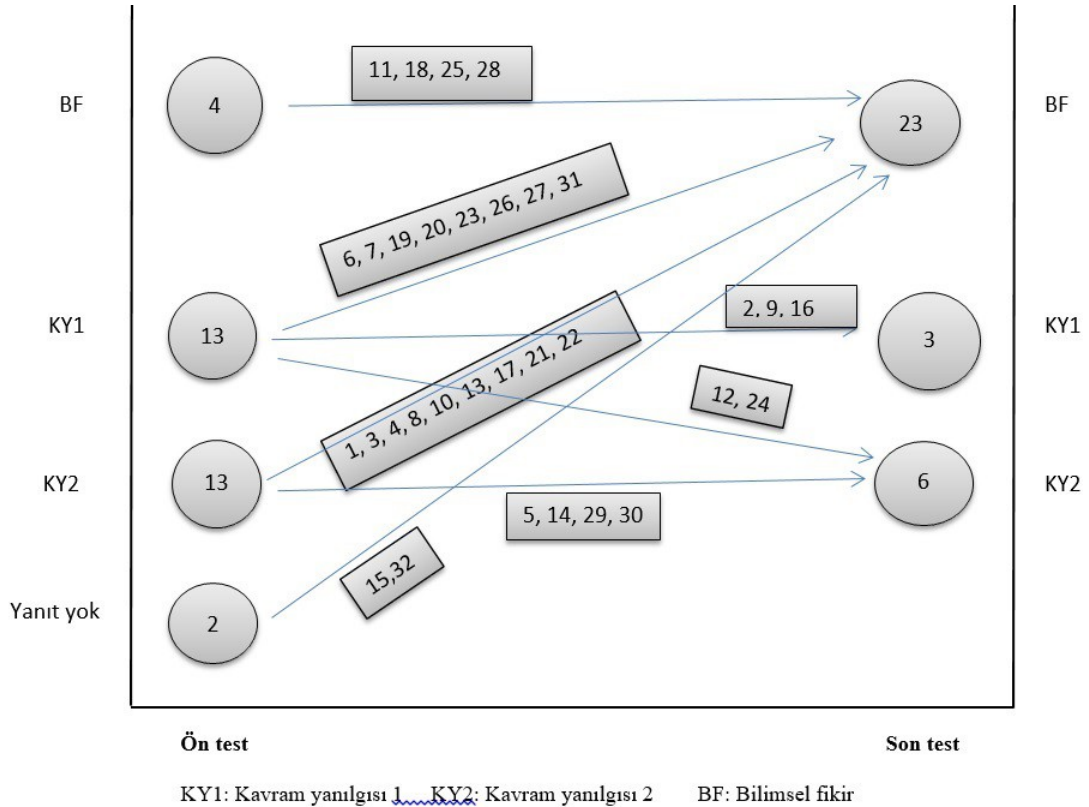
### Atom Yarıçapı Sorusuna Öğrencilerin Yanıtları



Atom ve iyon yarıçapı kavram testinde öğrencilerden silisyum ve fosfor atomlarının çaplarını karşılaştırmaları ve gerekçelerini açıklamaları istenmiştir. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin soruya öğretim öncesi ve sonrası vermiş oldukları yazılı yanıtlarının içerik analizi Tablo 7’de sunulmuştur.

Tablo 7 incelendiğinde öğretim öncesinde deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin büyük bölümünün atom yarıçapı kavramına ilişkin kavram yanlışlarına sahip olduğu anlaşılmaktadır. Silisyum ve fosforun atom yarıçaplarının eşit olduğunu düşünen öğrencilerin sayısı deney ve kontrol grubu için sırasıyla 13 ve 15 olarak bulunmuştur. Bu konudaki bir diğer kavram yanılığı ise fosfor atomunun yarıçapının silisyumunkinden büyük oluşudur ve bu yanılığı benzer sayıdaki deney (n=13) ve kontrol (n=12) grubu öğrencileri tarafından dile getirilmiştir. Bilimsel doğru kabul edilebilecek fikirlerin sayısı da iki grup için öğretim öncesinde benzerlik göstermektedir.

Tablo 7’den öğretim sonrasında deney grubu öğrencilerinin büyük çoğunluğunun (n= 23) bilimsel fikre geçiş yapmış olduğu anlaşılmaktadır. Öğretimle beraber kavram yanılığına sahip öğrenci sayısı 26’dan 9’a gerilemiştir. Öte yandan kavram yanılığında benzer bir azalma kontrol grubu için geçerli görünmemektedir. Tablo 7’ye göre müfredatın öngördüğü öğretim sonrasında sadece 7 öğrenci bilimsel fikri savunur hale gelmiştir. Geri kalan 25 öğrencinin öğretim sonrasında silisyum ve fosforun atom yarıçapına ilişkin kavram yanılığına sahip oldukları görülmektedir. Kavram karikatürleri temelindeki öğretimin öğrencilerin kavram yanlışlarını gidermedeki etkisi Şekil 1’deki bireysel profilden de anlaşılmaktadır.



**Şekil 1:** Deney grubundaki öğrencilerin atom yarıçapına ilişkin düşüncelerindeki değişim

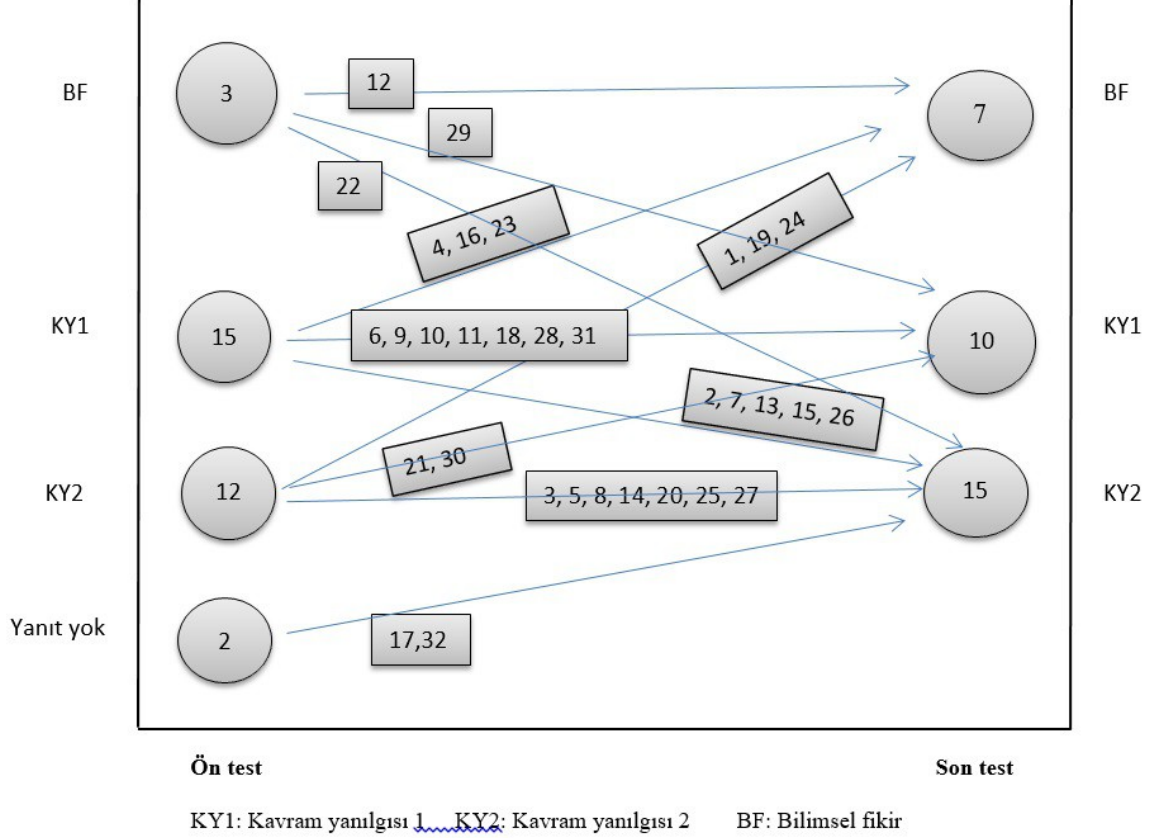
**Tablo 7.** Öğrencilerin Atom Yarıçapına İlişkin Düşünce Biçimlerindeki Değişim

	Deney Grubu		Kontrol Grubu		
	Ön test (f)	Son test (f)	Ön test (f)	Son test (f)	
Silisyum ve Fosforun atom yarıçapları aynıdır.	<i>Yanıt yok</i>	2	-	2	-
	<i>Açıklama yok</i>	4	1	2	4
	<i>Yörünge sayıları aynı</i>	9	2	11	5
	<i>Atom yarıçapı yörünge sayısına bağlıdır</i>	-	-	2	-
	<i>Aynı periyotta yer alırlar</i>	-	-	-	1
	<b>Toplam</b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>15</b>	<b>10</b>
Fosforun atom yarıçapı daha büyüktür.	<i>Açıklama yok</i>	2	-	8	4
	<i>Daha fazla elektronu vardır</i>	7	4	2	6
	<i>Yörünge sayısı eşit ise değerlik elektron sayısı büyük olanın çapı büyüktür</i>	3	2	2	-
	<i>Yörünge sayısı eşit ise atom numarası büyük olanın yarıçapı büyüktür</i>	1	-	1	3
	<i>Periyodik cetvelde soldan sağa atom yarıçapı artar</i>	-	-	-	2
	<b>Toplam</b>	<b>13</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>15</b>
Silisyumun atom yarıçapı daha büyüktür.	<b>Kavram yanlışlığı toplam</b>	<b>26</b>	<b>9</b>	<b>27</b>	<b>25</b>
	<i>Açıklama yok</i>	1	4	2	2
	<i>Son yörüngede elektron sayısı az olunca yarıçapı büyük olur</i>	2	7	-	2
	<i>Daha fazla proton vardır</i>	1	2	-	-
	<i>Yörünge sayıları eşit olduğunda grup numarasına bakarız</i>	-	2	-	-
	<i>Periyodik cetvelde soldan sağa atom yarıçapı küçülür</i>	-	9	-	1
	<i>Son yörünge elektronu az olanın yarıçapı daha büyüktür</i>	-	-	-	2
	<b>Bilimsel fikir toplam</b>	<b>4</b>	<b>23</b>	<b>3</b>	<b>7</b>

Şekil 1'den de anlaşılacağı üzere, öğretim öncesinde "Silisyum ve fosforun atom yarıçapları aynıdır." (KY1) kavram yanlışlığına sahip olan 13 öğrencinin 8'i öğretim sonrasında bilimsel fikre geçiş yapmıştır. Yine öğretim öncesinde "Fosforun atom yarıçapı daha büyüktür." (KY2) kavram yanlışlığına sahip olan 13 öğrencinin büyük çoğunluğu (9 öğrenci) kavram karikatürleri temelindeki öğretim sonrasında bilimsel fikre geçmiştir. Şekil 1'de her iki kavram yanlışlığı grubundaki öğrencilerden sırasıyla 3 ve 4 öğrencinin kavram yanlışlığının giderilememiş olduğu görülmektedir. Öğretim öncesinde soruya yanıt vermemiş olan 2 öğrenci de öğretim sonrasında bilimsel fikre geçmiş görülmektedir. Şekilden öğretim öncesinde bilimsel fikre sahip olan 4 öğrencinin öğretim sonrasında yine bilimsel fikri savunmaya devam ettiği de anlaşılmaktadır. Sonuç olarak kavram karikatürleri temelindeki öğretimin öğrencilerin kavram yanlışlıklarını

giderdiği, bilimsel fikre geçiş yapmalarına yardımcı olduğu, kavramsal açıdan gelişmelerini sağladığı ve öğrencilerde yeni kavram yanlışları yaratmadığı söylenebilir.

Geleneksel öğretimin öğrencilerin kavram yanlışlarını gidermedeki etkisi Şekil 2'deki bireysel profilde görülmektedir.



**Şekil 2:** Kontrol grubundaki öğrencilerin atom yarıçapına ilişkin düşüncelerindeki değişim

Şekil 2'den anlaşılacağı üzere "Silisyum ve fosforun atom yarıçapları aynıdır." (KY1) kavram yanlışlığına sahip olan 15 öğrencinin sadece 3 tanesi bilimsel fikre geçiş yapmıştır. Yedi öğrencinin mevcut kavram yanlışlığı devam ederken 5 öğrencinin ise başka bir kavram yanlışlığına sahip olduğu görülmektedir. Yine öğretim öncesinde "Fosforun atom yarıçapı daha büyüktür." (KY2) kavram yanlışlığına sahip olan 12 öğrenciden sadece 3 öğrenci bilimsel fikre geçiş yaparken 2 öğrenci başka bir yanlışlığa geçiş yapmış ve 7 öğrenci mevcut düşünce yapısını korumuştur. Öğretim öncesinde soruya yanıt vermemiş olan 2 öğrenci de öğretim sonrasında "Fosforun atom yarıçapı daha büyüktür." yanlışlığına sahip olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca öğretim öncesinde bilimsel fikri savunan 3 öğrenciden öğretim sonrasında bir tanesinin "Silisyum ve fosforun atom yarıçapları aynıdır." ve bir tanesinin de "Fosforun atom yarıçapı daha büyüktür." yanlışlığını benimsediği sonucuna da ulaşılmaktadır. Sonuç olarak geleneksel öğretimle yapılan derste az sayıda öğrencinin (n=6) kavram yanlışlığının giderildiği, öğrencilerin çoğunun (n=14) mevcut yanlışlıklarını koruduğu veya başka bir kavram yanlışlığına geçiş yaptığı (n=11) söylenebilir.

### Nötr Atom ve Katyon Yarıçapı Sorusuna Öğrencilerin Yanıtları

Atom ve iyon yarıçapı kavram testinde öğrencilerden lityum atomu ile lityum iyonunun yarıçaplarını karşılaştırmaları ve düşüncelerini gerekçelendirmeleri istenmiştir. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin soruya öğretim öncesi ve sonrası vermiş oldukları yazılı yanıtlarının içerik analizi Tablo 8'de sunulmuştur.

Tablo 8 incelendiğinde öğretimler öncesinde nötr atom ve elektron vermiş katyonun yarıçaplarının eşit olduğunu düşünen öğrenci sayısı deney ve kontrol grubunda sırasıyla 6 ve 8 olarak görülmektedir. Başka bir kavram yanlışlığı olarak ise katyonun yarıçapının nötr atomdan daha büyük olduğu görüşü, deney ve kontrol grubunda sırasıyla 7 ve 13 öğrenci tarafından belirtilmiştir. Yine tablodan bilimsel fikre sahip öğrenci sayısının deney grubunda 17, kontrol grubunda ise 6 olduğu görülmektedir.

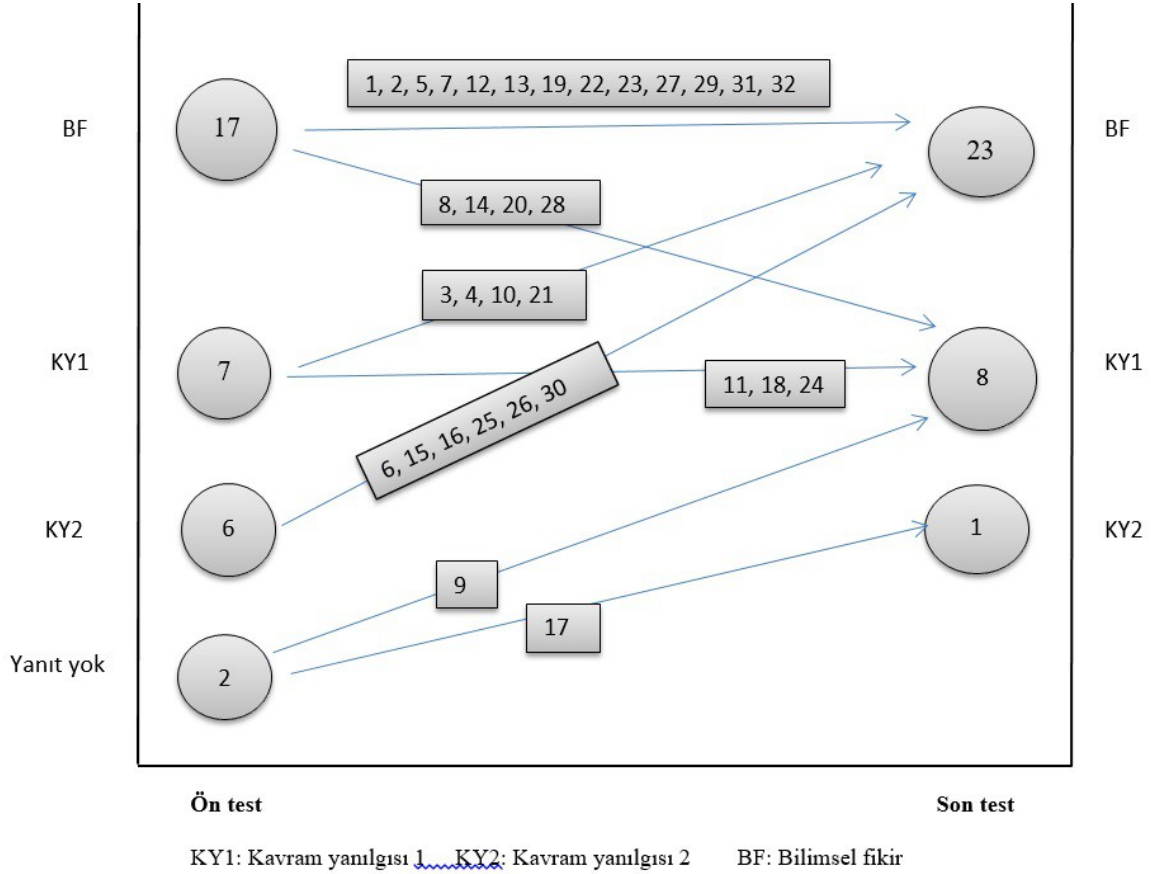
**Tablo 8.** Öğrencilerin Atom ve Katyon Yarıçapına İlişkin Düşünce Biçimindeki Değişim

	Deney Grubu		Kontrol Grubu		
	Ön test (f)	Son test (f)	Ön test (f)	Son test (f)	
Her ikisinin de yarıçapı aynıdır.	<i>Yanıt yok</i>	2	-	5	2
	<i>Açıklama yok</i>	2	-	2	1
	<i>Yörünge sayıları eşit</i>	1	1	-	2
	<i>Proton sayısı değişmediği için</i>	1	-	3	-
	<i>Sadece elektron sayısı değiştiği için</i>	2	-	2	-
	<i>İyon yükü atom yarıçapını değiştirmez</i>	-	-	1	-
	<i>Atom yarıçapı elektrona bağlı değildir</i>	-	-	-	1
	<b>Toplam</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>4</b>
Katyonun yarıçapı nötr atomdan daha büyüktür.	<i>Açıklama yok</i>	1	1	6	4
	<i>Nötr atomun yarıçapı her zaman daha küçüktür</i>	2	1	-	-
	<i>Nötr atomda elektron sayısı fazla olduğu için</i>	2	2	1	1
	<i>Katyon +1 yüklü olduğu için</i>	2	-	-	-
	<i>Proton sayısı fazla olduğu için</i>	-	1	1	-
	<i>Nötr atomun değerlik elektron sayısı daha az olduğu için</i>	-	-	2	1
	<i>Katyon olunca çekim kuvveti azalır ve çap büyür</i>	-	1	3	-
	<b>Toplam</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>13</b>	<b>6</b>
Katyonun yarıçapı nötr atomdan daha küçüktür.	<b>Kavram yanlışlığı toplam</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	<b>21</b>	<b>10</b>
	<i>Açıklama yok</i>	3	2	2	3
	<i>Elektron sayısı azaldığı için</i>	9	3	-	3
	<i>Elektron verince katman sayısı azaldı ve dolayısıyla çap küçüldü.</i>	5	11	4	14
	<i>Katyonda çekirdek yükü elektron sayısından fazla olduğu için daha kuvvetli çekecek, elektron başına daha fazla çekim düşecek ve çap küçülecektir.</i>		7	-	-
<b>Bilimsel fikir toplam</b>	<b>17</b>	<b>23</b>	<b>6</b>	<b>20</b>	

Tablo 8'den kavram karikatürleri temelindeki öğretim sonrasında "Her ikisinin de yarıçapı aynıdır." (KY1) yanlışlığına sahip öğrencilerin sayısında azalma (6'dan 1'e) görülürken "Katyonun yarıçapı nötr atomdan daha büyüktür." (KY2) yanlışlığına sahip öğrenci sayısında artış (7'den 8'e) olmuştur. Öte yandan öğretim öncesinde bilimsel fikre sahip öğrencilerin sayısı 17'den 23'e yükselmiştir. Bu

çerçeve de kavram karikatürleri temelindeki öğretimin öğrencilerin kavramsal anlamalarını arttırdığı ancak kavram yanlışlarının tamamını gideremediği söylenebilir.

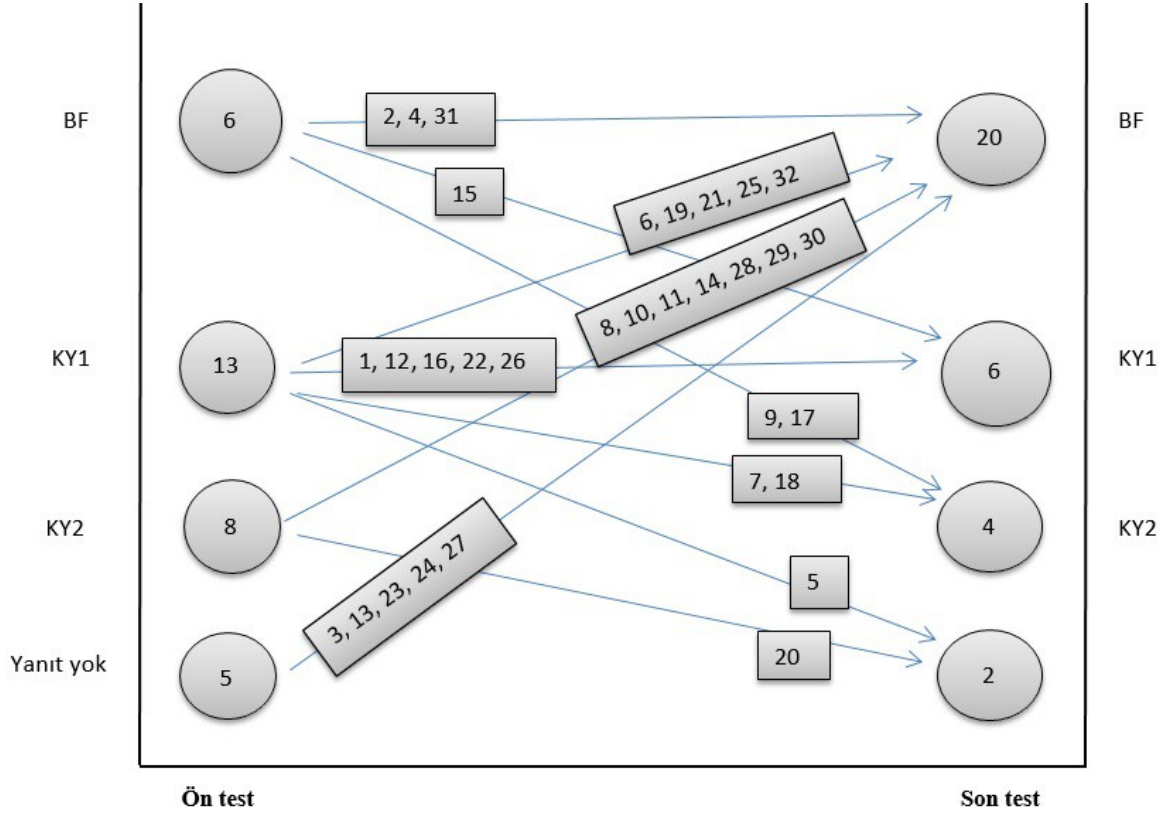
Geleneksel öğretim sonrasında bilimsel fikre sahip öğrencilerin sayısı 6'dan 20'ye yükselmiştir. Öte yandan benzer başarı kavram yanlışlarının giderilmesinde söz konusu değildir. Nitekim her iki kavram yanlışına sahip öğrenci sayısı yarı yarıya azalmıştır. Bu çerçevede geleneksel öğretimin öğrencilerin kavramsal anlamalarını arttırdığı ancak kavram yanlışlarını gideremediği söylenebilir. Kavram karikatürleri temelindeki öğretimin öğrencilerin kavram yanlışlarını gidermedeki etkisi Şekil 3'teki bireysel profilden de anlaşılmaktadır.



**Şekil 3:** Deney grubundaki öğrencilerin atom ve katyon yarıçapına ilişkin düşünce değişimleri

Şekil 3'ten anlaşılacağı üzere "Nötr atom ve katyonun yarıçapları aynıdır." (KY1) kavram yanlışlığına sahip 6 öğrencinin tamamı öğretim sonrasında bilimsel fikre geçiş yapmıştır. "Katyonun yarıçapı nötr atomun yarıçapından daha büyüktür." (KY2) şeklindeki kavram yanlışlığına sahip 4 öğrenci ise bilimsel fikre geçiş yaparken 3 öğrencinin mevcut yanlışlığının devam ettiği görülmektedir. Öğretim öncesinde bilimsel fikri savunan 17 öğrenciden 13'ünün öğretim sonrasında da bilimsel fikrini koruduğu, 4'ünün ise KY1 kavram yanlışlığına geçiş yaptığı anlaşılmaktadır. Sonuç olarak atom ve katyon yarıçapı arasındaki ilişki için kavram karikatürleriyle yapılan öğretimin öğrencilerdeki kavram yanlışlarını gidermede başarılı olduğu söylenebilir.

Geleneksel öğretimin öğrencilerin kavram yanlışlarını gidermedeki etkisi Şekil 4'teki bireysel profilde görülmektedir.



KY1: Kavram yanılması 1, KY2: Kavram yanılması 2 BF: Bilimsel fikir

**Şekil 4:** Kontrol grubundaki öğrencilerin atom ve katyon yarıçapına ilişkin düşünce değişimleri

Şekil 4'ten anlaşılacağı üzere "Nötr atom ve katyonun yarıçapları aynıdır." (KY1) kavram yanılmasına sahip 8 öğrencinin 7'si öğretim sonrasında bilimsel fikre geçiş yaparken bir tanesi soruyu yanıtızsız bırakmıştır. "Katyonun yarıçapı nötr atomun yarıçapından daha büyüktür." (KY2) şeklindeki kavram yanılmasına sahip 13 öğrenciden 5 tanesi bilimsel fikre geçiş yaparken 5 öğrencinin mevcut yanılığının devam ettiği görülmektedir. Buna ek olarak 2 öğrencinin farklı bir yanılığa sahip olduğu, bir tane öğrencinin ise soruyu yanıtızsız bıraktığı görülmektedir. Öğretim öncesinde bilimsel fikri savunan 6 öğrenciden 3'ünün öğretim sonrasında da bilimsel fikirde kalmış olduğu, bir tanesinin KY1, iki tanesinin de KY2'ye geçiş yaptığı anlaşılmaktadır. Ayrıca öğretim öncesi soruyu yanıtızsız bırakan 5 öğrencinin öğretim sonrasında bilimsel fikre geçiş yaptığı görülmektedir. Sonuç olarak atom ve katyon yarıçapı arasındaki ilişki için geleneksel öğretimin öğrencilerdeki kavram yanılıklarını gidermede başarılı olduğu söylenebilir.

#### Atom ve Anyon Yarıçapı Sorusuna Öğrencilerin Yanıtları

Atom ve iyon yarıçapı kavram testinde öğrencilerden klor atomu ile klor iyonunun yarıçaplarını karşılaştırmaları ve karşılaştırmayı neye göre yaptıklarını açıklamaları istenmiştir. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin soruya öğretim öncesi ve sonrası vermiş oldukları yazılı yanıtlarının içerik analizi Tablo 9'da sunulmuştur.



**Tablo 9.** Öğrencilerin Atom ve Anyon Yarıçapına İlişkin Düşünce Biçimlerindeki Değişim

		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
		Ön test (f)	Son test (f)	Ön test (f)	Son test (f)
Her ikisinin de yarıçapı aynıdır.	<i>Yanıt yok</i>	4	-	5	1
	<i>Açıklama yok</i>	1	-	3	1
	<i>Proton sayısı değişmediği için</i>	1	-	1	-
	<i>Elektron alınca katman sayısı değişmediği için</i>	4	4	2	5
	<i>Elektron değişimi yarıçapı etkilemez</i>	-	-	3	1
	<b>Toplam</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>7</b>
Anyonun yarıçapı nötr atomdan daha küçüktür.	<i>Açıklama yok</i>	3	3	7	7
	<i>Anyon eksi yüklü olduğu için çapı daha küçüktür</i>	1	-	-	-
	<i>Anyonda elektron sayısı daha fazla olduğu için</i>	3	-	1	2
	<i>Çünkü katmanını tamamlamış</i>	-	1	-	-
	<i>Çünkü elektronlar daha çok çekileceğinden çap küçülür</i>	-	4	-	-
	<i>Elektron alınca çap küçülür</i>	-	2	1	-
	<i>Çekirdek yükü değiştiği için</i>	-	-	1	-
	<i>Nötr atomun çekim gücü daha azdır</i>	-	-	-	1
	<b>Toplam</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
<b>Kavram yanlışlığı toplam</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>19</b>	<b>17</b>	
Anyonun yarıçapı nötr atomdan daha büyüktür.	<i>Açıklama yok</i>	4	-	3	8
	<i>Anyonun elektron sayısı daha fazla olduğu için</i>	10	6	5	5
	<i>Nötr atomun yarıçapı her zaman daha küçüktür</i>	1	-	-	1
	<i>Elektron başına düşen çekim kuvveti azalacağından yarıçapı büyür</i>	-	10	-	-
	<i>Çekirdek yükü elektron sayısından az olunca daha az çeker ve çap büyür</i>	-	2	-	-
	<b>Bilimsel fikir toplam</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>14</b>

Tablo 9 incelendiğinde öğretimler öncesinde nötr atom ve elektron olarak oluşan anyonun yarıçaplarının eşit olduğunu düşünen öğrenci sayısının deney ve kontrol grubunda sırasıyla 6 ve 9 olduğu görülmektedir. Bir başka kavram yanlışlığı olan anyonun yarıçapının nötr atomdan daha küçük olduğu düşüncesine sahip deney ve kontrol grubu öğrencilerin sayısı ise sırasıyla 7 ve 10 olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla her iki gruptaki öğrencilerin yarıya yakın bölümünün öğretim öncesinde kavram yanlışlığına sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 9'dan kavram karikatürleri temelindeki öğretim sonrasında deney grubu öğrencilerinin kavram yanlışlıklarının fazla değişmediği, yanlışlıkların giderilemediği anlaşılmaktadır. Bu durum bilimsel fikre sahip öğrenci sayısına da yansımış ve öğrencilerin öğretim öncesi bilimsel fikirleri 15 iken öğretim sonrasında 18 olmuştur. Yine Tablo 9 incelendiğinde geleneksel öğretimin etkisinin de benzer olduğu anlaşılmaktadır. İki öğretimin de öğrencilerin mevcut kavram yanlışlıklarını gidermediği ve öğrencilerin kavramsal yolla anlamasını geliştirmede olduğu söylenebilir. Tablodan da anlaşılacağı üzere öğrenciler "Elektron alınca katman sayısı değişmediği için atom ve anyonun yarıçapı aynıdır." düşüncesini öğretim sonrasında da devam ettirmektedir. Öğrencilerde bulunan ve

öğretim ile değişim göstermeyen bir diğer düşünce biçimi ise "Elektronlar daha çok çekileceğinden çap küçülür." kavram yanılıdır. Kavram karikatürleri temelindeki öğretimin sözü edilen bu düşüncelerin değişim göstermesini sağlayamamış görünmektedir.

### TARTIŞMA – SONUÇ VE ÖNERİLER

Kavram karikatürleri temelindeki öğretimin öğrencilerin atom ve iyon yarıçapı kavramlarını öğrenmeleri üzerine etkisini belirlemeyi hedefleyen bu araştırmanın bulguları tasarlanan öğretimin öğrencilerin ilgili kavramları öğrenmelerine katkı sağladığını ortaya koymuştur. Bulgular ayrıca kavram karikatürleri temelindeki öğretimin geleneksel öğretime kıyasla daha başarılı olduğunu da göstermektedir. Literatürde bu sonuçlara paralellik gösteren başka çalışmalar da bulunmaktadır. Şenocak (2018) yaptığı araştırmasında kavram karikatürleriyle desteklenen öğretimin akademik başarıyı arttırmada etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Erim (2019), Sinanoğlu (2017), Ceylan (2015), Çelik (2014), Taşkın (2014), Taş (2013), Cin (2013) kavram karikatürleri kullandıkları deney grubundaki öğretimin öğrencilerin akademik başarıları ve kavramsal anlama düzeylerini geliştirmede geleneksel öğretim yöntemlerinin kullanıldığı kontrol grubuna nazaran daha etkili sonuçlar verdiğini belirtmiştir. Bu çalışmaların sonuçları araştırmamızın sonuçlarını destekler niteliktedir.

Literatürde bu araştırmaların bulgularıyla uyuşmayan çalışmalar da mevcuttur. Güngör (2018) yaptığı araştırmada kavram karikatürü temelindeki öğretimin akademik başarıyı arttırmada beklenen oranda etkili olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Kara (2017) ve Baysarı (2007) kavram karikatürleri temelindeki öğretimin uygulandığı deney grubu ile geleneksel öğretimin uygulandığı kontrol grubu arasında başarı testlerinde anlamlı bir farkın ortaya çıkmadığını belirlemiştir. Kara (2017) çalışmasında kavram karikatürü temelindeki öğretimin geleneksel öğretimden daha başarılı olmasını hâlihazırdaki öğretim programının iyi bir öğretim programı olması ile açıklamıştır. Güngör (2018) ise kavram karikatürlerinin başarıya etkisinin mevcut programdaki yöntemlerden farklı olmadığını ancak fen konularında dikkat ve ilgi çekmek için kavram karikatürlerinden faydalanılabileceğini vurgulamıştır.

Nitel analiz sonuçları kavram karikatürü temelindeki öğretimin öğrencilerin atom ve iyon yarıçapı kavramlarına ilişkin yanılgıları giderebildiğini göstermiştir. Öğretim öncesinde çeşitli kavram yanılgılarına sahip olan öğrenciler, öğretim sonunda bilimsel fikirlere geçiş yapmıştır. Bu çerçevede kavram karikatürleri temelinde tasarlanan öğretimin öğrencilerin kavramsal anlamalarını arttırdığını söylemek olanaklıdır. Öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerinde benzer oranlarda bir gelişmenin geleneksel öğretim ile sağlandığını söylemek olanaklı değildir. Nitekim geleneksel öğretimin uygulandığı kontrol grubu öğrencilerinin öğretim öncesi kavram yanılgıları giderilememiş ya da az sayıdaki öğrencinin kavram yanılığı giderilebilmiştir.

Öte yandan kavram karikatürü temelindeki öğretime rağmen sayıları az da olsa deney grubunda yer alan bazı öğrencilerin kavram yanılgıları giderilememiştir. Bu öğrenciler durum çalışması olarak incelenmediğinden söz konusu başarısızlığın nedeni belirlenememiştir. Söz konusu başarısızlığın ardındaki neden kavram karikatürü temelindeki öğretim sırasında karikatüre ilişkin tartışmaların ikili gruplar üzerinden yürütülmesi sınıf içi tartışmalarla desteklenmemiş olması olabilir.

Yeni çalışmalarda öğrencilerle yüz yüze görüşmelerin gerçekleştirilmesi ve kavram yanılgılarının giderilememesinin ardındaki nedenin belirlenmesi kavram karikatürleri temelindeki öğretimin etkililiğini arttırabilir.

Bu çalışmada bilimsel süreç becerileri ve mantıksal düşünme yeteneği testleri grupların eşdeğer olup olmadıklarını belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Kavram karikatürü temelindeki öğretimin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine ve mantıksal düşünme yeteneklerine olan etkilerini belirlemeyi hedefleyen çalışmalar da yapılabilir.

### KAYNAKÇA

Altun-Yalçın, S., & Yalçın, S. (2011). Yeni İlköğretim Müfredatının Uygulanmasına İlişkin İlköğretim Öğretmenlerinin Görüşleri. *Milli Eğitim*, S, 40(190), 92-101.

- Avcı, A. F., & Taşdemir, Ş. (2019). Artırılmış Ve Sanal Gerçeklik İle Periyodik Cetvel Öğretimi. *Selçuk-Teknik Dergisi*, 18(2), 68-83.
- Ayas, A. (1995). Fen Bilimlerinde Program Geliştirme Ve Uygulama Teknikleri Üzerine Bir Çalışma: İki Çağdaş Yaklaşımın Değerlendirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(11).
- Azizoğlu, N., Aslan, S., & Pekcan, S. (2015). Periyodik Sistem Konusu Ve Analogilerle Öğretim Modeli: Yöntem, Cinsiyet Ve Motivasyon Faktörlerinin Öğrenci Başarısına Etkisi. *İlköğretim Online*, 14(2).
- Balbağ, M. Z., Leblebici, K., Karaer, G., Sarıkahya, E., & Erkan, Ö. (2016). Türkiye’de Fen Eğitimi Ve Öğretimi Sorunları.
- Balım, A. G., Ormancı, Ü., Evrekli, E., Kaçar, S., & Türkoğuz, S. (2016). Fen Derslerinde Kavram Karikatürü Kullanım Örnekleri Ve Kavram Karikatürlerine Yönelik Öğrenci Ve Öğretmen Görüşleri. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*.
- Baysarı, E. (2007). İlköğretim düzeyinde 5. sınıf fen ve teknoloji dersi canlılar ve hayat ünitesi öğretiminde kavram karikatürü kullanımının öğrenci başarısına, fen tutumuna ve kavram yanlışlarının giderilmesine olan etkisi. *Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.*
- Bilgi, M., & Şahin, M. (2012). Elementlerde aktiflik kavramının öğretilmesinde bilgisayar destekli öğretim materyali kullanılmasının öğrenci başarısı üzerine etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 9(4), 146-166.
- Buyukozturk, S., Kilic Cakmak, E., Akgun, O. E., Karadeniz, S., & Demirel, F. (2013). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Büyüköztürk, Ş. (2018). *Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı*. Pegem Atif İndeksi, 001-214.
- Ceylan, Ö. (2015). Fen Öğretiminde Kavram Karikatürü Kullanımının 7. Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarılarına Ve Bilişsel Yapılarına Etkisinin İncelenmesi. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.*
- Cin, M., Argümantasyon Yöntemine Dayalı Kavram Karikatürü Etkinliklerinin Öğrencilerin Kavramsal Anlama Düzeylerine ve Bilimsel Süreç Becerilerine Etkileri. *Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2013.*
- Çelebi, C. (2006). *Yapılandırıcılık Yaklaşımına Dayalı İşbirlikli Öğrenmenin İlköğretim 5. Sınıf Sosyal Bilgiler Dersinde Öğrenci Erişi Ve Tutumlarına Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- Çelik, B. (2014). *Dokuzuncu Sınıf Bilgi Ve İletişim Teknolojisi Dersinde Mizah Ve Kavram Karikatürü Kullanımının Öğrenci Başarısı, Tutumu, Kaygısı Ve Kalcılığa Etkisi* (Master's Thesis, Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Çelikler, D., & Kara, F. (2012). İlköğretim Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Periyodik Çizelge Konusundaki Bilgilerinin Çizim Yoluyla Saptanması. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1(3), 70-76.
- Çeliköz, M. (2017). *Eğitim Programları Ve Öğretim Alanındaki Eğitim Bilimcilerin Yapılandırıcılıkla İlgili Görüşlerinin Analizi*.
- Çetin, O., & Günay, Y. (2010). Fen Öğretiminde Yapılandırıcılık Kuramının Öğrencilerin Başarılarına Ve Bilgiyi Yapılandırmalarına Olan Etkisi. *Eğitim Ve Bilim*, 32(146), 24-38.

- Demircioğlu, H., Demircioğlu, G., & Ayas, A. (2006). Storylines And Chemistry Teaching. Hacettepe University Journal Of Education, 30, 110-119.
- Erim, H. (2019). 6. Sınıf Din Kültürü Ve Ahlak Bilgisi Dersinde "İslam'ın Sakınılmasını İstediği Bazı Davranışlar" Ünitesinin Öğretiminde Kavram Karikatürü Destekli Probleme Dayalı Öğrenme Yönteminin Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya
- Eş, H., & Sarıkaya, M. (2010). Türkiye Ve İrlanda Fen Öğretimi Programlarının Karşılaştırılması. İlköğretim Online, 9(3), 1092-1105.
- Finley, F. N., Stewart, J., & Yarroch, W. L. (1982). Teachers' Perceptions Of İmportant And Difficult Science Content. Science Education, 66(4), 531-538.
- Genç, Ş. (2008). Sosya-Kültürel Oluşturmacılık Temelinde Tasarlanan Öğretimin Ortaöğretim Öğrencilerinin Periyodik Özellikleri Öğrenmeleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Güneş, H., & Karavaş, Ş. (2016). Geçmişten Günümüze Fen Eğitiminin Önemi Ve Fen Eğitiminde Son Yıllarda Yapılan Çalışmalar. Eğitim Ve Öğretim Araştırmaları Dergisi, 5(3), 122-136.
- Güngör, H. (2018). Fen Ve Teknoloji Öğretiminde Kavram Karikatürü Kullanımının İlköğretim 7. Sınıf Öğrencilerin Akademik Başarılarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Gür, T., Dilci, T., & Arseven, A. (2013). Geleneksel Yaklaşımdan Yapılandırmacı Yaklaşımına Geçişte Öğretmen Adaylarının Görüş Ve Değerlendirmeleri; Bir Söylem Analizi. Karadeniz Uluslararası Bilimsel Dergi, 1(17), 196-208.
- Kabapınar, F. (2007). Öğrencilerin Kimyasal Bağ Kavram Yanılgılarına İlişkin Literatüre Bir Bakış I: Molekül İçi Bağlar. Milli Eğitim Dergisi, 176, 18-35.
- Kabapınar, F. (2017). Kimya Öğretiminde Kavram Karikatürlerinin Kullanımı. Pegem Atıf İndeksi, 669-698.
- Kara, M. 2017. İlköğretim 5. Sınıf Yer Kabuğunun Gizemi Ünitesinde Kavram Karikatürü Kullanımının Öğrenci Başarısına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Antalya, 102s.
- Karasar, N. (2005). Bilimsel Araştırma Yöntemi (17. Baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım, 81-83.
- Kaymak, H. (2005). Kavram haritası yönteminin öğrencilerin periyodik tablo konusunu anlamalarına etkisi (Master's thesis, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Köseoğlu, F., Yılmaz, H., Koç, Ş., Güneş, B., Bahar, M., Eryılmaz, A., Ateş, S., Müyesseroğlu, Z. Ve Diğerleri. (2006). İlköğretim Fen Ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı. Ankara.
- MEB, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı Ortaöğretim Kimya Dersi(9, 10, 11 ve 12.Sınıflar) Öğretim Programı(2018).
- Naylor, S., & Keogh, B. (2000). Concept Cartoons İn Science Education. Millgate House.
- Özbay, A. (2009). Yapılandırmacılık Kuramına Dayalı Olarak İngilizce Dersinin İşlenişine İlişkin Öğretmen Görüşleri. Yüksek Lisans Tezi. Afyon Kocatepe Üniveristesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyonkarahisar
- Salame, I. I., Sarowar, S., Begum, S., & Krauss, D. (2011). Students' alternative conceptions about atomic properties and the periodic table. Chem. Educator, 16, 190-194.

- Satılmış, Y. (2014). Misconceptions About Periodicity in Secondary Chemistry Education: The Case of Kazakhstan. *International Online Journal of Primary Education (IOJPE)* ISSN: 1300-915X, 3(2).
- Sinanoğlu, K. (2017). Kavram Karikatürleri ve Kavramsal Değişim Metinlerinin 6. Sınıf Öğrencilerinin Bilişsel Yüküne, Akademik Başarısına ve Kalıcılığına Etkisi (Master's thesis, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Şaşmaz-Ören, F. (2009). Öğretmen Adaylarının Kavram Karikatürü Oluşturma Becerilerinin Dereceli Puanlama Anahtarıyla Değerlendirilmesi. *E-Journal Of New World Sciences Academy*, 4(3), 994-1016.
- Şengül, N. (2006). Yapılandırmacılık Kuramına Dayalı Olarak Hazırlanan Aktif Öğretim Yöntemlerinin Akan Elektrik Konusunda Öğrencilerin Fen Başarı ve Tutumlarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Şenocak, K. (2018). Fen Öğretiminde Kavram Karikatürü Kullanımının 5. Sınıf Yaşamımızdaki Elektrik Ünitesinde Öğrenci Başarısı ve Tutumu Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Kırıkkale.
- Taber, K. S. (1999). Ideas About Ionisation Energy: A Diagnostic Instrument. *School Science Review*, 81(295), 97-104.
- Tan, D., Khang, G. N., Sai, C. L. Ve Taber, K. S. (Şubat 2005). Development of a twotier multiple choice diagnostic instrument to determine a-level students' understanding of ionisation energy. 2 Şubat 2008, [http://www.educ.cam.ac.uk/research/projects/eclipse/Tanetal\(2005\) IonisationEnergy.pdf](http://www.educ.cam.ac.uk/research/projects/eclipse/Tanetal(2005) IonisationEnergy.pdf)
- Taşkın, Ö. (2014). Fen Ve Teknoloji Öğretiminde Kavram Karikatürü Kullanımının Öğrenci Başarısı Ve Tutumuna Etkisi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Tezcan, H., & Kıpık, M. (2005). Lise 1. Sınıf Öğrencilerine Periyodik Tablo Öğretiminde Yeni Bir Yaklaşım. *Millî Eğitim: Üç Aylık Eğitim Ve Sosyal Bilimler Dergisi*, 166.
- Ugurel, I., & Moralı, S. (2006). Karikatürler Ve Matematik Öğretiminde Kullanımı. *Milli Eğitim Dergisi*, 34(170), 1-10.
- Ürek, R. Ö., & Tarhan, L. (2005). "Kovalent bağlar" konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde yapılandırmacılığa dayalı bir aktif öğrenme uygulaması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(28), 168-177.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2013). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri.(9. Genişletilmiş Baskı) Ankara: Seçkin Yayınevi.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2016). *Qualitative Research İn Social Sciences*. Ankara: Seçkin Publications.
- Ziyafet, E. (2008). Fen Ve Teknoloji Dersinde Periyodik Çizelgenin Öğretiminde 5e Modelinin Öğrenci Tutum Ve Başarısına Etkisi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

## EXTENDED SUMMARY

### PURPOSE

Atomic and ionic radius concepts are among the periodic properties and they are fundamental to other periodic features. As a matter of fact, students build the concepts of nonmetallic and metallic properties, ionization energy and electron affinity on these concepts. Teaching the concepts of atomic and ionic radius, which have such an important place with concept cartoons, can eliminate misconceptions and realize conceptual understanding in students. This can provide conceptual learning of other periodic features and facilitate the learning of 'Modern Atomic Theory' unit appear on 11th grade chemistry course. The aim of the present study is to determine the effect of teaching intervention based on concept cartoons over students' learning of atomic radius appears in the 9th grade Chemistry Course.

### METHODOLOGY

#### Research design

In this study a pre-test and post-test quasi-experimental design with control group, one of the quantitative research methods, was used. While the independent variable in the research is teaching on the basis of concept cartoons, the dependent variable of the research is the students' conceptual understanding of 'atomic and ionic radius'.

#### Participants

Students attending in an Anatolian high school in 2017-2018 academic year in İstanbul are participated in the study. Students, which were 9 graders, were between the ages 14-15. A total 64 students (37 girls and 27 boys) participated in the study.

#### Data Collection Tools

Logical Thinking Ability Test and Scientific Process Skills Test and Atomic and Ionic Radius Concept Test formed the data collection tools. The former two were taken from the literature whereas the latter was developed by the researchers.

#### Data Collection

Logical Thinking Ability Test, Scientific Process Skills Test and concept test were used as pre-test to determine whether the experimental and control groups were taken as equivalent. After the teaching intervention the concept test was redistributed to students as a post-test to determine the effectiveness of the instruction.

#### Data Analysis

Quantitative data analysis methods (descriptive analysis and SPSS) were used in the analysis of the data obtained from the scales, while descriptive and content analyzes were used in the analysis of conceptual questions.

#### Designing and conducting teaching intervention

'Concept Cartoon Worksheets' was prepared by the researcher to be used in the teaching the experimental group. The cartoons are drawn from the website [www.toondoo.com](http://www.toondoo.com). The students examined the concept cartoons in the worksheets in pairs and then expressed their views on the subject and started discussion among themselves.

In this process, the task of the teacher was to guide the students by asking follow-up questions from time to time. The teacher constantly wandered through the classroom and gave instant answers to the Students' Questions.

Following the students' pair discussion a classroom discussion were carried out. In the control group, conventional teaching was adopted in accordance with the chemistry programme.

### RESULTS

Quantitative analysis of post-teaching concept test revealed that both instructions were successful, but teaching based on concept cartoons was more successful than conventional teaching. The



results of the qualitative analysis showed that teaching on the basis of concept cartoons can eliminate students' misconceptions about atomic and ionic radius. The students who had misconceptions before the teaching intervention made the transition to scientific ideas at the end of the instruction. Thereby, it is possible to say that the instruction designed on the basis of concept cartoons increases students' conceptual understanding. It is not possible to say that a similar development in students' level of conceptual understanding is achieved through conventional teaching.

## **DISCUSSION**

In the present study it was found that teaching via concept cartoons was effective in remedying students' misconceptions and developed conceptual understanding. This finding is supported by existing research findings (Erim, 2019; Şenocak, 2018; Sinanoğlu, 2017; Ceylan, 2015; Çelik, 2014; Taşkın, 2014; Taş, 2013; Cin, 2013). These studies also found that concept cartoons were successful in increasing students' academic achievement and conceptual understanding. These studies also revealed that it provides more effective results in comparison with control group where traditional teaching methods are used to improve understanding levels.

**EK-1: ATOM VE İYON YARIÇAPI KAVRAM TESTİ**

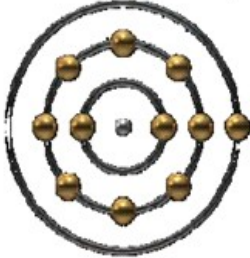
**SORULAR**

**1)** Atom yarıçapının büyüklüğü aşağıdakilerden hangilerine bağlıdır? İlişkili olduğunu düşündüğünüz seçeneklerin yanındaki kutucuğu işaretleyiniz. Birden fazla seçeneği işaretleyebilirsiniz. Düşüncenizin nedenini boş bırakılan yere yazınız.

<input type="checkbox"/>	Çekirdek yüküne bağlıdır. Çünkü.....
<input type="checkbox"/>	Elektron sayısına bağlıdır. Çünkü.....
<input type="checkbox"/>	Proton sayısına bağlıdır. Çünkü .....
<input type="checkbox"/>	Nötron sayısına bağlıdır. Çünkü .....
<input type="checkbox"/>	Yörünge sayısına bağlıdır. Çünkü .....
<input type="checkbox"/>	Değerlik elektron sayısına bağlıdır. Çünkü .....
<input type="checkbox"/>	Kütle numarasına bağlıdır. Çünkü .....

**2)** Bir atomun ( örneğin sodyum atomu) atom yarıçapı ile çekirdek yükü arasındaki ilişkiyi öğrenciler kendi aralarında tartışmaktadır.

**Sizce hangi öğrenci haklıdır? İlgili kutucuğa X işareti koyunuz.**

 <p>Na Atomu</p>	<p><input type="checkbox"/> <b>Selçuk:</b> Atom yarıçapı çekirdek yüküne bağlıdır ve çekirdek yükü değişmediği için değişmez.</p> <p><input type="checkbox"/> <b>Oya:</b> Atom yarıçapı çekirdek yüküne bağlıdır ancak çekirdek yükü değişmese de değişebilir.</p> <p><input type="checkbox"/> <b>Filiz:</b> Atom yarıçapı çekirdek yüküne bağlı değildir dolayısıyla atom yarıçapı değişebilir.</p> <p><input type="checkbox"/> <b>Yücel:</b> Atom yarıçapı çekirdek yüküne bağlı değildir ancak yine de atom yarıçapı değişmez.</p>
--	---

**Neden böyle düşündüğünüzü açıklayınız.**

**3)** Proton sayısı 3 olan Lityum elementinin nötr bir atomu ( ${}_{3}\text{Li}$ ) ile 1 elektron vererek katyon oluşturan atomunun ( ${}_{3}\text{Li}^{+}$ ) atom yarıçapları arasındaki ilişkiyi öğrenciler kendi aralarında tartışmaktadır.

**Sizce hangi öğrenci doğru cevabı vermiştir? İlgili kutucuğa X işareti koyunuz.**

- Selin:** Nötr atomun yarıçapı katyon olan atomun yarıçapından daha büyüktür.
- Melek:** Nötr atomun yarıçapı katyon olan atomun yarıçapından daha küçüktür.
- Gaye:** Her ikisinin de atom yarıçapları aynıdır.

**Neden böyle düşündüğünüzü açıklayınız.**

**4)** Proton sayısı 17 olan Klor elementinin nötr bir atomu ( ${}_{17}\text{Cl}$ ) ile 1 elektron alarak anyon oluşturan atomunun ( ${}_{17}\text{Cl}^{-}$ )atom yarıçapları arasındaki ilişkiyi öğrenciler kendi aralarında tartışmaktadır.

**Sizce hangi öğrenci doğru cevabı vermiştir? İlgili kutucuğa X işareti koyunuz.**

- Mert:** Nötr atomun yarıçapı anyon olan atomun yarıçapından daha büyüktür.
- Oğuz:** Nötr atomun yarıçapı anyon olan atomun yarıçapından daha küçüktür.

**Atakan:** Her ikisinin de atom yarıçapları aynıdır.

**Neden böyle düşündüğünüzü açıklayınız.**

5) Çekirdek yükü 19 olan nötr Potasyum (K) atomu ile çekirdek yükü 20 olan nötr Kalsiyum(Ca) atomunun atom çapları arasındaki ilişki için öğrencilerin yorumları aşağıdaki gibidir.

**Sizce hangi öğrencinin yorumu doğrudur? İlgili kutucuğa X işareti koyunuz.**

- Demet:** Potasyumun atom yarıçapı kalsiyumun atom yarıçapından daha büyüktür.
- İpek:** Kalsiyumun atom yarıçapı potasyumun atom yarıçapından daha büyüktür.
- Ali:** Her ikisinin de atom yarıçapları aynıdır.

**Cevabınızın nedeni aşağıdakilerden hangisi veya hangileri olabilir? Doğru olduğunu düşündüğünüz yargıların yanındaki kutucukları işaretleyiniz.**

- Her ikisi de aynı yörünge sayısına sahip olduğundan atom yarıçapları aynıdır.
- Kalsiyumun çekirdek yükü fazla olduğundan kalsiyumun atom yarıçapı daha fazladır.
- Potasyumun çekirdek yükü daha az olduğundan potasyumun atom yarıçapı daha fazladır.
- Kalsiyumun elektron sayısı daha fazla olduğu için atom yarıçapı daha fazladır.
- Potasyumun elektron sayısı daha az olduğu için atom yarıçapı daha fazladır.
- Son yörüngedeki elektron sayısı kalsiyumun fazla olduğu için kalsiyumun atom yarıçapı daha fazladır.
- Son yörüngedeki elektron sayısı potasyumun az olduğu için potasyumun atom yarıçapı daha fazladır.

6) Elektron dağılımı 2)6) olan nötr bir Oksijen (O) atomu ile elektron dağılımı 2)8)6) olan nötr bir Kükürt (S) atomunun atom yarıçapları arasındaki ilişkiyi öğrenciler kendi aralarında tartışmaktadır.

**Sizce hangi öğrencinin cevabı doğrudur? İlgili kutucuğa X işareti koyunuz.**

- Gülcan:** Daha çok elektronu olduğu için kükürtün atom yarıçapı daha büyüktür.
- Yunus:** Daha çok elektronu olduğu için kükürtün atom yarıçapı daha küçüktür.
- Cemile:** Bu iki atomun da son yörüngesinde aynı sayıda elektron bulunduğundan atom yarıçapları eşittir.

**Neden böyle düşündüğünüzü açıklayınız.**

7) Yörünge sayısı aynı olan Silisyum (Si) ve Fosfor (P) atomlarının son yörüngelerinde bulunan elektron sayıları sırasıyla 4 ve 5'tir. Bu durumu göz önünde bulundurarak atom yarıçapları arasındaki ilişkiyi öğrenciler kendi aralarında tartışmaktadır. **Sizce hangi öğrencinin cevabı doğrudur? İlgili kutucuğa X işareti koyunuz.**

- Melike:** Yörünge sayıları eşit ise, buldukları periyot da aynıdır ve bu durumda atom yarıçapları aynıdır.
- Hazal:** Yörünge sayısı eşit ise, son yörüngede daha az elektron bulduran Silisyumunun atom yarıçapı daha büyüktür.
- Gül:** Yörünge sayısı eşit ise, son yörüngede daha çok elektron bulduran Fosforun atom yarıçapı daha büyüktür.

**Neden böyle düşündüğünüzü açıklayınız.**

**EK-2:ATOM YARIÇAPI ÇALIŞMA YAPRAĞI**

Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1) Atom altı tanecikler nelerdir?

.....

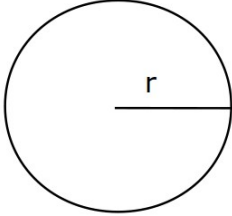
2) Atom altı taneciklerin yükleri nasıldır?

.....

3) Atom altı tanecikler nerelerde bulunur?

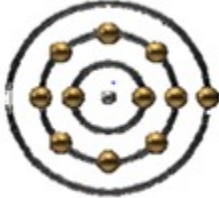
.....

4) Matematik dersinde gördüğünüz daire ya da çember yarıçapı terimi nedir? Açıklayınız.



.....  
.....  
.....

5) Atom yarıçapı nedir? Açıklayınız.



.....  
.....  
.....  
.....

6) Resimdeki görsel neyi anlatmaktadır?Açıklayınız.



.....  
.....  
.....  
.....

7) Elektronların çekirdeğin etrafında düşmeden kalabilmesinin sebebi ne olabilir? Açıklayınız.

.....  
.....

8) Sizce bir atomun yarıçapının uzunluğu aşağıdaki hangi uzunluk birimiyle ölçülebilir? Doğru olduğunu düşündüğünüz kutucuğu işaretleyiniz. Cevabınızın nedenini açıklayınız.

- Kilometre (1 km=10<sup>3</sup> m). Çünkü,.....  
 Santimetre (1 cm=10<sup>-2</sup> m). Çünkü, .....  
 Pikometre (1 pm=10<sup>-12</sup> m). Çünkü, .....

9) Funda Öğretmen tahtaya bir soru yazmış ve öğrencilerden bu soruyu kendi aralarında tartışıp cevaplamalarını istemiştir. Karikatürü inceleyiniz.



Sizce hangi öğrenci ya da öğrenciler doğru cevabı vermiştir? İlgili olduğunu düşündüğünüz kutucukları işaretleyiniz. Neden böyle düşündüğünüzü açıklayınız.

- Özgür doğru cevabı vermiştir. Çünkü, .....
- Alper doğru cevabı vermiştir. Çünkü, .....
- Kıvanç doğru cevabı vermiştir. Çünkü, .....

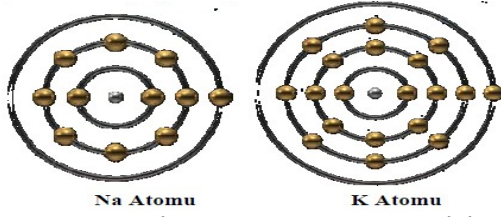
**10)** Funda Öğretmen tahtaya bir soru daha yazmış ve yine öğrencilerden sorunun cevabını kendi aralarında tartışarak bulmalarını istemiştir. Aşağıdaki karikatürü inceleyiniz.



Sizce hangi öğrencinin cevabı doğrudur? İlgili olduğunu düşündüğünüz kutucuğu işaretleyiniz. Neden böyle düşündüğünüzü açıklayınız.

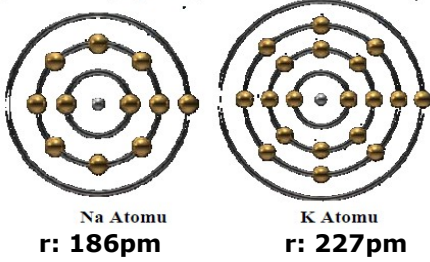
- Özgür'ün cevabı doğrudur. Çünkü, .....
- Alper'in cevabı doğrudur. Çünkü, .....
- Kıvanç'ın cevabı doğrudur. Çünkü, .....

**11)** Öğrenciler kendi aralarında tartıştıktan sonra Sodyumun (Na) ve Potasyumun (K) yarıçaplarını araştırmışlar ve aşağıdaki sonuca ulaşmışlardır. Aşağıdaki atomların elektron dağılımlarını ve atom yarıçaplarını inceleyiniz.



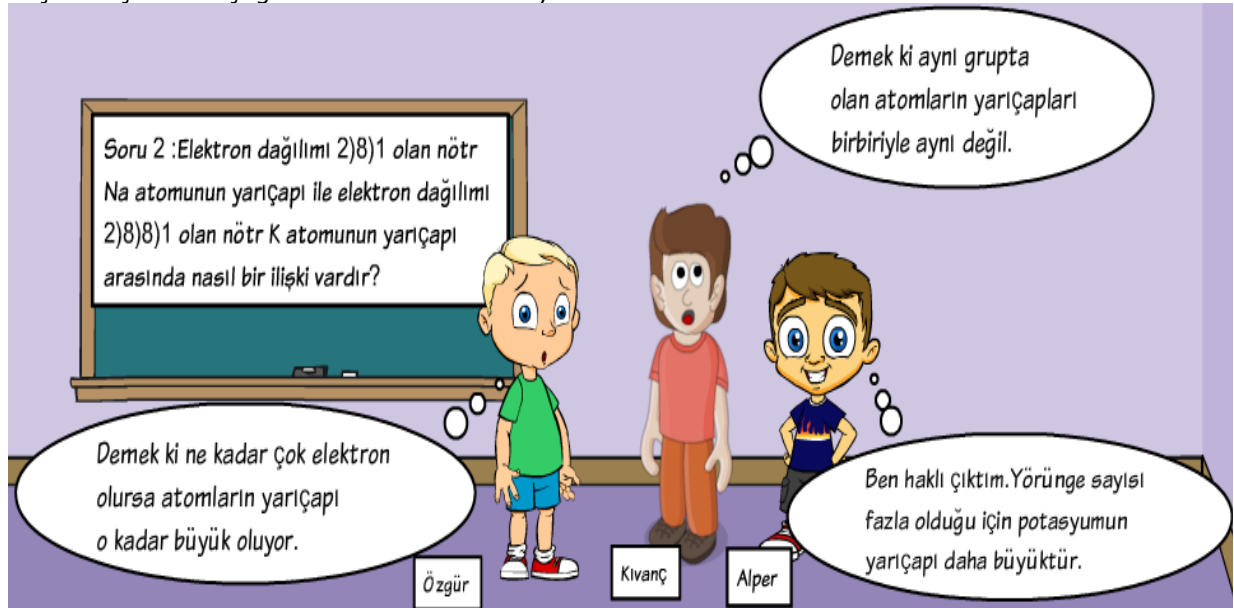
- Sizce hangi atomun yarıçapı daha büyüktür? Düşüncenizin nedenini açıklayınız.
- Sodyum atomunun yarıçapı daha büyüktür. Çünkü, .....
- Potasyum atomunun yarıçapı daha büyüktür. Çünkü, .....

**12)** Özgür, Alper ve Kıvanç kendi çizimlerinden sonra Sodyumun (Na) ve Potasyumun (K) yarıçapını kitaptan araştırmış ve aşağıdaki sonuca ulaşmışlardır.



Potasyumun (K) yarıçapının Sodyumun (Na) yarıçapından büyük olmasının sebebi ne olabilir? Açıklayınız.

**13)** Özgür, Alper ve Kıvanç, Sodyum ve Potasyumun yarıçaplarını inceledikten sonra aşağıdaki gibi düşünmüşlerdir. Aşağıdaki karikatürü inceleyiniz.



Hangi öğrencinin ya da öğrencilerin düşünceleri doğrudur? İlgili kutucukları işaretleyiniz. Düşüncenizin nedenini açıklayınız.

- Özgür'ün düşüncesi doğrudur. Çünkü, .....
- Kıvanç'ın düşüncesi doğrudur. Çünkü, .....
- Alper'in düşüncesi doğrudur. Çünkü, .....

**14)** Funda Öğretmenin tahtaya yazdığı 3. Soruyu da öğrenciler kendi aralarında tartışmışlardır. Aşağıdaki karikatürü inceleyiniz.

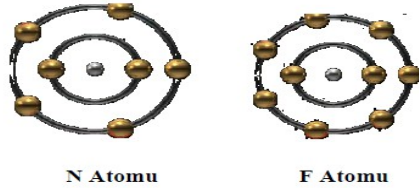




Sizce hangi öğrenci doğru cevabı vermiştir. İlgili kutucuğu işaretleyiniz. Düşüncenizin nedenini açıklayınız.

- Özgür doğru cevabı vermiştir. Çünkü, .....
- Alper doğru cevabı vermiştir. Çünkü, .....
- Kivanç doğru cevabı vermiştir. Çünkü, .....

**15)** Öğrenciler kendi aralarında tartıştıktan sonra Azotun (N) ve Florun (F) yarıçaplarını araştırmışlar ve aşağıdaki sonuca ulaşmışlardır. Aşağıdaki atomların elektron dağılımlarını ve atom yarıçaplarını inceleyiniz.



r: 75 pm

r: 71 pm

Her iki atomun yörünge sayısı aynı olduğu halde Azot atomunun (N) yarıçapı Flor atomunun (F) yarıçapından daha büyüktür. Bunun sebebi ne olabilir? Açıklayınız.

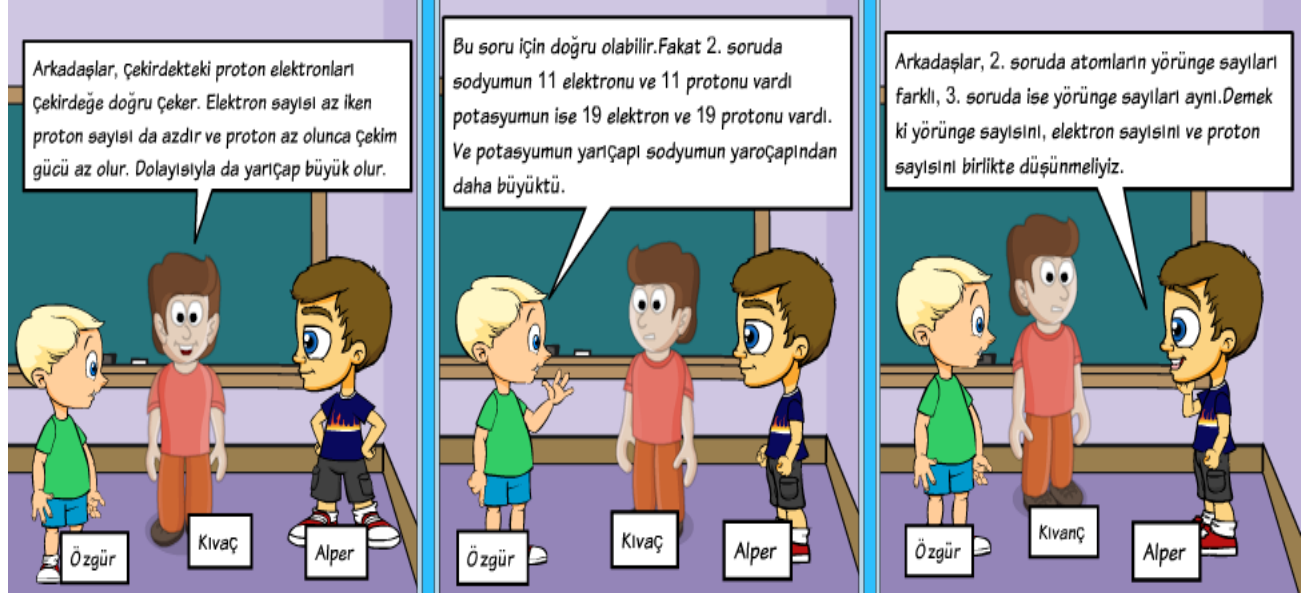
**16)** Özgür, Alper ve Kivanç, Azotun ve Florun yarıçaplarını inceledikten sonra aşağıdaki gibi düşünmüşlerdir. Aşağıdaki karikatürü inceleyiniz.



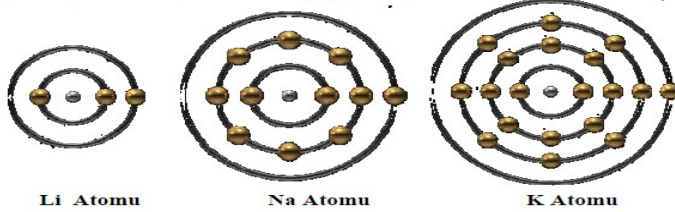
Sizce hangi öğrencinin ya da öğrencilerin düşüncesi doğrudur? İlgili olduğunu düşündüğünüz kutucukları işaretleyiniz. Düşüncenizin nedenini açıklayınız.

- Özgür'ün düşüncesi doğrudur. Çünkü, .....
- Kivanç'ın düşüncesi doğrudur. Çünkü, .....
- Alper'in düşüncesi doğrudur. Çünkü, .....

17) Özgür, Alper ve Kivanç'ın aralarında şu konuşma geçmektedir. Aşağıdaki karikatürü inceleyiniz.

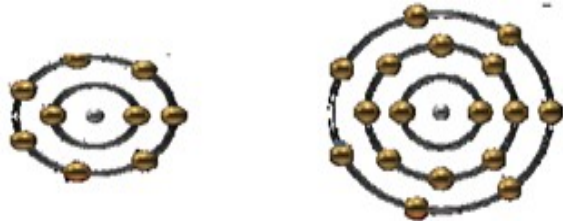


Kafaları karışan Özgür, Alper ve Kivanç birkaç farklı atomun yarıçaplarını incelemek istemişler ve aşağıdaki atomların yarıçaplarına ulaşmışlardır. Aşağıdaki atomların elektron dağılımlarını ve yarıçaplarını inceleyiniz.



**2. periyot 1A Grubu      3. Periyot 1A Grubu      4. Periyot 1A Grubu**  
**r: 152 pm                      r: 186 pm                      r:227pm**

Aynı grupta bulunan Lityum (Li), Sodyum (Na) ve Potasyum (K) atomlarının yarıçapını büyükten küçüğe sıralayınız.



**F atomu                      Cl atomu**  
**2. periyot 7A Grubu      3. Periyot 7A Grubu**  
**r: 71 pm                      r: 99 pm**

Aynı grupta bulunan Flor (F) ve Klor (Cl) atomlarının yarıçapını büyükten küçüğe sıralayınız.

Periyodik cetvelde aynı gruptaki atomların yarıçapları nasıl değişmektedir?

- Aynı grupta atom yarıçapı yörünge sayısı arttıkça artar.

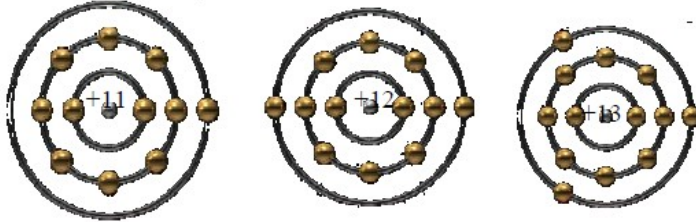
- Aynı grupta atom yarıçapı yörünge sayısı arttıkça azalır.  
Çünkü;

18) Özgür, Alper ve Kıvanç, atom yarıçaplarının nasıl değişiklik gösterdiğini anlayabilmek için farklı atomların yarıçaplarını araştırmaya devam etmiş ve aşağıdaki bilgilere ulaşmışlardır. Aşağıdaki atomların elektron dağılımlarını ve atom yarıçaplarını inceleyiniz.



**N atomu** **O atomu** **F atomu**  
**2. Periyot 5A Grubu** **2. Periyot 6A Grubu** **2. Periyot 7A Grubu**  
**r: 75 pm** **r: 73 pm** **r: 71 pm**

Yörünge sayısı aynı olan Azot (N), Oksijen (O) ve Flor (F) atomlarının yarıçaplarını büyükten küçüğe sıralayınız.



**Na atomu** **Mg atomu** **Al atomu**  
**3. Periyot 1 A Grubu** **3. Periyot 2A Grubu** **3. Periyot 3A Grubu**  
**r: 186 pm** **r: 160 pm** **r: 143 pm**

Yörünge sayısı aynı olan Sodyum (Na), Magnezyum (Mg) ve Alüminyum (Al) atomlarının yarıçaplarını büyükten küçüğe sıralayınız.

Periyodik cetvelde aynı periyottaki atomların yarıçapları nasıl değişmektedir?

- Aynı periyotta atom yarıçapı çekirdek yükü arttıkça artar.  
 Aynı periyotta atom yarıçapı çekirdek yükü arttıkça azalır.  
Çünkü;

19) Bir atom elektron verdiğiğinde aşağıdaki nicelikler nasıl değişir? İlgili kutucukları işaretleyiniz.

	Proton	Elektron	Yörünge sayısı
Artar			
Azalır			
Değişmez			

20) Funda Öğretmen katyon ne nötr atomların yarıçapları ile ilgili tahtaya yeni bir soru daha yazmıştır. Özgür, Alper ve Kıvanç bu sorunun cevabını bulabilmek için aralarında tartışmaktadır. Aşağıdaki karikatürü inceleyiniz.



Sizce hangi öğrenci doğru cevabı vermiştir. İlgili kutucuğu işaretleyiniz. Düşüncenizin nedenini açıklayınız.

- Özgür'ün cevabı doğrudur. Çünkü, .....
- Alper'in cevabı doğrudur. Çünkü, .....
- Kıvanç'ın cevabı doğrudur. Çünkü, .....

Nötr Sodyum atomu ( ${}_{11}\text{Na}$ ) ile katyon olan Sodyum atomunun ( ${}_{11}\text{Na}^+$ ) elektron dağılımlarını yörüngeleriyle birlikte çiziniz.

**21)** Özgür, Alper ve Kıvanç sorunun doğru cevabını bulabilmek için nötr atomlar ile katyon atomlarının yarıçaplarını araştırmış ve aşağıdaki sonuçlara ulaşmışlardır.

Na atomu: 2)8)1	r: 186 pm	Na <sup>+</sup> atomu: 2)8	r: 99 pm
Mg atomu: 2)8)2	r: 160 pm	Mg <sup>2+</sup> atomu: 2)8	r: 72 pm
Al atomu: 2)8)3	r: 143 pm	Al <sup>3+</sup> atomu: 2)8	r: 53 pm

Nötr bir atom elektron verdiğinde yarıçapı nasıl değişmektedir?

Cevabınızın nedenini yazınız.

**22)** Bir atom elektron aldığı anda aşağıdaki nicelikler nasıl değişir? İlgili kutucukları işaretleyiniz.

	Proton	Elektron	Yörünge sayısı
Artar			
Azalır			
Değişmez			

**23)** Funda Öğretmen anyon ne nötr atomların yarıçapları ile ilgili tahtaya yeni bir soru daha yazmıştır. Özgür, Alper ve Kıvanç bu sorunun cevabını bulabilmek için aralarında tartışmaktadır. Aşağıdaki karikatürü inceleyiniz.



Sizce hangi öğrenci doğru cevabı vermiştir. İlgili kutucuğu işaretleyiniz. Düşüncenizin nedenini açıklayınız.

Özgür'ün cevabı doğrudur. Çünkü, .....

Alper'in cevabı doğrudur. Çünkü, .....

Kıvanç'ın cevabı doğrudur. Çünkü, .....

Nötr Oksijen atomu ( ${}_8\text{O}$ ) ile anyon olan Oksijen atomu ( ${}_8\text{O}^{2-}$ ) elektron dağılımlarını yörüngeleriyle birlikte çiziniz.

**24)** Aşağıda yer alan atom ve iyonların yarıçaplarına ait değerleri inceleyiniz.

F atomu: 2)7	r: 71 pm	F <sup>-</sup> atomu: 2)8	r:133 pm
O atomu: 2)6	r: 73 pm	O <sup>2-</sup> atomu: 2)8	r:140 pm
N atomu: 2)5	r: 75 pm	N <sup>3-</sup> atomu: 2)8	r:171 pm

Nötr bir atom elektron aldığıında yarıçapı nasıl değişmektedir?

Cevabınızın nedenini yazınız.