



The Effects of Polyhedrons in Developing Three Dimensional Form Perception

Rabia Akgül¹, ORCID: 0000-0002-2323-7495
Hasan Begeç², ORCID: 0000-0002-0137-2848

Keywords

polyhedrons, basic design education,
computational design

Abstract

This study was conducted to determine whether it is possible to combine the traditional education model and computational design approach to improve the three dimensional morphology. In this study, many national and international publications related to the research subject were examined and a theoretical framework was established and a workshop was conducted with 42 students who received architectural basic design education. In order to evaluate the workshop, a questionnaire was collected with the students who participated in the workshop. The data obtained from the survey were evaluated with the statistical evaluation program (SPSS). In the study, students' individual gains in the workshop process; shape space perception development 82.9%, three-dimensional thinking skills 92.7%, self-confidence and decision-making ability to use 39%, 73.2% to have the chance to try and error, 95.1% of learning skills, while they were found to have acquired. Students' group work gains; 87.2%, the decision-making experience 84.6%, the discussion and exchange of ideas 79.5%. When the design models learned by the students are examined; understanding of the number of edges, corners and surfaces of smooth four sides was determined as 82.1%, and the number of edges, corners and surfaces of the cube was 79.5%. In this study; as a formatting method and computational design has achieved a great deal of success in terms of providing basic gains. Polyhedrons have been identified as a suitable design object in order to improve the three-dimensional morphology and to combine the traditional education model with computational design approach.

Article Information

Received: 15.11.2019
Accepted: 13.01.2020
Available Online: 28.01.2020

Article Info: This study was produced from the master's dissertation, titled "An Experimental Study on the Effects of Polyhedrons on Three-Dimensional Shaping in Architectural Basic Education" at the Department of Architecture, Dokuz Eylül University.

1. Department of Architecture,
Dokuz Eylül University, İzmir,
Turkey, rabiakgul@gmail.com

2. Department of Architecture,
Dokuz Eylül University, İzmir,
Turkey, hasan.begec@deu.edu.tr



Üç Boyutlu Biçim Algısını Geliştirmede Polihedronların Etkileri

Rabia Akgül¹, ORCID: 0000-0002-2323-7495
Hasan Begeç², ORCID: 0000-0002-0137-2848

Anahtar Sözcükler

polihedronlar, temel tasarım eğitimi,
hesaplamalı tasarım

Öz

Bu araştırma, üç boyutlu biçim bilgisini geliştirmek için geleneksel eğitim modeliyle hesaplamalı tasarım yaklaşımını birleştirmenin mümkün olup olmayacağını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmada, araştırma konusuyla ilgili ulusal ve uluslararası birçok yayın incelenerek kuramsal çerçevenin oluşturulması sağlanmış ve mimarlık temel tasarım eğitimi almış 42 öğrenci ile atölye çalışması gerçekleştirilmiştir. Atölye çalışmasının değerlendirilmesinin yapılabilmesi için atölyeye katılan öğrencilerle anket yapılarak veri toplanmıştır. Anket çalışması ile elde edilen veriler istatistik değerlendirme programı (SPSS) ile değerlendirilmiştir. Çalışmada, öğrencilerin atölye sürecinde bireysel kazanımlar olarak; %82,9'unun şekil uzay algısı gelişimi, %92,7'sinin üç boyutlu düşünme becerisi, %39'unun özgüven ve karar verme yetisini kullanma, %73,2'sinin deneyip yanılma şansına sahip olma, %95,1'inin yaparken öğrenme becerisi edindikleri tespit edilmiştir. Öğrencilerin grup çalışması kazanımları olarak %87,2'si iş bölümünü gerçekleştirebilme, %84,6'sı birlikte karar verme deneyimi, %79,5'ini tartışma, fikir alışverişi ortamında öğrenme, gibi kazanımlar edindikleri tespit edilmiştir. Öğrencilerin öğrendikleri tasarım modelleri incelendiğinde; %82,1'inin düzgün dört yüzlünün kenar, köşe ve yüzey sayılarının kavranması, %79,5'inin küpün kenar, köşe ve yüzey sayılarını kavradıkları tespit edilmiştir. Çalışma; bir biçimlendirme yöntemi olarak ve hesaplamalı tasarımın temel kazanımlarını sağlaması bakımından büyük oranda başarı sağlamıştır. Üç boyutlu biçim bilgisini geliştirmek ve geleneksel eğitim modeliyle hesaplamalı tasarım yaklaşımını birleştirmede polihedronların, uygun bir tasarım nesnesi olduğu belirlenmiştir.

Makale Bilgileri

Alındı: 15.11.2019
Kabul Edildi: 13.01.2020
Erişilebilirlik: 28.01.2020

Makale Bilgisi: Bu çalışma, yazarın Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Bölümünde yapmış olduğu, "Mimarlık Temel Eğitiminde, Polihedronların Üç Boyutlu Biçimlendirmeye Etkileri Üzerine Deneysel Bir Çalışma" isimli yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

1. Mimarlık Bölümü, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Türkiye,
rabiakgul@gmail.com

2. Mimarlık Bölümü, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Türkiye,
hasan.begec@deu.edu.tr

GİRİŞ (INTRODUCTION)

Değişen, devinen, gelişen dünya düzeniyle birlikte hem öğrenci profili, hem de buna bağlı olarak eğitim öğretim yaklaşımları da değişmekte, yenilenmektedir. Özellikle mimarlık gibi tasarım içerikli bir disiplinin eğitim biçimi çağa ayak uydurmak durumundadır. Mimarlığın doğasında bulunan, her yeni tasarım problemine kendine özgü çözüm geliştirme gereksinimi, eğitime de farklı problem tanımları ve çözüm biçimleri olarak yansımaktadır. Son yüz yılda mimarlık eğitimindeki uygulamaya baktığımızda Beaux Art ekolünün eskiz ve yaparak öğrenme temelli yaklaşımı ve Bauhaus okulunun yaratıcılığı ön plana çıkararak, şartlanmışlıkları yıkmayı hedefleyen, malzemeyi tanımayı önemseyen, sanat ve tekniği birleştiren yaklaşımı günümüzün temel tasarım eğitiminin temel taşları olduğunu görebiliriz. Günümüzde ise gelişen teknoloji ile birlikte dijital dünya ile iç içe bir nesil her yıl kalabalık gruplar halinde mimarlık eğitimine dâhil olmaktadır. Geleneksel temel tasarım eğitim modeli içerisindeki öğrenci, temel eğitim sonrası kaçınılmaz olarak dijital tasarım araçlarını kullanmaktadır. Hatta bu dijitalleşme günümüzde tasarım okullarında eğitim müfredatına da girmeye başlamıştır.

Mimarlık ürünlerinin üç boyutlu biçim çeşitleri olduğu gerçeğinden yola çıkıldığında mimar aday bir tasarımcı, bir biçimlendiricidir. Biçimlendiricinin zihin - üç boyutlu biçim algısı - yaparak öğrenme koordinasyonunun kurulması gerekmektedir. Üç boyutlu biçim oluşturmada dijital ortamın sunduğu alternatifler, tasarımcının biçim üretme olasılıklarını artırmaktadır. Temel tasarım düzeyinde yapılan bilgisayar destekli örnek çalışmalara bakıldığında; “Computation” kelime kökünden gelen Türkçeye “Hesaplamalı” olarak çevrilen, latince kökeninde ise “bir şeyleri çok net anlama ve her şeyi aynı anda düşünerek yapma” anlamındaki tasarım yaklaşımı görülmektedir (Yalınay, 2012: 25).

Bu çalışma, üç boyutlu biçim bilgisini geliştirmek için izlenecek bir yöntemle, geleneksel eğitim modeliyle hesaplamalı tasarım yaklaşımını birleştirmek mümkün müdür? sorusuna cevap aramaktadır. Bu bağlamda çalışmanın amacı mimarlık temel tasarım eğitiminde öğrencilerin üç boyutlu biçim algısını geliştirecek ve hesaplamalı tasarıma geçişe altlık oluşturabilecek bir biçimlendirme yöntemini denemektir. Hesaplamalı tasarıma geçmeden önce temel biçim algısının oluşturulmasının gerekli olduğundan hareketle noktadan poligona, poligondan polihedrona geçen bir akış ile temel biçim algısının iki boyutta ve üç boyutta oluşturulacağı düşünülmektedir. Bu nedenle denenecek biçimlendirme yönteminin nesnesi olarak “Temel Polihedronlar” belirlenmiştir.

Bu araştırma konusuyla ilgili ulusal ve uluslararası birçok yayın incelenerek çalışmanın kuramsal çerçevesinin oluşturulmasındaki temel eğitimde hesaplamalı tasarım yaklaşımları ve temel polihedron bilgisinin verildiği bölümler oluşturulmuştur. Çalışmanın amacına yönelik olarak temel tasarım dersini almış birinci sınıf öğrencileri üzerinde bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Bu uygulama kendi içerisinde Armstrong'un bir zeka kullanımından diğerine geçiş için önerdiği tanımlama, deneyimleme, sorgulama aşamalarından oluşmaktadır (Armstrong, 2009:112). Tanımlama aşamasında yapılan literatür taraması ve çizim ve maket üretimleri eşliğinde kavramsal bilgi verilmektedir. Deneyimleme aşamasında kavramsal bilginin içselleştirilmesi ve grup çalışması yapılarak boşlukta hacimsel örgütlenmelerin yapılması istenmektedir. Sorgulama aşamasında ise öğrencilerin kazanımların ölçülmesine yönelik anket yapılmıştır. Anket verileri SPSS 16 istatistiksel veri analiz programı ile incelenerek yorumlanmıştır.

TEMEL EĞİTİMDE HESAPLAMALI TASARIM YAKLAŞIMLARI (COMPUTATIONAL DESIGN APPROACHES IN BASIC EDUCATION)

Dijital çağ olarak adlandırabileceğimiz günümüzde, bilgisayar teknolojisi insan hayatının her alanında kullanılmaktadır. Mimarlık alanında ise Autocad, Archicad, Revit, Rhino gibi programların kullanılmasıyla tasarım sürecine hız kazandırılmakta, bu programlardan yardım alınarak çizim yapılmaktadır. Bunun yanında mimarlık eğitiminde birçok öğretim elemanı, derslerinde Autocad, Archicad, Revit Rhino gibi programların kullanılmasını sağlayarak, öğrencilerin mesleki yaşamlarında yeni çağa adapte olabilmesini kolaylaştırmaya çalışmaktadırlar. Yıldız Teknik Üniversitesi, Maltepe Üniversitesi ve Bilgi Üniversitesi gibi bazı üniversitelerde bu tarz programların kullanımı öğrencilere mimarlık eğitimlerinin ilk senesinde verilmekte buna paralel hesaplamalı tasarım yaklaşımıyla temel eğitim çalışmaları yapılmaktadır.

Hesaplamalı Tasarım yaklaşımının İngilizce karşılığı olan Computation kelimesinin etimolojik kökenine baktığımızda Latince “Computare” den geldiğini görürüz. Kökündeki ‘com’ beraber, ile (with) anlamına gelirken putare’ ise açıklığa kavuşturmak (clear up), yerli yerine oturtmak (settle), hesaba katmak/hesaplaşmak (reckon) anlamlarına gelir; yani computare beraber açığa kavuşturmak, yerli yerine oturtmak ve hesaba katmak anlamlarına gelmektedir (URL 1).

Computation kelimesi etimolojik bilgisi dışında matematiksel, sayısal çağrışımlarıyla da ele alınmaktadır. Matematik Yunanca’ daki mathemata dan gelir. Kelimeyi oluşturan manthanein öğrenmek anlamına gelirken, mathesis ise öğretmek anlamına gelir, yani hem öğrenilebilir hem öğretilebilir anlamına gelmektedir (URL 2).

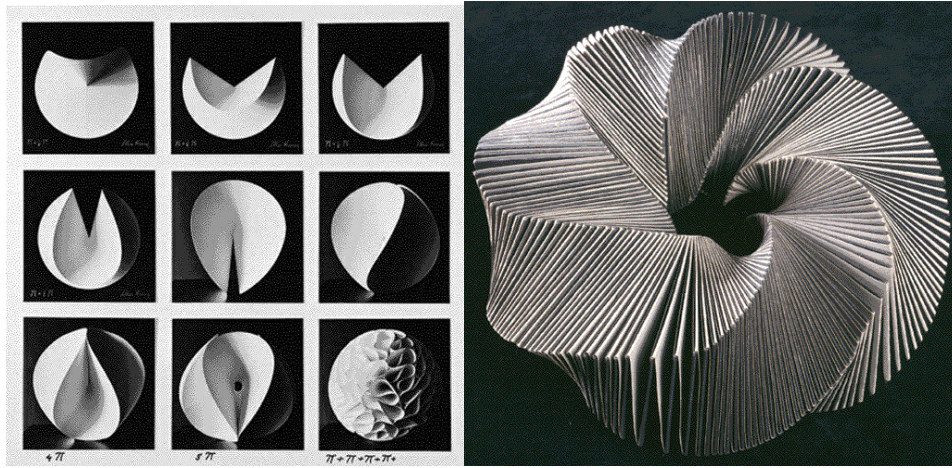
Hesaplamalı tasarım, 1960’lardan itibaren mimarlık ve bilimsellik ilişkisini kuran söylemlerle görünür olan bir araştırma kültüründen beslenerek gelişmiş bir tasarım yaklaşımıdır. Hesaplamalı tasarım kavramının kuramsal temeline bakıldığında, dijital platformlardan bağımsız, bilgisayardan daha önce yaparak öğrenme, deneme yanılma, aynı anda birçok şeyi düşünme ve tasarımın gerekçelendirilmesi gibi temellere dayandığı görülmektedir.

Temelinde matematiksel ilişki ve geometrik tekrar gibi sayısal ilkeler olan hesaplamalı tasarım, günümüzde dijital teknoloji ile daha farklı bir mecrada, bilgisayar ortamında daha fazla ve daha kolay uygulama imkanı bulmaktadır. Bu noktada hesaplamalı tasarımı günümüzdeki, bilgisayar

ortamında kullanılmakta olan mimari program bilgisi ve bu programlar ile tasarımın gerçekleştirilmesi olarak algılamamak gerekmektedir. Bu bağlamda, hesaplamalı tasarım, geleneksel temel tasarım eğitiminde geometri-biçim bilgisi ve geometriye dayalı biçimlenmede matematiksel ilişkilere dayalı tasarım olarak düşünülebilir.

Tasarımda hesaplamalı bakış açısının sayısal teknolojiden bağımsız olarak ortaya çıktığı bilgisi, güncel çalışmalarda hesaplamalı tasarım kuramı inşasında kullanılmaktadır (Beşlioğlu, 2013:88). Mimarlık temel eğitim düzeyinde hesaplamalı tasarım yaklaşımı ile bilgisayardan bağımsız biçim üretimi yapmak için yola çıkıldığında Türkiye’de ki ilk hesaplamalı tasarım çalışmalarından biri olarak Beşlioğlu’ nun İlhan Koman’ın geliştirilebilir biçim serileri çalışmalarını değerlendirdiği görülmektedir.

İlhan Koman bilimsel kavramlar ve sanat arasındaki ilişkiyi yorumlarken kendi çalışmasının da bilimsel çalışmalar gibi ucu açık ve geliştirilebilir olduğunu dile getirmiştir. Sanatçının bilimsel yaklaşımlarla kurduğu ilişki özellikle 1970 sonrası eserlerinde ele aldığı π , Çokyüzlüler, Sonsuzluk, Moebius gibi kavramlarda da açıkça okunabilmektedir (Beşlioğlu, 2013:92) (Şekil 1).

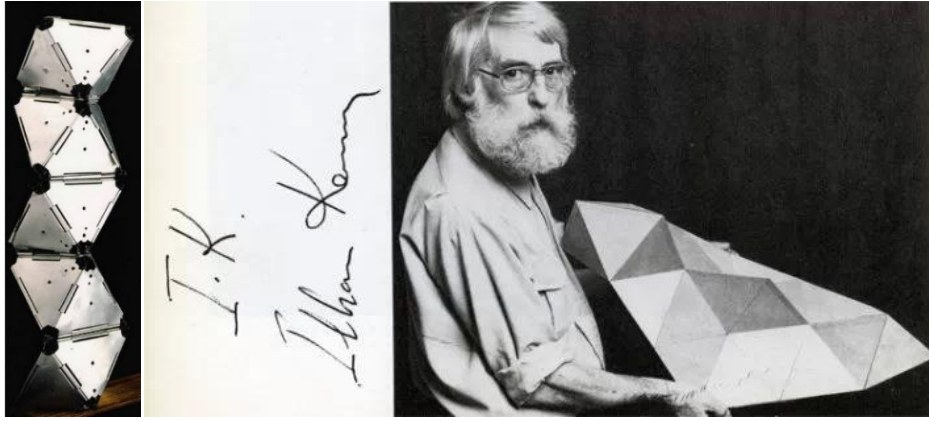


Şekil 1. İlhan Koman, Pi serisi ve Mobius Bandı (URL 3-URL 4)

Koman’ın biçim çalışmalarından, katlandığında minimum hacmin elde edilme özelliğinden dolayı uzay uygulamalarında kullanılabileceğini önerdiği esnek çokyüzlüler, patentini aldığı bir matematik buluş olarak kabul edilmiştir (Beşlioğlu, 2013:91) (Şekil 2).

Koman, $\pi + \pi + \pi + \pi + \dots$ Dizisindeki yaklaşımını anlattığı yazı da sonsuz sayıda π nin bir küre oluşturabileceğini, bunun küreye yeni bir tanım getirebileceğini belirtmektedir (Koman,1983:78).

İlhan Koman sanat çalışmalarında biçimle ilgili yaklaşımını şu sözlerle anlatmıştır: “Form sorunlarının her zaman yeni bir çözümü olduğunu söylemek istiyorum, benim üzerinde çalıştığım da formdur”(Koman, 1983:78). Form dizilerindeki yaklaşımlarında ele aldığı sorunsal, biçimi içeren bir soru üzerine kurgulanmıştır. Bu sorunun çözüm süreci, sonuç ürünün biçimsel karakterini betimlemek üzerine işlemez, biçimi üretecek sorunun çözümü sürecin tasarlanmasını gerektiren bir tasarım aşamasıdır.



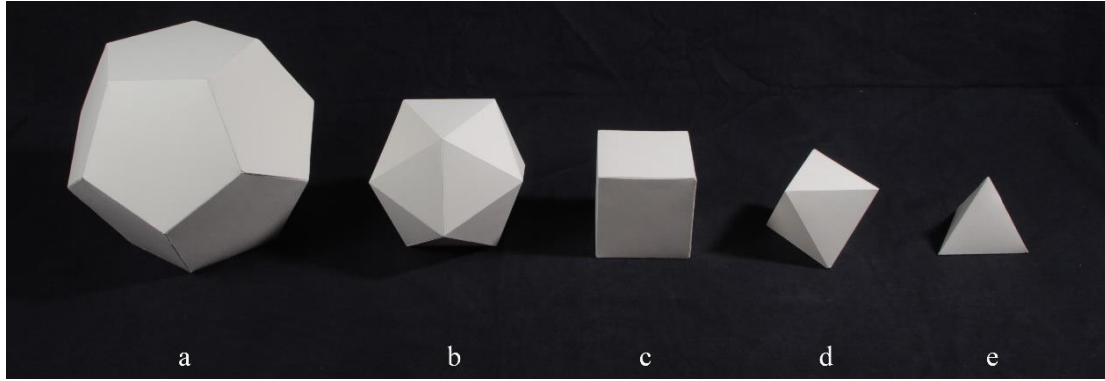
Şekil 2. İlhan Koman ve Esnek Çokyüzlüler (Ataseven, 2011)

Koman'ın geliştirilebilir biçim çalışmalarının açtığı tartışmalar, sürece atfedilen önem, biçimin ilişkisel ve üretken bir sürecin olası sonuçları olarak oluşması ve bununla ilişkili olarak ucu açık bir biçim üretim sürecinde yaratıcı öznenin değişen rolü açılarından hesaplamalı tasarım tartışmaları ile kesişmektedir (Beşlioğlu, 2013:95). Genel kanı biçimin çoğul ve üretken bir kavrayışla tasarlanmasının sayısal ortamın bir potansiyeli olduğu yönündedir. “İlhan Koman'ın biçim serileri ile ortaya konulan yaklaşımı, sayısal teknolojilerin desteğiyle parametrik bir tasarım sürecini önermemekle birlikte Koman'ın geliştirilebilir biçim serileri hesaplamalı yaklaşımın bir örneğidir (Beşlioğlu, 2013:95)”.

TEMEL POLİHEDRON BİLGİSİ (BASIC POLYHEDRON INFORMATION)

Temel polihedronların yapısı doğanın biçimlenme temellerine dayanmaktadır. Temel polihedronlar, kimyasal yapı taşlarında, tek hücreli canlıların yapısında, cansız doğanın kristal biçimlerinde karşımıza çıkmaktadır (Yurtsever, 2008:152). Yapay biçimlendirme örnekleri üzerinden baktığımızda, temel polihedronların mimari, heykel gibi üç boyutlu biçimler üreten disiplinlerde kullanıldığı görülmektedir. Polihedral yapıların çağlar boyunca bilim adamları, sanatçılar ve filozoflarca çeşitli amaçlarla incelendiği bilinmektedir. Üç boyutlu türeyebilen, soyutlayan, temsil eden, bir şeyin yerine geçmeye çalışan, tasarımın önemli ortaklarından biri olan matematiksel biçimler; yani Temel Polihedronlar'ın sayısal tabanlı tasarım eğitimi temellerinde kullanıldığı, tasarım geometri gibi derslerin müfredatında yer aldığı görülmektedir.

Poly, Türkçe de “çoklu” anlamına gelen kelime Yunanca “polus” dan türemiştir (Gausa, Guallart, Müller, Soriano, Porras, & Morales, 2003:47). Polyhedron'un ise Türkçe literatürde, çokyüzlü olarak karşılığını bulduğu görülmektedir. Düzgün çokyüzlüler (polihedronlar), platonik katılar olarak da adlandırılmaktadır. Düzgün çokyüzlüler, mükemmel simetriye sahip cisimler olup M.Ö. 4. yy. da ilk kez sınıflamasını yapan Platon'un anısına bu ismi almışlardır (Şekil 3).



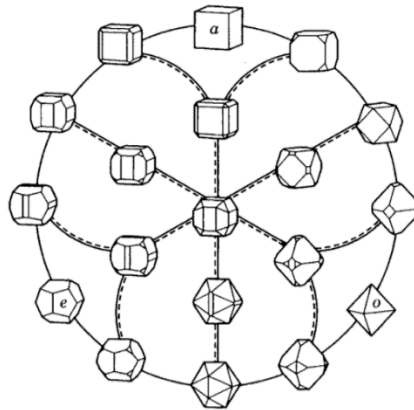
Şekil 3. a. Dodekahedron, b. İkosahedron, c. Hekzahedron, d. Oktahedron, e. Tetrahedron (Rabia Akgül Arşivi)

Pythagoras (M.Ö.580-504) ilk ilkenin sayı olduğunu, nesnelerin algılanan sayılardan oluştuğunu ve ilk varlığın nokta olduğunu ileri sürmüştür. Bu bakış açısından hareketle ilk varlık nokta, noktanın devinimi çizgiyi, çizginin devinimi yüzeyi, yüzeyin devinimi de hacmi yani cismi oluşturmaktadır. Böylece nesnenin sayısal değişimi onların niteliksel farklılıklarına karşılık olmaktadır (Hançerlioğlu, 2010:312).

Platon (M.Ö.427-347) düzgün polihedronları temel maddelere karşılık olarak görmektedir. Buna göre toprak küp, hava oktahedron, ateş tetrahedron ve su ikosahedron uzaysal biçimlerin kombinasyonudur (Hançerlioğlu, 2010:269).

Timaeus'da şöyle geçmektedir; Kübü yeryüzüne atalım, çünkü cisimlerin en hareketsizidir... benzer şekilde diğer figürlerin en az hareketli olanını (ikosahedron) suya, daha hareketlisini (tetrahedron) ateşe, ve en yüksek değeri (oktahedron) havaya atalım (Stevens, 1990:112).

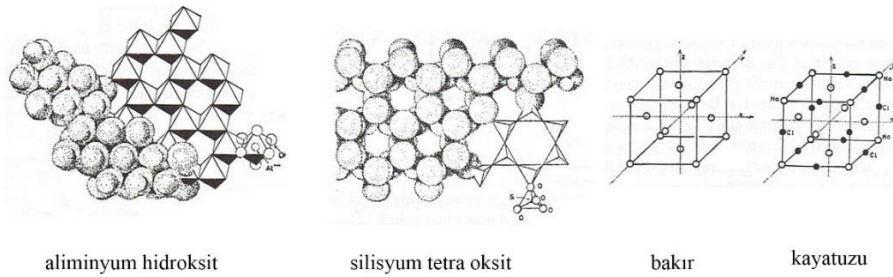
Plato'nun kitabı Timaeus, orta çağlarda bilinen az sayıdaki Klasik Yunan metinlerinden biridir. Timaeus'da Platonun fiziksel evrenin dört elementten oluştuğundan bahsedilir. Stevens (1990), bu ayrımı maddenin, katı sıvı gaz ve plazma hallerine karşılık geldiği şekilde değerlendirir.



Şekil 4. Cansız Doğanın Kristal Biçim Varyasyonları (Sunagava, 2005:80)

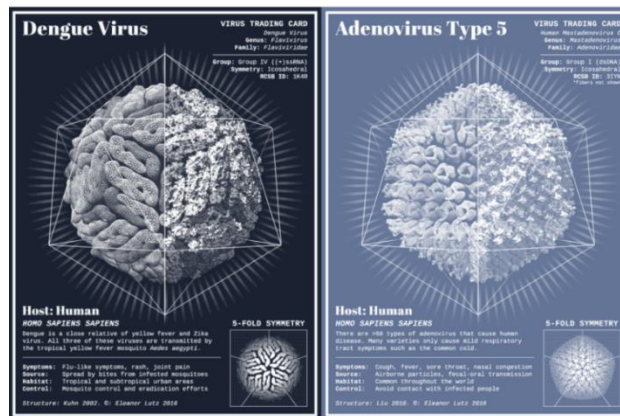
Pisagor, kusursuzluk, uyum ve güzelliği ima etmek için kristal kelimesini kullanır ve Platon, toprak, hava, ateş suları ve evrene ilişkin ünlü beş polihedronu sıralar (Sunagava, 2005:84). Kristal yapıların biçimlenme varyasyonlarına bakıldığında, temel polihedronlardan eksiltilmek, ya da ötelenmek suretiyle türediği ve temel polihedronların birbirlerine dönüşüm aşamalarından ibaret olduğu gözlemlenmektedir (Şekil 4).

Maddeler fiziki farklılıkları nedeniyle doğada farklı geometrik düzenler halinde bulunurlar. Katı, sıvı gaz halindeki moleküler birimlerin temelinde uzaysal örgütlenme ilkeleri bulunmaktadır. Metal ve minerallerin kristal strükturelerine bakıldığında simetri özelliğine sahip polihedral birleşme biçimleri görülmektedir (Şekil 5).



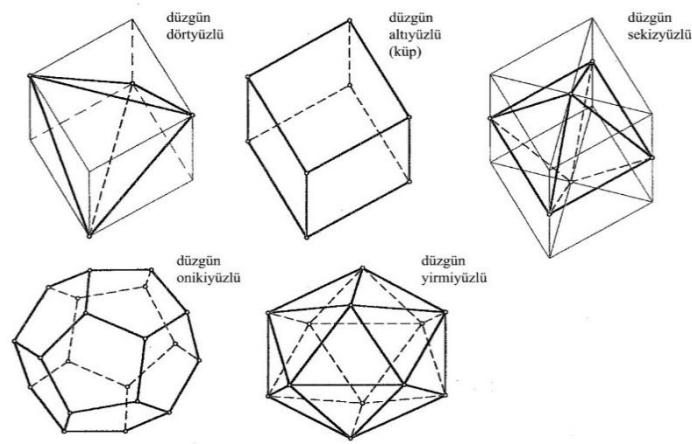
Şekil 5. Çeşitli Kristaller (Yurtsever, 2008:55)

Canlı organizmaların yapılarında protein, su tuz, vitamin metal, yağ ve karbonhidratlar bulunmaktadır. Biyolojik yapı taşları bünyelerindeki kohezyon gerilimleri nedeniyle bir arada denge oluşturmak için çeşitli şekillerde örgütlenerek tek hücreli canlılar olan virüs ve bakterileri oluştururlar... Basit canlıların strükturelerinin daha kararlı geometrik görümlere sahip olmalarına karşılık yetişkin canlılarda geometrik kararlılık kaybolur (Yurtsever, 2008, s.68) (Şekil 6.).



Şekil 6. Küçük Canlılardan, Virüs (URL 5)

En küçük düzgün poligon olan eşkenar üçgenden başlayıp kare, düzgün beşgen ve daha büyük çokgenlerin bir uzay parçasını sınırlamak üzere örgütlenme olasılıklarına bakıldığında beş tür düzgün polihedron olacağına ulaşılmaktadır (Sunagawa, 2005:66). Bir tepe noktasını paylaşmak üzere ancak üçer, dörder ve beşer adet eşkenar üçgen yüzeyler kendi aralarında örgütlenerek düzgün polihedronları tanımlayabilirler (Karakırık, 2011:125). Temel polihedronlar yüzey sayılarına göre düzgün dört yüzlü, düzgün altı yüzlü, sekiz yüzlü, oniki yüzlü ve yirmi yüzlü olarak adlandırılmaktadırlar (Şekil 7). Her bir düzgün çokyüzlünün içerisine yüzey merkez noktalarına tepe noktası gelecek şekilde ikinci bir çokyüzlü yerleştirilebilir. Bu iki çokyüzlüye birbirinin “eş” çokyüzlüsü veya eşleniği denmektedir.



Şekil 7. Düzgün Çokyüzlüler Serisi (Rabia Akgül Arşivi)

Poligonlarda köşe ve kenarların, polihedronlar da tepe kenar ve yüzeylerin sayıları, şekilleri ve örgütlenişleri belirli geometrik yasalara bağlıdır. Bir poligonun köşe ve kenar sayılarının birbirine eşit olmasına karşın, polihedronların tepe ve yüzey sayıları toplamı kenar sayısının iki fazlasına eşittir (Tablo 1).

Tablo 1. Poligon ve Polihedronların Köşe, Kenar, Yüzey ve Tepe Noktası Bağlılıkları.

POLİGON	POLİHEDRON
$K=A$	$T+Y= A+2$
Tepe Sayısı	T
Yüzey Sayısı	Y
Kenar(Ayrıntı) Sayısı	A
Köşe Sayısı	K

Köşe açıları ve kenar uzunlukları kendi aralarında eşit olmak koşulu ile sonsuz sayıda düzgün poligon (çokgen) bulunmasına karşın, tepe açıları, kenar sayısı ve uzunlukları, yüzey sayısı, şekli ve

ölçüleri kendi aralarında eşit olmak koşulu ile ancak beş adet düzgün polihedron (çokyüzlü) bulunmaktadır (Şahinler ve Kızıl, 2014:144).

Tablo 2 den de takip edilebileceği üzere eş polihedronların kenar sayıları birbirlerine eşittir. Yüzey ve tepe sayıları arasında ise çapraz bir bağıntı söz konusudur. Her bir temel polihedronun eşleniğine baktığımız zaman, tetrahedronun eşleniğinin yine kendisi olduğu, küpün eşleniğinin oktahedron olduğunu, yirmiyüzlünün eşleniğinin de onikiyüzlü olduğunu görürüz.

Tablo 2. Temel Polihedronlar Arasındaki Köşe, Kenar Yüzey Sayıları, Eşlenikler

POLİHEDRON	YÜZEY ŞEKİLLERİ		YÜZEY SAYISI	KÖŞE SAYISI	KENAR SAYISI
	Bu kolondaki tüm yüzeyler eşkenar üçgendir	Yüzeylerin kenar sayıları giderek artar	Eş polihedronun köşe sayısına eşittir	Eş polihedronun yüzey sayısına eşittir	Eş polihedronların kenar sayıları eşittir
TETRAHEDRON			4	4	6
TETRAHEDRON			4	4	6
HEGZAHEDRON			6	8	12
OKTAHEDRON			8	6	12
DODEKAHEDRON			12	20	30
İKOSAHEDRON			20	12	30
DÜZLEM					
					

Tüm biçimlerin temel polihedronlardan eksiltip çıkartılarak elde edildiği savı, temelde biçimlendirme işlevi yapan her mimar için şüphesiz dikkat çekicidir. Fuller, Le Corbusier, Da Vinci gibi isimlerin bu konuda incelemeler yapmış olması da dikkat çekmektedir. Mimarlık bağlamında baktığımızda ise mısır piramitlerinden günümüze kadar kararlı yalın geometrisiyle mekân biçimlenmesinde kullanıldığı göze çarpmaktadır (Şekil 8). Uluslararası platformda gerek mimarlık eğitimde, gerek yapı çevrede polihedron tabanlı strüktürlerin kullanıldığı gözlenmektedir.



Şekil 8 a. Ramot Toplu Konut Projesi⁴ b. Negev Çölü Sinagogu (URL 6)

POLİHEDRONLARIN ÜÇ BOYUTLU BİÇİMLENDİRMEYE ETKİLERİ ÜZERİNE DENEYSEL BİR ÇALIŞMA (AN EXPERIMENTAL STUDY ON THE EFFECTS OF POLYHEDRONS ON THREE DIMENSIONAL FORMING)

Temel tasarım amaç ve ilkeleri kapsamında ve polihedronların geometrisi ışığında deneysel bir temel tasarım atölyesi kurgulanmıştır. Bu deneysel çalışmasının amacı; mimarlık temel tasarım eğitiminde iki boyuttan üç boyuta geçişteki temel geometrik ilkelerin kavranmasına yönelik bir yöntem geliştirmektir. Karmaşık bir üç boyutlu tasarım ortamında biçim organizasyonları ile mekân tasarımının temel ilkelerini ortaya koymak amaçlanmaktadır. Deneysel çalışma temel tasarım dersini almış birinci sınıf öğrencileri üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın yöntemi; Armstrong'un bir zeka kullanımından diğerine geçiş için önerdiği tanımlama, deneyimleme, sorgulama aşamaları esasında kurgulanmıştır (Armstrong, 2009:68) (Tablo 3). Bu kurgu içinde:

Tanımlama aşamasında; yapılan literatür taraması, çizim ve maket üretimleri eşliğinde temel polihedronlar hakkında kavramsal bilgi verilmiş ve çalışmanın amacı kapsamı ve yöntemi tanımlanmıştır. Bu bağlamda öncelikle temel polihedronların tarihi ve kullanım alanlarına ilişkin bilgiler verilmiştir. Daha sonra temel polihedronların geometrik yapılarına odaklanılıp, ortogonal koordinatlardaki çizimleri incelenmiştir. Temel polihedronların geometrisinin, düzgün çokgenlerin üçüncü boyutta kenar ve köşe noktalarından birleşerek oluştuğunun bilgisi verilmiştir. Her bir polihedron kapalı yüzeyler, açık yüzeyler ve küresel birimlerden oluşacak şekilde yapılan üç boyutlu maketleriyle tanıtılmıştır. Maket üzerinden tanıtımı yapılırken her bir polihedronun tepe noktası, ayrıt ve yüzeyden bakış olmak üzere üç tür görünüşüne odaklanılmıştır.

Tablo 3. Deneysel Çalışma Süreci

TANIMLAMA	Polihedronların tanıtılması ve çalışma yöntem ve hedeflerinin belirlenmesi.
DENEYİMLEME	Polihedronların çizimleri. Polihedronların modellerinin hazırlanması Polihedronların paketlenmesi,
SORGULAMA	Anket uygulaması Sonuç ve Değerlendirme

Deneyimleme aşamasında; öğrencilerin çizim ve maket yöntemlerini kullanarak edindikleri kavramsal bilgiyi önce içselleştirmesi sonra da öğrencilerin gruplara ayrılarak temel polihedron kullanımı ile hacimsel tasarımlar gerçekleştirilmesi beklenmiştir. Deneyimleme aşaması, kendi içerisinde üç bölümden oluşmaktadır. Bunlar; Polihedronların çizimleri, modellerinin hazırlanması ve üç boyutlu uzayda modüler paketlenmeleridir. **İlk bölümde**, öğrencilerin adım adım polihedral biçimleri nasıl görecekları ve matematiğini kurarak algoritmik olarak nasıl çizebilecekleri anlatılmıştır. Öğrencilerden kendi içerisinde tutarlı mantıklar kurarak polihedronların çizimlerini yapmaları beklenmiştir. Yapılan çizimlerin üzerinden farklı çizim yöntemleri tartışılmıştır. Polihedronların çizimleri sırasında kullanılan altın oran ayrı bir tartışma konusu olmuş ve bilgisi

verilmiştir. **İkinci bölümde**, Polihedronların modellerinin yapım yöntemine karar verirken elde edilecek üç boyutlu biçimin, iki boyutlu biçimlerle ilişkisinin de kavranabilmesi için, katlama (folding) ve strüktürel paketleme (structural packaging) yöntemi seçilmiştir. Böylece eşkenar çokgen yüzeylerin bir tepe noktasında birleşme sayıları, açıları ve dayanıklı bir katı ifade için birleşme biçimlerinin kavranması hedeflenmiştir. **Üçüncü bölümde**, öğrenciler bireysel olarak, polihedronların modüllerini oluşturmuşlardır. Oluşturulan modüller bir araya getirilerek her bir polihedron için ayrı bir çalışma grubu oluşturulmuştur. Çalışma gruplarından her biri kendi polihedral biçimiyle ne yapabileceğini kurgularken, kendilerine verilen tasarım alanında bir yer seçmişlerdir. Seçtikleri yer bağlamlarını oluşturmuştur. Kolon yüzeyi, dolaşım alanı, oturma birimi, sergi birimi gibi bağlamlarda çalışan öğrenciler, yere özgü sistemler kurmuşlardır (Şekil 9).



Şekil 9. Deneyimleme Aşaması Öğrenci Çalışmaları (Rabia Akgül Arşivi)

Tetrahedron modellerle çalışan öğrencilerin masa üzerinde potansiyel birleşim biçimlerini denedikleri ve sonuç ürünlerini zemine oturur biçimde tasarlayıp sergiledikleri gözlemlenmiştir (Şekil 10). Oluşturulan örüntüde tetrahedronlar kenar ve yüzeylerinden birleşecek şekilde organize edilmişlerdir. Tetrahedronlarla oluşturulan örüntü bir tarafta karmaşık boşluklu bir yapıya yoğunlaşırken, diğer tarafta hacimsel bir kol atarak yere temas etmektedir. Bu modülle çalışan öğrencilerin oluşturdukları biçimi zemininde kamusalık bulunan bir mega strüktür olarak tanımlamaları dikkat çekmiştir. Bu tanıma bakıldığında yapı zemine minimum temas eden, tetrahedral yapıyla dev bir uzay kafes sistemi bünyesinde barındırmaktadır.

Küp ile çalışan öğrenci grubu çevrede gördükleri hemen her yapının üst üste yığılmış küpler gibi olduğunu ifade ederek küpün kendisi ile uzayda boşluksuz paketlendiğinin farkındalığını dile getirdikleri görülmüştür.



Şekil 10. Tetrahedron Modüllerle Oluşturulan Örüntü Çalışmaları (Rabia Akgül Arşivi)

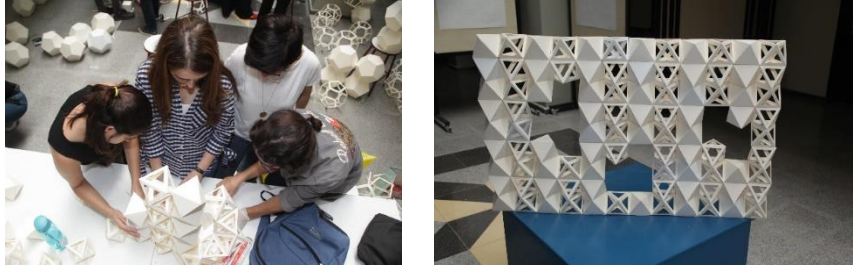
“Küp ile farklı ne yaparız” a bakıldığında bir bağlam, bir düşey kolon yüzeyine eklenerek tırmanan bir paketlenme biçimi öğrenciler tarafından tercih edilmiştir. Birbirine eş ölçüde olan küp modüllerin yüzeyleri tamamen birbirini örtmeyecek şekilde kaydırılarak örüntü oluşturulmuştur. Yükseldikçe kolon yüzeyine tutunarak ayakta duran bu örüntüde, üst kısımlara geldikçe boş yüzeyli küpler kullanılarak taşıyıcı sistemin hafifletildiği gözlemlenmiştir (Şekil 11).



Şekil 11. Hekzahedron Modüllerle Oluşturulan Örüntü (Rabia Akgül Arşivi)

Oktahedron modüllerle çalışan öğrencilerin her bir modülü, bir diğerinin ayrıtıyla eşleyerek birleştirdikleri görülmüştür. Dolu ve boş oktahedron modüllerin bir arada kullanıldığı sonuç ürünün

bir yüzey dokusu tanımladığı gözlenmiştir. Doku içerisinde dolu yüzeyli ve boş yüzeyli oktahedronların sıralı düşey sütunlar halinde kullanıldığı, ara ara modül boşaltması yapılarak simetrisinin bozulduğu görülmüştür. Boşaltmaya rağmen göz örüntünün kendi içerisindeki bu düzeni takip edebilmektedir. Herhangi bir yan yüzeye dayanmayan bu bağımsız örüntünün boşluklu bir duvar yüzeyine dönüştüğü görülmüştür (Şekil 12).



Şekil 12. Oktahedron Modüllerle Oluşturulan Örüntü (Rabia Akgül Arşivi)

Dodekahedron modüllerle çalışan öğrenciler kendi aralarında iki gruba ayrılmıştır. Her iki grupta zeminden başlayıp ortada birleşecek ve altından bir insanın geçebileceği bir kemer oluşturmuştur (Şekil 13). Yapım sırasında dolu ve boş yüzeyli modüllere eşit davranmalarından dolayı üst kısımlara geldikçe malzemenin taşınmasına ilişkin problemlerin ortaya çıktığı görülmüştür.



Şekil 13.. Dodekahedron Modüllerle Oluşturulan Örüntü (Rabia Akgül Arşivi)

İnsan ölçeğinin dikkate alındığı ikosahedron grubunda, oturan bir öğrencinin çevresinde oluşturulan modüllerle üst örtü oluşturulmaya çalışıldığı görülmüştür (Şekil 14). “Yer” e tutunma arayışları ikosahedron ile çalışan grubun deneyim çerçevesini oluşturmuştur. Temel polihedronların

paketlenmesiyle tasarım oluşturma deneyiminde ikosahedron modüller öğrencilerin en fazla zorlandığı tasarım nesnesi olmuştur.



Şekil 14. İkosahedron Modüllerle Oluşturulan Örüntü (Rabia Akgül Arşivi)

Sorgulama aşamasında öğrencilere anket uygulanarak kazanımlarına ilişkin değerlendirmeye yönelik veri toplanmış ve bu veriler istatistiksel veri analiz programı ile incelenerek yorumlanmıştır. Tanımlama ve deneyimleme aşamalarından geçen öğrencilerin deneysel çalışma sürecini geriye dönük tekrar değerlendirmesini sağlayan ters yönlü bir süreç olduğu düşünülebilir. Sorgulama öğrencinin çalışması sürecinde hangi aşamada, hangi kazanımları edindiğini fark edebileceği kısımdır.

Bu aşamada öğrencilerin bilgileri ve kazanımlarının ölçülmesi ve elde edilecek bilgilerle, temel tasarım eğitiminde üç boyutlu biçim algısını geliştirmeye yönelik uygulanan bu yöntemin değerlendirmesini yapabilmek amaçlanmıştır.

Anket soruları kurgulanırken öncelikle sorgulanacak konular belirlenmiştir. Uygulanan anket, sorguladığı konu bakımından kendi içerisinde “bilgi ölçen”, “bilgiyi bütünleştiren” ve “kazanımları belirleyen” olmak üzere üç gruba ayrılmakta ve toplamda on dört sorudan oluşmaktadır. Her bir konu içerisindeki sorular hazırlanırken ise, bilginin zihinden çağrılma biçimini etkilediği düşünülen soru stili farklılıklarına gidilmiştir:

- Öğrencilerin hedefe kilitlenen, ezberci zihinden çıkarmak amacıyla birbirinden farklı, birden fazla doğrunun olabildiği, çok seçenekli sorular hazırlanmıştır.
- Bireysel, grup ve tasarım nesnesine ilişkin kazanımların ölçüldüğü sorularda beklenen kazanımlar listelenmiş ve öğrencilerin bireysel seçimlerini analiz etmek hedeflenmiştir.

Anket çalışması ile elde edilen veriler istatistik değerlendirme programına (SPSS) aktarılarak cevapların frekans değerleri incelenmiştir. Çalışmanın beklentilerine göre çapraz karşılaştırmalar yapılmış, değişkenler arasındaki ilişkiler ortaya konmuştur.

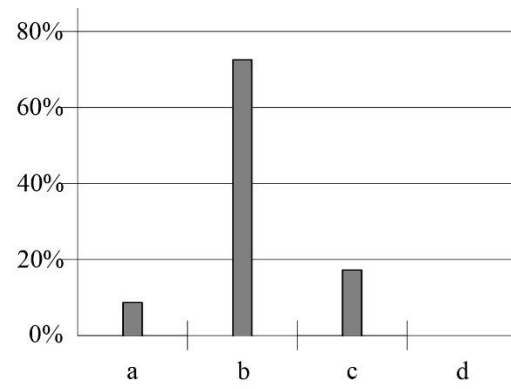
BULGULAR (FINDINGS)

Mimarlık temel tasarım eğitiminde öğrencilerin üç boyutlu biçim algısını geliştirecek ve hesaplamalı tasarıma geçişe altlık oluşturabilecek bir biçimlendirme yöntemi için araç olarak seçilen temel polihedronlar ile yapılan deneysel çalışma sonucunda aşağıdaki bulgular tespit edilmiştir:

Bilgi Ölçen Soruların Değerlendirilmesi

Anket uygulamasında öğrencilerin “Hangisi uzaysal kapalı bölgelere verilen isimdir?” sorusuna verdiği cevaplar incelendiğinde, %71,4’ünün polihedron (çokyüzlü) doğru cevabını verdiği tespit edilmiştir (Grafik 1).

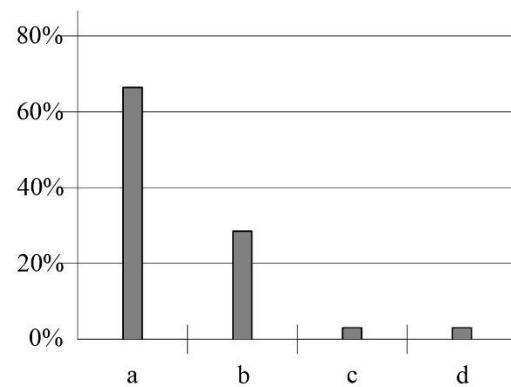
Seçenekler	Frekans	Yüzde (%)
Poligon	8	19
Polihedron	30	71,4
Yüzey	4	9,5
Toplam	47	100



Grafik 1. Uzaysal Kapalı Bölgeler

“Hangisi yüzeysel kapalı bölgelere verilen isimdir?” sorusuna verilen cevaplar incelendiğinde %66,7’sinin poligon(çokgen), %28,6’sının polihedron (çokyüzlü) cevabını verdiği tespit edilmiştir. Doğru cevap poligondur ve öğrencilerin %66,7’si bu soruya doğru cevap vermiştir (Grafik 2).

Seçenekler	Frekans	Yüzde (%)
Poligon	28	66,7
Polihedron	12	28,6
Yüzey	1	2,4
Tepe noktası	1	2,4
Toplam	42	100

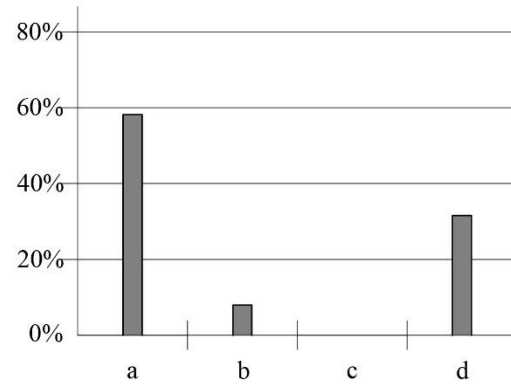


Grafik 2.Yüzeysel Kapalı Bölgeler

Uzaysal kapalı bölge ve yüzeysel kapalı bölge kavramlarına karşılık gelen poligon ve polihedron kavramlarının sorgulandığı soruların doğru yanıtlanma yüzdelere bakıldığında büyük ölçüde kavramların öğrencinin zihninde yerleştiği sonucuna varılabilir.

Öğrencilerin “En büyük ve en küçük çokgenler hangi seçenekte birlikte verilmiştir?” sorusuna verdiği cevaplar incelendiğinde %59,5’inin daire-üçgen, %33,3’ünün ise tetrahedron-dodekahedron cevabını verdiği tespit edilmiştir. Doğru cevap daire-üçgen seçeneğidir ve öğrencilerin %59,5’i bu soruya doğru cevap vermiştir (Grafik 3).

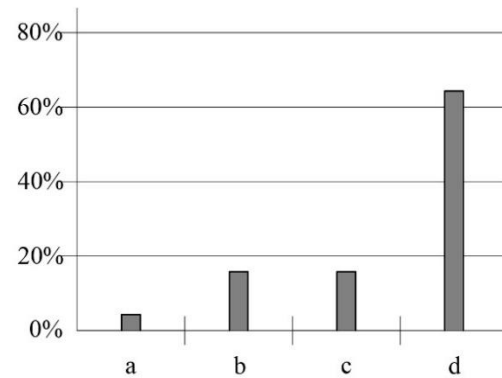
Seçenekler	Frekans	Yüzde (%)
Daire-Üçgen	25	59,5
Üçgen-Beşgen	3	7,1
tetrahedron-dodekahedron	14	33,3
Toplam	42	100



Grafik 3.En Büyük ve En Küçük Çokgenler

“Hangisi şeklindeki polihedronların arasındaki ilişkiyi ifade etmez?” sorusuna verilen cevaplar incelendiğinde; eşlenik kavramının ve birbirinin eşleniği olan biçimlerin arasındaki ilişkinin sınırdığı bu soruda öğrencilerin %64,3’ü doğru cevap vermiştir (Grafik 4).

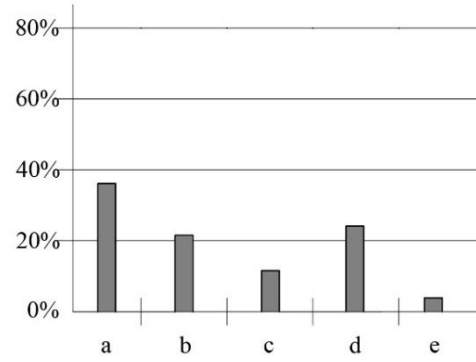
Seçenekler	Frekans	Yüzde (%)
Birbirlerinin Eşleniğidirler	1	2,4
Birinin tepe sayısı diğerinin yüzey sayısına eşittir	7	16,7
Kenar sayıları birbirine eşittir	7	16,7
Yüzey şekilleri eştir	27	64,3
Toplam	42	100



Grafik 4. Polihedronların Arasındaki İlişki

Tüm polihedronların bir arada tepe kenar yüzey sayıları ve görünüşleri ile birlikte verildiği beşinci soruda amaç, öğrencinin tüm bilgiyi bir arada görerek çıkarım yapabilmesidir. “Tabloya göre temel polihedronlara ilişkin aşağıdakilerden hangileri doğrudur?” sorusunda a,b,c,d seçenekleri doğru seçenekler olup, öğrencilerin %37,7 ile %11,7 arasında değişen oranlarda doğru cevap verdikleri tespit edilmiştir. Öğrencilerin oldukça düşük bir oranda, %5,2’sinin yanlış cevap olan eşkenar üçgen yüzeyli çokyüzlülerin kenar sayıları eşittir cevabını verdiği tespit edilmiştir. Tüm doğru seçenekleri aynı anda işaretleyebilen öğrenci yüzdesi 11,7 dir. Çoklu yanıt olduğu için N sayısı örneklem hacmini geçmektedir (Grafik 5).

Seçenekler	Yanıtlar	
	Frekans	Yüzde (%)
Bir düzgün çokyüzlünün tepe, kenar ve yüzeyleri arasındaki bağıntı; Yüzey sayısı + Tepe Sayısı =Kenar sayısı + 2'dir.	29	37,7
Düzgün dörtyüzlünün eşleniği yine kendisidir.	16	20,8
On ikiyüzlü ile yirmi yüzlü birbirinin eşleniğidir.	9	11,7
Birbirinin eşleniği olan çokyüzlülerin kenar sayıları eşittir.	19	24,7
Eşkenar üçgen yüzeyli çokyüzlülerin kenar sayıları eşittir	4	5,2
Toplam	77	100

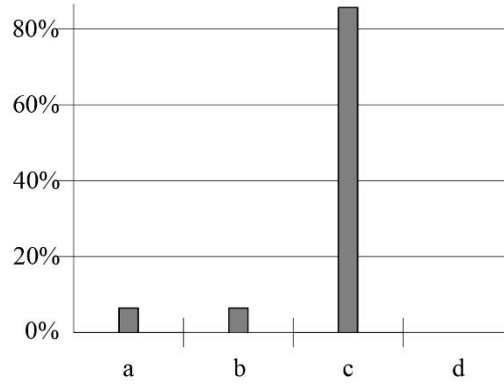


Grafik 5. Temel Polihedronlara İlişkin Hangileri Doğrudur?

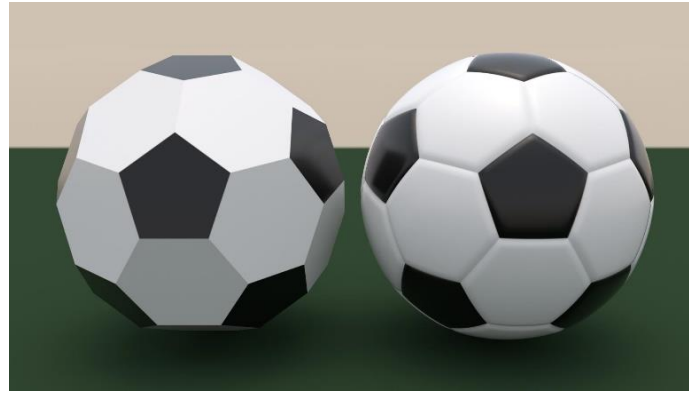
Ankete katılan öğrencilerin “Verilen çokyüzlü bir tepe noktasında kaç yüzey birleşmektedir?” sorusuna verdiği cevaplar incelendiğinde %7,3’ünün 8, %7,3’ünün 4, %85,4’ünün 5 cevabını verdiği tespit edilmiştir. Doğru cevap 5 seçeneğidir ve öğrencilerin %85,4’ü bu soruya doğru cevap vermiştir (Grafik 6).

Polihedronların kapalı bir uzay parçasını çevreleyebilmesi için yüzeylerinin bir tepe noktası oluşturacak şekilde, düzlemsel olmayan bir biçimde birleşmesi gerekmektedir. Yedinci soruda bir düzlem tanımlayan üç altıgen yüzeyin birleşimi görsel olarak verilmiş ve bu temel bilgiye dayanarak çıkarım yapmaları beklenmiştir. % 50 oranında yanlış cevaplanan bu soruda, öğrencilerin büyük çoğunluğu, futbol topunun yüzeyinin altıgenlerden oluştuğunu belirten şıkkı işaretlemişlerdir. Futbol topunun küresel yüzeyini oluşturmada çoğunlukla tercih edilen “Truncated Icosahedron”un beşgen ve altıgen yüzeylerden bir araya geldiği bilinmektedir (Şekil 15). Bu polihedron soruda verilen şekilde bir birleşimi içermemekte, bir tepe noktasında iki altıgen ve bir beşgen yüzeyin birleşmesi ile oluşmaktadır.

Seçenekler	Frekans	Yüzde (%)	Geçerli Yüzde(%)
8	3	7,1	7,3
4	3	7,1	7,3
5	35	83,3	85,4
Toplam	41	97,6	100
Kayıp	1	2,4	
Toplam	42	100	



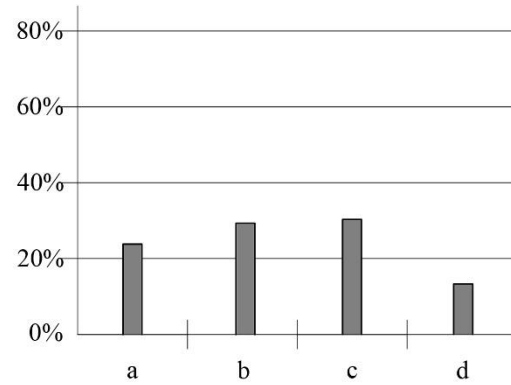
Grafik 6. Çokyüzlü Bir Tepe Noktasında Kaç Yüzey Birleşir?



Şekil 15. Truncated İkosahedron, Futbol Topu Biçimlenmesi (Mathematica, 2017)

Öğrencilerin “Üç altıgen yüzey şekildeki gibi bir araya geldiğinde düzlem oluşturur, tepe noktası oluşmaz. Bu bilgiye göre aşağıdakilerden hangileri doğrudur?” sorusuna verdiği cevaplar incelendiğinde: %29,9 ile %17,9 arasında değişen oranlarda doğru cevap verdikleri tespit edilmiştir. Çoklu yanıt olduğu için N sayısı örneklem hacmini geçmektedir (Grafik 7).

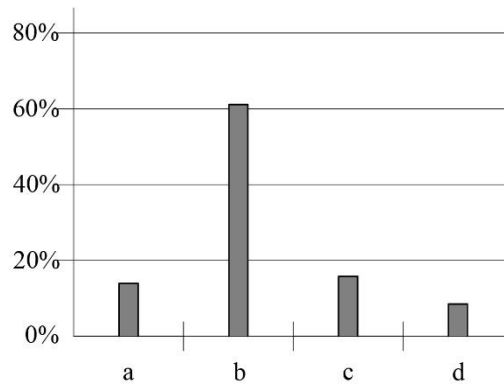
Seçenekler	Yanıtlar	
	Frekans	Yüzde (%)
Düzgün çokyüzlü oluşturan, en fazla kenar sayısına sahip düzgün çokgen, beşgendir.	16	23,9
Futbol topunun yüzeyi altıgenlerden oluşur.	19	28,4
Düzgün altıgen veya daha çok kenara sahip düzgün poligonlar kendileriyle örgütlenerek bir uzay parçasını sınırlayamazlar.	20	29,9
Köşelerinin aynı noktayı paylaşmaları durumunda sınırlı bir uzay parçasını tanımlamaları söz konusu değildir.	12	17,9
Toplam	67	100



Grafik 7. Üç Altıgen Yüzeyin Düzlem Oluşturur Tepe Noktası Oluşmaz

Sekizinci soruda alan çalışmasının deneyimleme aşamasının son kısmında yapılan uzaysal örgütlenme biçimlerine ilişkin bir soru yöneltilmiştir. Ankete katılan öğrencilerin “Yüzeylerinden birleştiğinde uzayda kendisiyle boşluksuz paketlenen çokyüzlü hangisidir?” sorusuna verdiği cevaplar incelendiğinde öğrencilerin %61,9’unun bu soruya doğru cevap verdikleri tespit edilmiştir (Grafik 8).

Seçenekler	Frekans	Yüzde (%)
Tetrahedron	7	16,7
Hekzahedron	26	61,9
Oktahedron	5	11,9
İkosahedron	4	9,5
Toplam	42	100

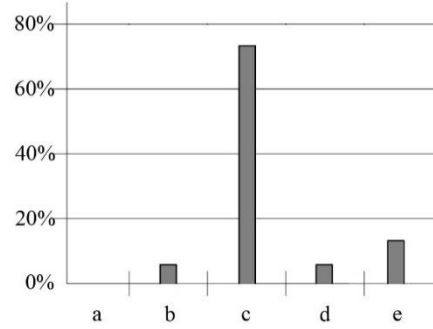


Grafik 8. Yüzeylerinden Birleştiğinde Uzayda Kendisiyle Boşluksuz Paketlenen Çokyüzlü

Dokuzuncu soruda polihedronların küresel bir yüzey oluşturacak şekilde şişirilmiş hallerini içeren görseller verilmiştir. Bu soruya ilişkin bilgiye, alan çalışmasının tanımlama kısmında değinilmemiştir. Sorunun %74 oranında doğru cevaplanması, alan araştırmasında edinilen bilgilerin büyük oranda içselleştirilip farklı yaklaşımlarda da kullanıldığını göstermektedir.

Ankete katılan öğrencilerin “Hangisi yirmi yüzlünün şişirilmiş halidir?” sorusuna verdiği cevaplar incelendiğinde %74,2’sinin bu soruya doğru cevap verdikleri tespit edilmiştir (Grafik 9).

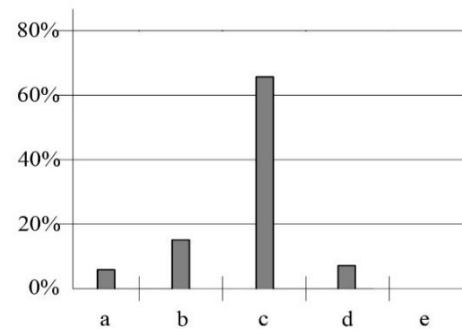
Seçenekler	Frekans	Yüzde (%)	Geçerli Yüzde(%)
b	2	4,8	6,5
c	23	54,8	74,2
d	2	4,8	6,5
e	4	9,5	12,9
Toplam	31	73,8	100
Kayıp	11	26,2	
Toplam	42	100	



Grafik 9. Yirmi Yüzlünün Şişirilmiş Hali

On birinci soruda temel polihedronların yapılarının mükemmel simetriye sahip olması ve çizimleri sırasında kullanılan simetri eksenlerinin bilgisi ölçülmektedir. Ankete katılan öğrencilerin “Hangi çizimin simetri eksen sayısı diğerlerinden farklıdır?” sorusuna verdiği cevaplar incelendiğinde %65’inin bu soruya doğru cevap verdikleri tespit edilmiştir (Grafik 10).

Seçenekler	Frekans	Yüzde (%)	Geçerli Yüzde(%)
a	3	7,1	7,5
b	7	16,7	17,5
c	26	61,9	65
d	4	9,5	10
Toplam	40	95,2	100
Kayıp	2	4,8	
Toplam	42	100	



Grafik 10. Simetri eksen sayısı

Bilgi Bütünleştiren Soruların Değerlendirmesi

Bilgi bütünleştiren soru olarak iki adet soru sorulmuştur. Bu sorular ile öğrencilerin alan çalışması sırasında kullandıkları bilgileri aldıkları eğitimle ve mimari deneyimleriyle ilişkilendirmeleri hedeflenmiştir.

“Bu atölyede kullanılan çokyüzlülerin mimarlıkta nerelerde kullanıldığını düşünüyorsunuz?” sorusuna verilen cevaplar incelendiğinde; öğrencilerin, %90,2’sinin uzay kafes sistemler, %14,6’sının pünomatik sistemler, %36,6’sının geniş açıklık geçmek için, %34,1’inin toplu konutlarda, %53,7’sinin yapı malzeme modülü olarak, %43,9’unun parametrik tasarım, %80,5’inin eğitimde üç boyut algısı geliştirmede, %36,6’sının detay birleşim noktalarında, %63,4’ünün stant tasarımlarında, %65,9’unun dekoratif öğelerde, %56,1’inin herhangi bir boşluğu tanımlamakta, %4,9’unun diğer cevabını verdiği tespit edilmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. Çokyüzlülerin Mimarlıkta Kullanıldığı Alanlar

Seçenekler	Yanıtlar	
	N	Yüzde (%)
Uzay kafes sistemler	37	90,2
Pünomatik sistemler	6	14,6
Geniş açıklık geçmek için	15	36,6
Toplu konutlarda	14	34,1
Yapı malzeme modülü olarak	22	53,7
Parametrik tasarım	18	43,9
Eğitimde üç boyut algısı geliştirmede	33	80,5
Detay birleşim noktalarında	15	36,6
Stant tasarımlarında	26	63,4
Dekoratif öğelerde	27	65,9
Herhangi bir boşluğu tanımlamakta	23	56,1
Diğer?	2	4,9

“Atölyede kullanılan temel tasarım ilke ve elemanları” sorusuna verilen cevaplar incelendiğinde; öğrencilerin, %90’ının tekrar, %80’inin uyum, %85’inin doluluk-boşluk, %75’inin yüzey oluşturma, %80’inin hacim oluşturma kavramlarını seçtikleri tespit edilmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Atölyede Kullanılan Temel Tasarım İlke ve Elemanları

Seçenekler	Yanıtlar	
	N	Yüzde (%)
Birlik	27	67,5
Tekrar	36	90,0
Simetri	22	55,0
Denge	27	67,5
Zıtlık	9	22,5
Uyum	32	80,0
Doluluk-boşluk	34	85,0
Ölçek-oran	12	30,0
Doku oluşturma	20	50,0
Yüzey oluşturma	30	75,0
Hacim oluşturma	32	80,0
Diğer	4	10,0

Kazanım Ölçen Soruların Değerlendirmesi

Kazanım ölçen sorular kendi içerisinde üç kategoride değerlendirilmiştir. Bunlar, bireysel kazanımlar, grup çalışması kazanımları ve tasarım modüllerine ilişkin kazanımlardır.

Bireysel kazanım; Ankete katılan öğrenciler, en yüksek oranda edindikleri kazanımlar olarak, %82,9 oranında şekil uzay algısı gelişimi, %92,7 oranında üç boyutlu düşünme becerisi, %95,1 oranında yaparken öğrenmeyi belirtmişlerdir. En düşük olarak da %39 oranında özgüven ve karar verme yetisini kullanma kazanımını belirtmişlerdir (Tablo 6).

Tablo 6. Alan Çalışması Sürecinde Bireysel Kazanımlar

Bireysel kazanımlar	Yanıtlar	
	N	Yüzdeler (%)
Şekil uzay algısı gelişimi	34	82,9
Üç boyutlu düşünme becerisi	38	92,7
Tasarlanabilir boşluğun geometrik düzeninin farkındalığı	23	56,1
Lisans öncesi geometri bilgisinin mimarlıktaki uzantısını görme	19	46,3
Malzeme kullanımını deneyimleme	18	43,9
Kesme biçimlerini deneyimleme	28	68,3
Katlama biçimlerini deneyimleme	25	61,0
Hacim oluşturma biçimlerini deneyimleme	30	73,2
Dik açılı olmayan bir geometrik cismin görünüşlerini çizme	23	56,1
Özgüven ve karar verme yetisini kullanma	16	39,0
Deneyip yanılma şansına sahip olmak	30	73,2
Yaparken öğrenme	39	95,1

Grup çalışması kazanımı; Ankete katılan öğrenciler, en yüksek oranda edinilen kazanımlar olarak, %87,2 oranında iş bölümü deneyimlemek, %84,6 oranında birlikte karar verme deneyimi yaşamak,

%79,5 oranında tartışma, fikir alışverişi ortamında öğrenmeyi belirtmişlerdir. En düşük olarak da %41 oranında planlayarak yapma deneyimini belirtmişlerdir (Tablo 7).

Tablo 7. Alan Çalışması Grup Çalışması Kazanımları

Grup çalışması kazanımı	Yanıtlar	
	N	Yüzdeler (%)
İş bölümü deneyimlemek	34	87,2
Birlikte karar verme deneyimi yaşamak	33	84,6
Tartışma, fikir alışverişi ortamında öğrenmek	31	79,5
Ortak bir başarıyı paylaşmak	23	59,0
Ortak bir başarısızlığın sebebini tespit etmek	22	56,4
Topluluk içerisinde karar verme ve fikrini izah etme deneyimi	26	66,7
Planlayarak yapma deneyimi	16	41,0
Yaparken planlama deneyimi	28	71,8
Kolektif bir çalışmanın parçası olmak	26	66,7
Katılım esaslı bir uygulamanın deneyimlenmesi	30	76,9

Tasarım modülleri hakkındaki kazanımlar, Ankete katılan öğrenciler, en yüksek oranda edinilen kazanımlar olarak, %82,1 oranında düzgün dört yüzlünün kenar, köşe ve yüzey sayılarının kavranması, %79,5 oranında küpün kenar, köşe ve yüzey sayılarının kavranması, %69,2 oranında bazı polihedronların kenarlarından bazılarınınsa yüzeylerinden temasla paklendiğinin deneyimlenmesi ve yine aynı oranda atomların bağ yapısının geometrisinde görülmesi olduğunu belirtmişlerdir. En düşük olarak da %51,3 oranında düzgün yirmi yüzlünün kenar, köşe ve yüzey sayılarının kavranmasını belirtmişlerdir (Tablo 8).

Tablo 8. Alan çalışması tasarım modülleri hakkındaki kazanımlar

Tasarım modülleri hakkındaki kazanımlar	Yanıtlar	
	N	Yüzdeler (%)
Düzgün dörtyüzlünün kenar, köşe ve yüzey sayılarının kavranması	32	82,1
Düzgün sekizyüzlünün kenar, köşe ve yüzey sayılarının kavranması	22	56,4
Düzgün onikiyüzlünün kenar, köşe ve yüzey sayılarının kavranması	21	53,8
Düzgün yirmiyüzlünün kenar, köşe ve yüzey sayılarının kavranması	20	51,3
Küp ün uzayda boşluksuz paklendiğinin kavranması	26	66,7
Bazı polihedronların kenarlarından bazılarınınsa yüzeylerinden temasla paklendiğinin deneyimlenmesi	27	69,2
Küpün kenar, köşe ve yüzey sayılarının kavranması	31	79,5
Düzgün çokyüzlülerin doğada bulunan katıl kristal yapıların temel modülleri olması.	24	61,5
Atomların bağ yapısının geometrisinde görülmesi	27	69,2
Doğada bulunan altın oranın bazı polihedronların geometrisinde bulunması	26	66,7

Katılımcı 42 öğrenciden “Benzer atölye çalışmalarında aktif olarak yer almak ister misiniz?” sorusuna 27 kişi evet cevabını vermiştir. Evet seçeneğini işaretleyen öğrencilerin atölye sürecinde

“yaparken öğrendiklerinizi” işaretleyiniz bölümde bireysel kazanımlardan en yüksek oranda, (%96,3) üç boyutlu düşünme becerisi, (%96,3) yaparken öğrenme, (%92,6) şekil algısı gelişimi, (%77,8) kesme biçimlerini deneyimleme, (%77,8) deneyip yanılma şansına sahip olma seçeneklerini işaretledikleri tespit edilmiştir (Tablo 9).

Tablo 9. Atölye Sürecinde Bireysel Kazanımlar

		Evet	
Bireysel Kazanım	Şekil uzay algısı gelişimi	Sayı	25
		Yüzde (%)	92,6
	Üç boyutlu düşünme becerisi	Sayı	26
		Yüzde (%)	96,3
	Tasarlanabilir boşluğun geometrik düzeninin farkındalığı	Sayı	20
		Yüzde (%)	74,1
	Lisans öncesi geometri bilgisinin mimarlıktaki uzantısını görme	Sayı	16
		Yüzde (%)	59,3
	Malzeme kullanımını deneyimleme	Sayı	15
		Yüzde (%)	55,6
	Kesme biçimlerini deneyimleme	Sayı	21
		Yüzde (%)	77,8
	Katlama biçimlerini deneyimleme	Sayı	17
		Yüzde (%)	63,0
	Hacim oluşturma biçimlerini deneyimleme	Sayı	20
		Yüzde (%)	74,1
	Dik açılı olmayan bir geometrik cismin görünüşlerini çizme	Sayı	18
		Yüzde (%)	66,7
Özgüven ve karar verme yetisini kullanma	Sayı	10	
	Yüzde (%)	37,0	
Deneyip yanılma şansına sahip olmak	Sayı	21	
	Yüzde (%)	77,8	
Yaparken öğrenme	Sayı	26	
	Yüzde (%)	96,3	
Toplam	Sayı	Sayı	
	Yüzde (%)	100,0	

“Benzer atölye çalışmalarında aktif olarak yer almak ister misiniz?” sorusuna 27 kişi evet cevabını vermiştir. Evet seçeneğini işaretleyen öğrencilerin atölye sürecinde “yaparken öğrendiklerinizi” işaretleyiniz bölümde grup çalışması kazanımında en yüksek oranda, (%96,3) iş bölümü deneyimlemek, (%92,6) katılım esaslı bir uygulamanın deneyimlenmesi, (%88,9) tartışma, fikir alışverişi ortamında öğrenmek, (%85,2) birlikte karar verme deneyimi yaşamak, (%77,8) kolektif bir çalışmanın parçası olma seçeneklerini işaretledikleri tespit edilmiştir (Tablo 10).

Tablo 10. Atölye Sürecinde Grup Çalışması Kazanımları

		Evet	
Grup çalışması kazanımı	İş bölümü deneyimlemek	Sayı	26
		Yüzde (%)	96,3
	Birlikte karar verme deneyimi yaşamak	Sayı	23
		Yüzde (%)	85,2
	Tartışma, fikir alışverişi ortamında öğrenmek	Sayı	24
		Yüzde (%)	88,9
	Ortak bir başarıyı paylaşmak	Sayı	20
		Yüzde (%)	74,1
	Ortak bir başarısızlığın sebebini tespit etmek	Sayı	19
		Yüzde (%)	70,4
	Topluluk içerisinde karar verme ve fikrini izah etme deneyimi	Sayı	21
		Yüzde (%)	77,8
	Planlayarak yapma deneyimi	Sayı	11
		Yüzde (%)	40,7
	Yaparken planlama deneyimi	Sayı	20
		Yüzde (%)	74,1
	Kolektif bir çalışmanın parçası olmak	Sayı	21
		Yüzde (%)	77,8
Katılım esaslı bir uygulamanın deneyimlenmesi	Sayı	25	
	Yüzde (%)	92,6	
Toplam	Sayı	27	
	Yüzde (%)	100,0	

“Benzer atölye çalışmalarında aktif olarak yer almak ister misiniz?” sorusuna Evet seçeneğini işaretleyen öğrencilerin atölye sürecinde “yaparken öğrendiklerinizi” işaretleyiniz bölümde tasarım modülleri hakkında en yüksek oranda, (%81,5) Küpün kenar, köşe ve yüzey sayılarının kavranması, (%77,8) Düzgün dörtgenin kenar, köşe ve yüzey sayılarının kavranması, (%74,1) atomların bağ yapısının geometrisinde görülmesi, (%74,1) Doğada bulunan altın oranın bazı polihedronların geometrisinde bulunması, (%70,4) Düzgün çokyüzlülerin doğada bulunan katıl kristal yapıların temel modülleri olması seçeneklerini işaretledikleri tespit edilmiştir (Tablo 11).

Anket sırasında kazanım sorularında öğrencilerin büyük bir çoğunluğu “yaparak öğrenme” deneyimi edindiklerini belirtmişlerdir. Öğrencilerin polihedron biçimlerle tasarım oluşturma sürecinde ellerindeki malzemenin dayanımına göre parçaların bütündeki yerini belirledikleri ve strüktürel denge kurmaya çalıştıkları gözlemlenmiştir.

Süreç içerisinde bir çizgiden, poligon çizimine ve poligon yüzeylerden oluşan üç boyutlu bir hacim tanımlayan polihedron nesnesine geçiş, hem çizim hem de maket aracılığı ile deneyimlenmiştir. Bu bağlamda alan çalışmasının birbiri ardına gelen aşamalarının algoritmik düşünceye temel oluşturduğu söylenebilir. Yine aynı süreçte nesnenin oluşumunda kullanılan iki boyutlu ve üç boyutlu sayısal bilgi öğrencinin zihninde işlenmektedir. Bu sebeple alan çalışmasının öğrencinin zihninde matematiksel uzayın kavranmasına ve biçim algısının gelişmesine katkıda bulunduğu düşünülmektedir.

Tablo 11. Atölye Sürecinde Tasarım Modülleri Hakkındaki Kazanımlar

		Sayı	Evet
Tasarım modülleri hakkında	Düzgün dörtyüzlünün kenar, köşe ve yüzey sayılarının kavranması	Sayı	21
		Yüzde (%)	77,8
	Düzgün sekizyüzlünün kenar, köşe ve yüzey sayılarının kavranması	Sayı	16
		Yüzde (%)	59,3
	Düzgün on iki yüzlünün kenar, köşe ve yüzey sayılarının kavranması	Sayı	13
		Yüzde (%)	48,1
	Düzgün yirmi yüzlünün kenar, köşe ve yüzey sayılarının kavranması	Sayı	13
		Yüzde (%)	48,1
	Küp ün uzayda boşluksuz paketlenişinin kavranması	Sayı	16
		Yüzde (%)	59,3
	Bazı polihedronların kenarlarından bazılarınınsa yüzeylerinden temasla paketlenişinin deneyimlenmesi	Sayı	18
		Yüzde (%)	66,7
	Küpün kenar, köşe ve yüzey sayılarının kavranması	Sayı	22
		Yüzde (%)	81,5
Düzgün çokyüzlülerin doğada bulunan katıl kristal yapıların temel modülleri olması	Sayı	19	
	Yüzde (%)	70,4	
Atomların bağ yapısının geometrisinde görülmesi	Sayı	20	
	Yüzde (%)	74,1	
Doğada bulunan altın oranın bazı polihedronların geometrisinde bulunması	Sayı	20	
	Yüzde (%)	74,1	
Toplam	Sayı	27	
	Yüzde (%)	100,0	

Alan çalışması sırasında polihedron modüller ile tepe, kenar ve yüzeylerden birleştirilerek farklı örüntüler oluşturulmuştur. Küp dışındaki çalışılan bu çokyüzlü geometrilerin birleşim olasılıkları öğrenci tarafından öngörülmediği için çalışma deneysel olarak ilerlemiştir.

ÖNERİLER (SUGGESTIONS)

Değişen, güncellenen tasarım yaklaşımları ve araçlarıyla birlikte biçimlendirme yöntemleri de değişmekte ve gelişmektedir. Bugün biçim geometrileri öklidyen dünyadan non- öklidyen dünyaya geçiş yapmakta ve dijital tasarım araçları hızlı, sistematik oluşlarıyla hesaplamalı biçimlendirme yöntemleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Zaman akışının çok hızlı olduğu günümüzde Temel Tasarım eğitiminden itibaren birçok edinimi kısa zamanda verebilecek stüdyo yaklaşımları önemlidir. Bilgisayar ortamına geçmeden önce öğrencilerin kendi biçim ve işlev kavrayışlarını geliştirmeleri gerekmektedir. Bir taraftan geleneksel yöntemlerle bu kavrayış sağlanırken bir taraftan da hesaplamalı, parametrik tasarım yaklaşımlarının zemini kurulmalıdır.

Bu çalışma doğa-biçim, hesaplamalı tasarım, mimarlık temel eğitim uygulamaları gibi konular ele alınarak yapılmış deneysel bir çalışmadır. Benzer alan çalışmalarının daha uzun vadede çalışıldığı bir kurgu tasarlanarak, eğitim müfredatında yer almasının, öğrencinin geometri bilgisini, üç boyut algısını geliştirmede ve bilgisayar destekli tasarıma geçişte olumlu katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

SONUÇ (CONCLUSION)

Hesaplama tasarımı, günümüzde dijital teknolojinin gelişmesi ile bilgisayar ortamında daha fazla uygulama olanağı bulmaktadır. Ancak hesaplama tasarımı, bilgisayar ortamında kullanılmakta olan mimari program bilgisi ve bu programlar ile tasarımın gerçekleştirilmesi olarak algılanmamak gerekmektedir. Hesaplama tasarımı, 1960'lardan itibaren gelişmiş bir tasarım yaklaşımıdır. Hesaplama tasarımı; yaparak öğrenme, deneme yanılma, aynı anda birçok şeyi düşünme ve tasarımın gerçekleştirilmesi gibi temellere dayandığı görülmektedir. Bu bağlamda, hesaplama tasarımı, geleneksel temel tasarım eğitiminde geometri-biçim bilgisi ve geometriye dayalı biçimlenmede matematiksel ilişkilere dayalı tasarım yaklaşımı olarak düşünülebilir.

Yapılan deneysel çalışma, bir taraftan parçadan bütüne giden kendi içerisinde bir mantığı olan, parçalar arasındaki ilişkinin türeyebilmeye, değişime ve özgürleşmeye imkan veren, matematiksel kazanımları elde etmeye yönelik bir çalışma olması sebebiyle hesaplama yaklaşımına alt yapı sağlamakta, diğer taraftan doğal ve yapay biçimlendirme ilkelerini kullanma, malzeme deneyimi, yaparak öğrenme, estetik, işlevsel ve bağlamsal tüm kazanımları sağlaması yönüyle de geleneksel yaklaşımı yansıtmaktadır. Bu açıdan çalışmanın başında soru olarak ifade edilen “üç boyutlu biçim bilgisini geliştirmek için izlenecek bir yöntemle geleneksel eğitim modeliyle hesaplama tasarımı yaklaşımını birleştirme” nin mümkün olabileceği görülmüştür.

Alan çalışmasında seçilen polihedronların; hem doğal biçimlenme, hem de yapay biçimlenme örneklerinde incelenme şansının oluşu, aynı zamanda hesaplama yaklaşımlarda, dijital ortamda başlangıç seviyesinde kullanılmasından dolayı bu çalışma kapsamında uygun bir tasarım nesnesi olarak belirlenmiştir.

Üç boyutlu düşünme ve biçim bilgisi, zihinde üç boyutlu bir dünya oluşturabilmeyi gerektirir. Dijital araçların kullanımının dezavantajlarından biri insan beynini pasifleştirmesidir. Günümüzde düzgün poligonlar gibi temel geometrilerin çizimleri bile, gönye pergeli yardımıyla, temel geometri bilgisi ile öğrenciler tarafından çizilemez hale gelmektedir. Hâlbuki zihindeki matematiksel uzayın gelişimi ve üç boyut algısının artması için eskiz yapma ve temel geometrilere hâkim olma becerileri gerekmektedir. Bunun için yaşanan doğanın matematiksel düzeninin içerisinden bir kavramsal nesne seçilerek soyutlanması, teknik çizim ifadesi için hesaplama, sıralama çizim yöntemlerinin uygulanması, iki boyutlu biçimsel altyapısının kavranması aşamalarından sonra üçüncü boyutta modellenmesi ve bir tasarım nesnesi haline gelmesi aşamalarıyla zihinde biçimlerin parçadan bütüne yer edinmesi hedeflenmiştir. Sonuç ürünler ve anket sonuçlarına göre çalışma bir biçimlendirme yöntemi olarak ve hesaplama tasarımının temel kazanımlarını sağlaması bakımından büyük oranda başarı sağlamıştır. Yine anket verilerine göre yaparak öğrenme ile polihedronların geometrik bilgisinin kavranmasının öğrencilerin üç boyutlu biçim algısını geliştirdiği açıkça görülmektedir.

REFERANSLAR (REFERENCES)

- Armstrong, T. (2009). *Multiple intelligences in the classroom* (3rd. Ed.). Alexandra, Usa: ASCD Publishing, ss:68-112
- Ataseven, O. (2011) Oluşum süreci içinde türk heykel sanatına ilişkin kısa bir değerlendirme *Türk Sanatları Araştırmaları Dergisi*, 1(2), ss:74
- Beşlioğlu, B. (2013). Türkiyede hesaplamalı tasarım kültürü:1950-1980, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, ss:88-95
- Gausa, M., Guallart, V., Müller, W., Soriano, F, Porras, F. & Morales, J. (2003). The Metapolis Dictionary of Advanced Architecture: City, *Technology and Society in the Information Age*. Barcelona: Ingoprint SA., ss:47
- Hançerlioğlu, O. (2010). *Düşünce Tarihi*, İstanbul, Remzi Kitabevi, ss:269-312
- Karakırık, E. (2011). *Dinamik geometri ve Sketchpad ile geometri öğretimi. Matematik eğitiminde teknoloji kullanımı içinde*. Ankara. Nobel Yayın Dağıtım, ss:125
- Koman, İ. (1983). ” $\pi + \pi + \pi + \pi + \dots$ ”, yayınlanmamış metin, İlhan Koman Vakfı Arşivi, ss:78
- Stevens, G.(1990). *The reasoning architect mathematics and science in design*. Singapore: Mc Graw Hill Publishing company, ss:112
- Sunagawa, I. (2005). *Crystals, growth morphology and perfection*. New York: Cambridge University Press, ss:66
- Şahinler, O., Kızıl, F. (2014). *Mimarlıkta teknik resim* (12.Baskı). İstanbul: Yapı-Endüstri Merkezi Yayınları, ss:144
- Yalınay Çinici, Ş. (2012). Computation, çevirisi ve anlaması kolay olmayan dil, *Düşünce Ve Mimarlık*. Dosya, 29, TMMOB Ankara Şubesi, ss:25
- Yurtsever, H. (2008). *Uygulamalı Estetik*. Ankara: Art Basın Yayın, ss:55-152

İnternet Kaynakları

- URL 1: <https://www.cse.buffalo.edu/~rapaport/584/computetymology.html> (E.T. 11.12.2017)
- URL 2: <https://www.thefreedictionary.com/compute> (E.T. 10.12.2017)
- URL 3: <https://nazmimetin.wordpress.com/sanat/turk-da-vincisi-ilhan-komanin-eserleri-ve-hayati/> (E.T. 09.01.2020)
- URL 4: <https://twitter.com/scaramouchmor/status/814865011948527616> (E.T. 09.01.2020)
- URL 5: <http://tabletopwhale.com/page11/> (E.T. 02.11.2017)
- URL 6: http://www.zvihecker.com/projects/ramot_housing-113-1.html#18 (E.T. 09.01.2020)

YAZARLARIN BİYOGRAFİSİ (BIOGRAPHY OF THE AUTHORS)

Rabia AKGÜL

1986 İstanbul doğumludur. Lise eğitimini Uşak Fen Lisesinde tamamlamış, 2009 yılında Karabük Üniversitesi Fethi Toker Güzel sanatlar ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümünden mezun olmuştur. 2015 yılından bu yana Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır. “Mimarlık Temel Eğitiminde Polihedronların Üç Boyutlu Biçimlendirmeye Etkileri Üzerine Deneysel Bir Çalışma” adlı yüksek lisans tezini Dokuz Eylül Üniversitesi Bina Bilgisi alanında tamamlayarak, yine aynı üniversitede, Mimarlık Eğitiminde Kinetik tasarım Uygulamaları üzerine doktora çalışmalarını sürdürmektedir.

Hasan BEGEÇ, Dr.

1996 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü’nden mezun oldu. 1999 yılında “Çok Katlı Büro Binalarının Gelişiminin Biçimlenme Özellikleri Açısından Değerlendirilmesi”, isimli tez çalışması ile yüksek lisans, 2005 yılında “İletişim Teknolojilerinin Büro Mekânlarına Etkileri ve Medya Yapılarında Yeni Mekân Kullanım Biçimlerinin Uygulanabilirliği”, isimli tez çalışması ile doktora derecesini aldı. Akademik çalışmalarında; Yüksek yapılar, yüksek yapı planlama ve tasarımı, yüksek yapılarda kullanılan taşıyıcı sistemler, yüksek yapı servis sistemleri, büro yapıları, büro mekân organizasyonu alanları ile ilgilenmektedir. Şu an Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü Bina Bilgisi Anabilim Dalı’nda Doktor Öğretim Üyesi olarak görev yapmaktadır.