

# TASARIM ENFORMATİĞİ

## İçindekiler

Çizge Kuramının Ortaöğretim Matematik Dersi Müfredatına Eklenmesi	47
<i>Nermin YILMAZ ÇİLİNGİR</i>	
Okul Öncesi Dönemde Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Kullanımının İncelenmesi	59
<i>Selin KOÇ</i>	
DeneySEL Mimaride Bilgisayar Destekli Tasarımın Etkilerinin Okuması: Venedik Mimarlık Bienali Örnekleri	65
<i>Kamer EROL</i>	
Tipografinin Mobil Uygulama Tasarımına Etkisi Ve Okunurluk, Okunabilirlik Kavramları Bağlamında İncelenmesi	75
<i>Betül ÇAKIROĞLU</i>	

## Editörden...

Tasarım Enformatiği Dergisi'nin dördüncü sayısını sizlerle paylaşmanın büyük heyecanı içerisindeyiz. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Enformatik Bölümü olarak bu dergimizle hem ülkemizde hem de dünyada Tasarım Enformatiği gibi adı yeni telaffuz edilmeye başlamış bir alanda akademik çalışmaların paylaşılabilceği bir yayına imkân vermekten dolayı çok mutluyuz.

BilindiĐi üzere enformatik, bilgi teknolojileri yoluyla, veri ve bilgidен, bir bağlam içindeki araştırma veya uygulamada kullanılabilcek anlamlı çıkarımlar elde edilmesi, bu amaca yönelik faaliyetlerin yönetimi ve sistemlerin geliştirilmesi ile ilgilenen bir bilim dalıdır.

Tasarım Enformatiği dergimiz, temel olarak, enformatiğin, tasarım ve güzel sanatlar ile ilgili alanlarda kullanımına yoğunlaşmaktadır; ancak ilgi alanı daha geniş dağarcıkta birçok dalda yürütölen çalışmaları da kapsamaktadır. Dergimiz hakemli bilimsel bir dergi statüsü ile yılda iki defa yayınlanmaktadır. İngilizce ve Türkçe yayınlar kabul edilmektedir.

Dergimizin bu ayki sayısında makaleleri yayınlanan Nermin Yılmaz Çilingir, Selin Koç, Kamer Erol ve Betöl Çakıroğlu'na katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

Önümüzdeki sayılarımızda değerlendirmek üzere akademik çalışmalarınızı bizimle paylaşmanızı umut ederek saygılarımı sunarım.

### Prof. Dr. Salih OFLUOĐLU

Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi  
Enformatik Bölümü

#### Sahibi

Prof. Dr. Salih OflluoĐlu

#### Sorumlu Yazı İşleri Müdürü

Prof. Dr. Salih OflluoĐlu

#### Editör

Prof. Dr. Salih OflluoĐlu

#### Yardımcı Editörler

Doç. Dr. Bülent Onur Turan

Dr. Öğr. Üyesi Nazım Ziya Perdahçı

#### Editörler Kurulu

Prof. Dr. Salih OflluoĐlu

Prof. Dr. Ümit Işıkdığ

Doç. Dr. Bülent Onur Turan

Dr. Öğr. Üyesi Nazım Ziya Perdahçı

Öğr. Gör. Dr. Sertaç Karsan Erbaş

#### Yayın Kurulu

Prof. Dr. Salih OflluoĐlu

Prof. Dr. Ümit Işıkdığ

Doç. Dr. Bülent Onur Turan

Dr. Öğr. Üyesi Nazım Ziya Perdahçı

Öğr. Gör. Dr. Sertaç Karsan Erbaş

Öğr. Gör. Dr. Kemal Şahin

Öğr. Gör. Dr. Salih Akkemik

#### Kurumsal Kimlik Sorumlusu:

Öğr. Gör. Dr. Salih Akkemik

#### Dergi Asistanı/Dergi Sekreteri:

Öğr. Gör. Selim Akkaya

#### Dergi Yayın Koordinatörü:

Doç. Dr. Bülent Onur Turan

#### Hukuk Kurulu:

MSGSU Hukuk MüşavirliĐi

#### İngilizce Dil Editörü:

Dr. Öğr. Üyesi Nazım Ziya Perdahçı

#### Görsel Tasarım Sorumlusu:

Öğr. Gör. Dr. Salih Akkemik

## İletişim

**ADRES:** MSGSU Enformatik Bölümü

MSGSU Bomonti Kampüsü - 6.Kat - Sağ Blok

Cumhuriyet Mh. Silahşör Cd. No: 89

Bomonti - Şişli / İstanbul

**TELEFON :** 0212 246 00 11 - 6100

**E-POSTA :** enformatik@msgsu.edu.tr

# ÇİZGE KURAMININ ORTAÖĞRETİM MATEMATİK DERSİ MÜFREDATINA EKLENMESİ

Nermin YILMAZ ÇİLİNGİR \* (ORCID: 0000-0003-2349-7892)

## ÖZET

Çizge kuramı, güncel araştırmalarda bilim insanları tarafından tercih edilen, disiplinler arası, oldukça önemli bir kuramdır. Matematik, mühendislik, sağlık, biyoloji, kimya, nöroloji, sosyoloji, edebiyat, tarih, mimarlık, istatistik, ekonometri gibi pek çok alanda, problemlerin çözümünde uygulanmaktadır. Çizge kuramı konusu, Türkiye’de ortaöğretim matematik dersi müfredatında bulunmamaktadır. Bu makale, çizge kuramı konusunun müfredata dahil edilmesinin sağlayacağı faydaları ele alır. Araştırma, nitel olarak, belge inceleme yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Makalede konu ile ilgili çalışmalar hakkında kısa bilgiler bulunur. Ayrıca, Türkiye’de çizge kuramı konusunun ortaöğretim ile ilişkisi araştırılmıştır. Çalışmada, çizge kuramını lise öğrencilerine öğretme deneyimine sahip iki eğitmenin görüşlerine yer verilmiştir. Ortaöğretim matematik öğretmenlerine, anket aracılığıyla konu hakkındaki düşünceleri sorulmuştur. Elde edilen verilere göre, çizge kuramının, üniversite öncesinde öğretilmesinin faydalı olabileceği sonucuna varılmıştır. Bu çalışma, Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı’na ve öğretim programlarının belirlenmesine katkıda bulunan komisyon üyelerine yönelik bir öneri niteliğindedir.

**Anahtar Kelimeler:** Çizge Kuramı; Müfredat; Milli Eğitim Bakanlığı; Program Geliştirme; Ortaöğretim; Ayrık Matematik.

## ABSTRACT

Graph theory is an interdisciplinary, highly important theory preferred by scientists in current research. It is applied in solving problems in many fields such as mathematics, engineering, health, biology, chemistry, neurology, sociology, literature, history, architecture, statistics, econometrics. The graph theory subject is not included in the secondary

education mathematics course curriculum in Turkey. This article discusses the benefits of including the graph theory subject in the curriculum. The research was carried out qualitatively, using the document analysis method. The article contains brief information about the studies on the subject. In addition, the relationship between graph theory and secondary education in Turkey has been investigated. In the study, the opinions of two teachers who have experience in teaching graph theory to high school students were included. Secondary school mathematics teachers were asked about their opinions on the subject through a questionnaire. According to the data obtained, it was concluded that it might be beneficial to teach graph theory before university. This study is a proposal for the Ministry of Education Board of Education and the commission members who contribute to the determination of the education programs.

**Keywords:** Graph Theory; Curriculum; Ministry of Education; Program Development; Secondary Education; Discrete Mathematics.

## 1.GİRİŞ

Öğretim programları (müfredatlar), bilimsel gelişmelerin izinde, güncel ve çağa uygun olmalıdır. Bu sebeple Millî Eğitim Bakanlığı bünyesinde Öğretim Programlarını İzleme ve Değerlendirme Sistemi vardır. Program geliştirme sürecinde, ilgili bakanlık birimlerinden temsilciler, eğitim uzmanları, öğretmenler ve akademisyenler dahil edilerek oluşturulan komisyonlar, gerekli işlemleri yürüterek müfredatların gelişimini ve değişimini sağlar. Bu araştırma, müfredatın gelişimine katkıda bulunmak ve ortaöğretim matematik müfredatına çizge kuramı konusunun eklenmesini önermek için yapılmıştır.

Çizge kuramı, pek çok bilim dalında başvurulan önemli bir kuramdır ve var olan bir problemin tanımlanmasında, modellenmesinde, çözümünde değerli katkılar sağlar (Baydemir, 2020). Çizge kuramı hakkında yazılan ilk Türkçe kitap olan: Çizge Kuramı Üzerine Kısa Bir İnceleme ’de, yazar Doç. Dr. Yurdakul Ceyhun, önsöz bölümünde, hedef okuyucu kitlesini, sadece elektrik mühendisleri

\* Nermin YILMAZ ÇİLİNGİR, 20202109015@ogr.msgsu.edu.tr, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Enformatik Bölümü

değil, soyut düşünmeye ilgili, bulmaca çözmeyi seven kişiler olarak nitelendirmiştir. Ceyhun'un bu kitabı yazma amacı: çizge kuramını tanıtmak, sevdirmek ve okuyucularına somut sorunları için çözüm buldurmaktır (Ceyhun,1976). Benzer şekilde,

Literatürde çizge kuramının eğitimle ilişkilendirilmesi üzerine çalışmalar mevcuttur. Bunlardan biri Daniel Lessner'in yazdığı "Lise Eğitiminde Çizge Kuramı (Graph Theory in High School Education)" adlı makaledir. Bu makalede, çizge kuramının Çekya'da lise müfredatına dahil edilmesi önerilir. Tüm lise derslerinde, çizgelerin sezgisel bir şekilde kullanılmakta olduğunu yazan Lessner, öğrencilerin, derslerde karşılaştıklarının ardındaki birleştirici teorilerden habersiz olduklarını belirtir. Bu durum, öğrencilerin, herhangi bir bilgi veya beceriyi farklı bir alanda kullanabilme yeteneklerini sınırlayacaktır (Lessner, 2011). Bir başka çalışmada, Gaio ve arkadaşları, herhangi bir görevin, tamamen olmasa da en azından bir kısmının, ilkokul çağındaki öğrencileri soyutlama yeteneği açısından teşvik edip edemeyeceğini öğrenmek için bir çalışma yaparlar. Bu çalışmada, ilkokul öğrencilerine yönelik, çizge kuramı temelli bir matematik etkinliği hazırlamıştır. Etkinliğin bir kısmı, Gerçekçi Matematik Eğitimi yaklaşımı kapsamında, öğrencilerin fiziksel olarak dahil olacakları bir açık hava etkinliği olarak tasarlanmıştır. Makalede, matematik ve bilgisayar bilimleri öğretmenlerinin, çizge kuramının düşük sınıf düzeylerinde kullanılma olasılığını, uzun zamandır inceledikleri belirtilmiştir (Gaio, Branchetti ve Capone, 2020). Çizge kuramı konusu benzer bir çalışma ile okul öncesi sınıflarının etkinliklerine dahil edilebilir.

Dünyanın en büyük matematik eğitim organizasyonu olan Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi (National Council of Teachers of Mathematics - NCTM), Okul Matematiği için Prensipler ve Standartlar (Principles and Standards for School Mathematics) adlı yayınında, ayrı matematik ve çizge kuramının önemine şu şekilde değinmiştir: "Çağdaş matematiğin iş ve endüstride yaygın olarak kullanılan aktif bir dalı olarak ayrı matematik, okul matematiği müfredatının ayrılmaz bir parçası olmalıdır ve bu konular doğal olarak matematiğin diğer dallarında da ortaya çıkar.". Ayrı matematik üç önemli alanından birinin çizgeler olduğu ve bu konuların okul öncesi düzeyden itibaren 12. sınıfa kadar sistematik olarak geliştirilebileceği belirtilmiştir (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000). NCTM'nin web sayfasında "çizge kuramı" aramasıyla çıkan 2020 yılına ait 11 adet içerik sonucundan 10 tanesi ortaöğretim ile ilgilidir (NCTM, 2020). Buradan çizge kuramının ortaöğretim ile ilişkisinin önemiyle ilgili bir çıkarım yapılabilir. NCTM, çizge kuramının dahil olduğu ayrı matematik dersinin müfredata alınması konusunda teşvik edici bir role sahiptir. Debellis ve Rosenstein, öğretmenlerin bu konuda gösterecekleri çaba ile

bu makale de çizge kuramının lise öğrencilerine tanıtılmasını, sevdirmesini hedefler ve bu sebeple ortaöğretim matematik müfredatına dahil edilmesini önerir.

matematiği sadece formülleri ve teknikleri hatırlamak olarak değil, problem çözme ve akıl yürütme faaliyetleri şeklinde görebileceklerini belirtir (Debellis ve Rosenstein, 2004). Çizge kuramının Türkiye'de ortaöğretim müfredatına eklenmesinde de öğretmenlerin gayreti önemli ve gereklidir.

NCTM, ortaöğretim öğrencilerinin öğrenmesi gereken beş standardı: problem çözme, iletişim, muhakeme, bağlantı ve temsil olarak tanımlamıştır. Çizge kuramının bu standartları kapsadığına dikkat çeken Asghari ve arkadaşları, çizge kuramının öğretilmesiyle, öğrencilerin belirtilen standartlardaki kazanımlara sahip olabileceklerini düşünmüşlerdir ve bu doğrultuda etkinlikler hazırlamışlardır (Asghary, Shahvarani, ve Haghghi, 2012).

Çizge kuramı, ayrı matematik bir konudur. Hart ve Martin'e göre ayrı matematik, 21. yüzyıl okul müfredatı için temel matematiktir. Çalışmalarında ayrı matematik alanına dahil olan beş problem türüne değinmişlerdir ve bunlardan biri çizge kuramı ile ilgilidir. Problem çözme, modelleme, düşünme becerilerini geliştirme gibi hususlarda ayrı matematik konularının faydalarına dikkat çekmişlerdir. Ayrıca ayrı matematik, temel çağdaş problemleri modellemek ve çözmek için güçlü bir araç olduğunu belirtirler (Hart ve Martin, 2018). Gaio ve Paola, araştırmalarında çizge kuramı konusunun da bulunduğu ayrı matematik konularının İtalya'da işlenmesini ele alarak bir anket çalışması yapmışlardır (Gaio ve Paola, 2018).

Hart ve Sandefur, çizge kuramının, matematiksel modellemeye, tartışmaya ve gerçeklikle bağlantı kurmaya yönelik yaklaşımlara izin vermesinden dolayı, okul öğretiminde bulunmayı hak ettiğine inanırlar. Ferrarello ve Mammana da benzer şekilde, Sicilya'da bazı okullarda, ilkokul, ortaokul ve lise düzeyindeki öğrencilerle deneysel bir öğretim gerçekleştirmişlerdir. Bu deneyde çizge kuramını tanıtmak için her düzeye göre ayrı ayrı hazırladıkları içeriği öğrencilere sunmuşlardır (Ferrarello ve Mammana, 2018). Santoso ise, çalışmasında Endonezya'da ortaöğretimde çizge kuramının olmadığını fakat çizge kuramının çeşitli etkinliklerle öğrencilere tanıtılmasının faydalı olabileceğini belirtmiştir. Santoso, çizge kuramının, eleştirel düşüncenin gelişimi için ilköğretim ve lise öğrencilerine faydalı olacağını düşünmektedir (Santoso, 2018).

Amerika Birleşik Devletleri'nde bazı okullar, öğrencilerini ayrı matematik dersi dahilinde çizge kuramı konusu ile tanıştırmışlardır. Örneğin, çizge kuramı, 1996'dan itibaren New Jersey Matematik Standartları'na dahil edilmiştir. 2007'de New Jersey

için önerilen ayrıık matematik standartları, NCTM tarafından önerilen matematik konularından da içermektedir (Rosenstein, 2018). 2007’de New Jersey için önerilen ayrıık matematik standartlarına ait tablosunda çizge kuramı ile ilgili olan konular Tablo 1’deki gibidir. Fakat çizge kuramı, ulusal bir müfredatın planlandığı Ortak Çekirdek (Common Core) döneminde neredeyse hiç bulunmamaktadır.

Seviye	Konu
3. sınıf	Somut çizge örneklerinde kenarların bulunması En az sayıda renk kullanılarak haritaların boyanması (ör. New Jersey ilçeleri)
5. sınıf	Problem çözüme durumlarının çizgelerin kullanılmasıyla temsil edilmesi ve bir çizgenin herhangi bir düğümünün derecesinin (bitişik düğümlerinin sayısının) belirlenmesi. Rasgele bir düğümden, başka bir düğüme gidilebilir mi? Bir düğümden diğerine kaç farklı yol vardır?
7. sınıf	Problemlerin temsil edilmesi ve problemlere makul çözümler bulunması için çizgelerin kullanılması: Haritadaki bir sahadan diğerine giden rota Belirtilen yerlerde duran teslimat rotası Bir kenarı tekrarlamadan tek bir çizgi ile bir çizge çizme Proje toplantılarını planlama (çatışmaları önlemek için) çizge renklendirme kullanma
8. sınıf	Sorunlara çözüm bulunması için çizgelerin ve algoritmik düşünmenin kullanılması: Belirli siteleri birbirine bağlayan en kısa ağı bulma Haritadaki bir yerden diğerine en kısa seyahat rotasını bulma Her düğümü tam olarak bir kez ziyaret eden düşük maliyetli bir devre bulma
Lise	Pratik problemlerin temsili ve çözülmesi için çizgelerin ve algoritmik düşünmenin kullanılması: Bir çizgede her kenarı yalnızca bir kez içeren bir devre var mı (ör: teslimat yolları)? Bir çizgedeki her tepe noktasını yalnızca bir kez içeren bir devre var mı? Kritik yol analizi

Tablo 1. 2007’de New Jersey için önerilen standartlarda çizge kuramı (Rosenstein, 2018).

New Jersey müfredatında çizge kuramının varlığıyla ilgili güncel durumun ne olduğu konusunda bilgi almak için 28 Ocak 2021 tarihinde, Matematik Profesörü Joseph G. Rosenstein ile e-posta aracılığıyla iletişime geçildi. Kendisinin verdiği

bilgi, İngilizce’den şu şekilde çevrilmiştir:

“ABD’de 10 yıldan daha fazla bir süre önce ülke çapında bir dizi standart kabul edildiğinden beri, çizgeler ve uygulamaları ABD okullarında matematik müfredatından kaldırıldı. Eğer bir öğretmen konuyu dersine dahil etmek için inisiyatif almadıkça, müfredatta çizge kuramı olmayacaktır. Bu New Jersey’de olduğu gibi ABD genelinde de geçerlidir.

Ulusal standartları değiştirmek için toplu bir çaba yoktur ve bir süre daha olmayacaktır, çünkü şimdiki odak noktası, öğrencilerin okullara nasıl güvenli bir şekilde döneceğinin çözülmesidir ve bu sorun sağlık sorununun çözülmesine bağlıdır.

Lise öğrencilerine yönelik (new-math-text.com) ‘Ayrıık Matematik ile Problem Çözme ve Akıl Yürütme’ adlı bir ders kitabı yayınladım, ancak henüz ABD’deki herhangi bir okulda kullanılmıyor; belki birkaç yıl içinde bu durum değişecek.”

Rosenstein’in ayrıık matematiğın ve dolayısıyla çizge kuramının okul müfredatlarında bulunmasıyla ilgili gelecekte umutlu olması ve ilgili bir kitap yazması konunun önemine olan inancının bir göstergesidir.

Amerika Birleşik Devletleri Tennessee eyaletinden Smithers, Ortaöğretim Sınıfı için Çizge Kuramı (Graph Theory for the Secondary School Classroom) adlı yüksek lisans tezinde, bir öğretim deneyi gerçekleştirdi. Üniversitede öğrendiği çizge kuramını çok seven Smithers, bu konuyla daha önce tanışma fırsatına sahip olmayı düşledi ve bu düşü lise öğrencileri için gerçekleştirmeye karar verdi. Bir lise sınıfında öğretmenle iş birliği içinde yürüttüğü çalışmanın sonucunda, öğrencilerden aldığı geri bildirimler son derece olumludur. Öğrenciler en çok köşe renklendirmeyi sevdiklerini belirtmiştir (Smithers, 2005).

Almanya’da 16 federal devlet vardır ve her birinde eğitim sistemi farklıdır. Araştırmada tüm müfredatlar incelenmemiştir fakat, çizge kuramının izlerine rastlanmıştır. Örneğin, Baden-Württemberg eyaletinin birleşik okullarının ortaöğretim müfredatında 8. sınıf öğrencileri, çizge kuramı konusunu işler (Baden-Württemberg Eğitim Planları). Avustralya’ya bakıldığında, Avustralya Müfredatı adlı resmi web sitesinde, Kıdemli Ortaöğretim Müfredatı’nda, Genel Matematik bölümünün üçüncü ünitesinde çizge kuramı konusunun yer aldığı görülür (Avustralya Müfredatı, 2020). Detaya erişilemeye de Fransa’nın müfredatlarında da çizge kuramı konusunun varlığı bilinmektedir. Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (Organisation for Economic Co-operation and Development-OECD), Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (Programme for International Student Assessment - PISA) test sonuçlarını yayınlamıştır. Bu sonuca göre Almanya,

Avustralya ve Fransa matematik alanında ortalamasının üzerinde olan ülkelerdendir. Milli Eğitim Bakanlığı Öğretim Programlarını İzleme ve Değerlendirme Sistemi'ne göre, taslak öğretim programlarını geliştirme kriterlerinden biri, uluslararası karşılaştırmaların yapılması ve farklı eğitim sistemlerinin analiz edilmesidir. Ayrıca, PISA sonuçlarına değer verdiklerini özellikle belirtmişlerdir (Millî Eğitim Bakanlığı Öğretim Programlarını İzleme ve Değerlendirme Sistemi). Çizge kuramının müfredata dahil edilmesi fikri, bu açıdan da olumlu bir şekilde değerlendirilebilir.

Türkiye'de devlet okulundan mezun olan bir öğrenci eğer istisnai bir durum yoksa, çizge kuramı ile en erken üniversitede tanışır. Bu tanışma, eğer alanı ya da araştırma konusu çizge kuramı ile kesişirse gerçekleşir. Oysaki, öğretim programlarını geliştirme çalışmalarında önemsenen kriterlerden biri: öğrencilerin bir üst öğrenim kurumuna geçtikleri zaman sahip olmaları gereken becerileri onlara kazandırmaktır. Çizge kuramını lisede öğrenen bir öğrenci, üniversitede alanı ne olursa olsun, çalışmalarında çizge kuramını kullanabilir. Bu sebeple çizge kuramının erken yaşlarda tanıtılması gelecek için önemli faydalar sağlayacaktır. Gupta (2015), pek çok bilimsel alanda yer alan çizge kuramının önemine dikkat çekmiş, hayati değeri olan uygulamalarından söz etmiştir. Örneğin 2012 yılında, L. Shapley ve A. E. Roth, Nobel Ekonomi Ödülünü kazanmışlardır ve kararlı eşleşme kuramını, bağışlanan böbreklerin uygun hastalarla eşleştirilmesi problemine uygulamışlardır (Ekim, 2020). Kararlı eşleşme kuramı çizgelerle ilgilidir. Dafik ve arkadaşları ise, bilimsel çalışmalarda kullanım sayısının hızla arttığı çizge kuramının, 21. yüzyılda çok daha önemli olan üst düzey düşünme becerilerinin yükselmesi için bir tetikleyici olabileceğini vurgulamıştır (Dafik, Agustín, Alfarisi, Kurniawati, 2020).

Türkiye'de çizge kuramı konusunun ortaöğretim müfredatı ile ilişkisine bakıldığında, kuramın matematik müfredatlarına dahil edildiği iki yer olduğu görülmüştür: Robert Koleji, Bilim ve Sanat Merkezleri.

Robert Koleji'ne göre, seçmeli ders olarak sunulan ayırık matematik dersi Türkiye'de sadece Robert Koleji'ndedir ve bu derste çizge kuramı öğretilmektedir (Robert Koleji). Ağustos 2020'de hazırlanan Bilim ve Sanat Merkezi Matematik Dersi Öğretim Programı'ndaki, Matematik Tarihi ve Felsefesi, Matematik ve Bilgisayar, Oyun Teorisi, Çizge Teorisi ve Topoloji adlı modüllerde çizge kuramı konusu geçmektedir. Matematik Tarihi ve Felsefesi modülünde kısaca ele alınmıştır; diğer iki modülde ise detaylı alt başlıklarla bulunmaktadır. Çizge kuramını içeren söz konusu modüller Özel Yeteneklerini Geliştirme Programı 2 (ÖYG 2) düzeyi için yazılmıştır.

Türkiye'de çizge kuramı ile ilgili seminer ya da yaz

okulu şeklinde düzenlenen ortaöğretim düzeyindeki etkinliklerin varlığı ve kalitesi dikkat çekicidir:

Matematiğe gönül veren kişilerden oluşan 'Matematiğin Peşinde' adlı topluluğun düzenlediği etkinliklerden biri, Boğaziçi Üniversitesi'nden Tınaz Ekim'in verdiği "Çizge Kuramı: Matematiksel Oyunlardan Hayat Kurtaran Çözümlere" başlıklı seminerdir. Bu seminer, 15 Şubat 2020 tarihinde Galatasaray Lisesi'nde gerçekleştirilmiştir (Matematiğin Peşinde). Ekim: "Bir çoğunuz belki yepyeni bir şeyden bahsedeceğimi düşünüyorsunuz. Hiç öyle değil, aslında çok aşina olduğunuz bir kavram; günlük yaşamınızda çeşitli alanlarda karşılaştığınız bir kavram çizge" demiştir (Çizge Kuramı Tınaz Ekim, Seminer). Gerçek hayat problemlerinin çözümünde kullanılan çizge kuramı, öğrencilerin ilgisini çekmenin yanı sıra eğitime etkin öğrenme açısından da nitelik kazandırır.

Nesin Matematik Köyü, lise öğrencileri için açılan yaz okullarının amaçlarından birini: "Daha önce muhtemelen görmedikleri bir matematik göstererek gençlere lisede gördükleri matematiğin dışında olağanüstü güzel bir dünyanın varlığını hissettirmek" olarak belirtmiştir (Nesin Matematik Köyü). 2008, 2009, 2011, 2012, 2013, 2014, 2016, 2017, 2019, 2020 yıllarında Nesin Matematik Köyü programlarında çizge kuramı konusu yer almıştır (Nesin Matematik Köyü Tüm Etkinlikler). Nesin Matematik Köyü Lise Yaz Okulları programına göre Ağustos 2021'de Boğaziçi Üniversitesi'nden Doç. Dr. Özlem Beyarslan, lise öğrencileri için çizge kuramı konusunu işleyecektir (Nesin Matematik Köyü Lise Yaz Okulları). 2014 yılında, çizge kuramının anlatıldığı dersin başında bir öğrencinin "Bunu neden öğreniyoruz?" sorusu üzerine dersi veren Matematikçi Salih Durhan: "...hayatın kendisi ile ilgili baya bir şey söyleyeceğiz, ilginç uygulamalar yapacağız." şeklinde cevap verip, ardından çizgelerin başka türlü bir düşünme yeteneği gerektirdiğini söylemiştir. Bu da düşünme becerilerinin geliştirilmesi anlamını taşır (Çizgeler Kuramı 1.1).

Bilkent Üniversitesi, 2012 yılında, Lise öğrencileri için Matematik Yaz Kampı kapsamında çizge kuramı konusunu işlemiştir (Bilkent Üniversitesi Matematik Bölümü).

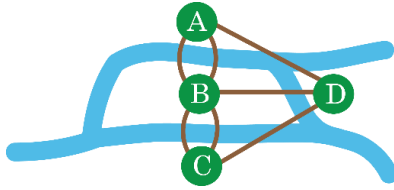
TÜBİTAK tarafından gerçekleştirilen 51. Lise Öğrencileri Araştırma Projeleri Yarışması'nda, İzmir Özel İzmir Bahçeşehir Koleji Ellinci Yıl Fen ve Teknoloji Lisesi öğrencisi Olcay Oransoy, çizge kuramı ile ilgili olan "Çizgelerin Kesme Sayısı (Crossing Number) İçin Dinamik Bir Kesin Algoritma Önerisi" adlı projesiyle Matematik alanında birinci olmuştur (TÜBİTAK 2020 Yılı Lise Öğrencileri Araştırma Projeleri Final Yarışması Sonuçları).

Çizge kuramı, lise öğrencilerine yönelik TÜBİTAK Türkiye Ulusal Bilgisayar Olimpiyatları 1. Aşama Sınavı Müfredatında ayrı bir alt başlık olarak bulunmaktadır ve makaledeki konu başlıkları bu müfredattan alınmıştır (TÜBİTAK, Türkiye Ulusal Bilgisayar Olimpiyatları 1. Aşama Sınavı Müfredat ve Kaynaklar).

Çizge kuramı oldukça geniş ve detaylıdır. Bu çalışmada, lise öğrencilerine aktarılacak üzere konuyla ilgili temel başlıklara yer verilmiştir.

## 2.ÇİZGE KURAMI

18. yüzyılda, Doğu Prusya'nın başkenti Königsberg'de, Pregel nehri üzerinde bulunan yedi köprü için bir soru düşündü: "Aynı köprüden iki kez geçmemek koşuluyla tüm köprülerden birer kez geçilen bir yürüyüş yolu mümkün mü?". Önde gelen bilim insanlarından Leonard Euler, 1735 yılında bu soruyu cevaplamıştır ve böyle bir yol olamayacağını ispatlamıştır. Bu da çizge kuramının başlangıcı kabul edilir. Şekil 1'de Königsberg Köprülerinin çizge ile temsili görülmektedir.



Şekil 1. Königsberg Köprülerinin çizge ile gösterimi

Çizge kuramında ağ yapısı, düğüm (köşe) ve bunlar arasındaki bağlantıları gösteren kenarlardan oluşur. Bu temsil, farklı sistemleri incelemek için ortak bir dil sunar (Barabási, 2015).

Çizge kuramında, varlıklar ve aralarındaki ilişki, görsel bir şekilde, düğümler ve kenarlar ile temsil edilir. Bu teoride, gerçek bir hayat probleminin çizge ile modellenmesi amaçlanır (Şeker, 2015).

Çizgeler, her zaman gözle görülmese de hayatın her anında mevcuttur. Örneğin Brown ve arkadaşları, gerçekleştirdikleri nörolojik bir araştırmada, beyin bağlantılarını üç boyutlu olarak modelleyerek beyin içinde gerçekleşen reaksiyonları ve beyindeki bağlantıları çizge ile göstermişlerdir (Brown, Rudie, Bandrowski, Horn ve Bookheimer, 2012).

Ulaşım açısından bakıldığında, çizge kuramının etkilerine sıklıkla rastlanabilir. Örneğin hava yolu şirketlerine ait uçuş noktaları ve bağlantıları, uçuş noktaları haritası adıyla çizge şeklinde görselleştirilir.

### 2.1. Tanım

Bir çizge, boş olmayan bir köşe (düğüm) ve bir kenar dizisinden oluşur (Rosen, 2019).

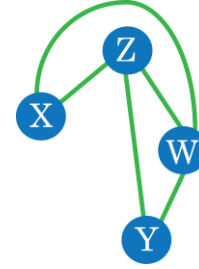
$G = (V, E)$   
G: çizge (graph)  
V: düğüm/köşe (vertex)  
E: kenar (edge)

Şekil 2'deki çizge incelenirse: dört adet düğüm ve beş adet kenar vardır. X, Z, W, Y düğümleri, düğüm dizisinin elemanlarıdır. Kenarlar ise bağladığı düğümler ile ifade edilir. Örneğin X ile Z arasındaki kenar, (X, Z) olarak yazılır. Bu örnekte:

Düğümler,  
 $V = \{X, Z, W, Y\}$

Kenarlar,  
 $E = \{(X, Z), (X, W), (Z, W), (Z, Y), (W, Y)\}$

Çizge,  
 $G = (V, E)$   
 $G = (\{X, Z, W, Y\}, \{(X, Z), (X, W), (Z, W), (Z, Y), (W, Y)\})$

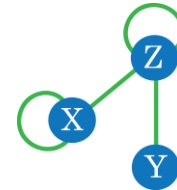


Şekil 2. Çizge örneği

Basit çizge (Simple graph): Her kenarın iki farklı köşeyi birbirine bağladığı ve iki kenarın aynı çift köşeyi birbirine bağlamadığı çizgedir. Şekil 2'deki çizge bu özellikte olduğu için basit çizgedir (Rosen, 2019).

Çoklu çizge (Multigraphs): Aynı köşeleri birbirine bağlayan birden fazla kenara sahip olabilen çizgedir. Örneğin Şekil 1'de A ile B düğümlerini birbirine bağlayan iki adet kenar olması, bu çizgenin çoklu çizge olduğunu gösterir (Rosen, 2019).

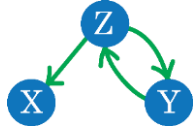
Döngü (Loop): Bir düğümü kendisine bağlayan özel bir kenar türüdür. Şekil 3'te X ve Z düğümlerinde kendilerine geri dönen kenarlar görülmektedir.



Şekil 3. Döngüye sahip bir çizge.

Kenarların durumuna göre çizgeler "yönlü (directed)" ya da "yönsüz (undirected)" olarak adlandırılır. Şekil 2 ve Şekil 3'teki çizgeler, yönsüz çizgeye, Şekil 4'teki çizge ise yönlü çizgeye örnektir.

Burada Z'den X'e bir ulaşım varken, X'ten Z'ye bir ulaşım yoktur. Z'den Y'ye ve Y'den Z'ye ulaşılabilir.



Şekil 4. Yönlü bir çizge.

Eğer bir çizge hem yönlü hem de yönsüz kenarlar içeriyorsa bu çizgeye “karma çizge (mixed graph)” denir.

Sözde çizge (pseudograph): Çoklu çizge, aynı düğümler için birden çok kenara sahip olabilir ancak döngü içeremez. Hem döngüleri hem de çoklu kenarları olan çizgeler için “sözde çizge (pseudograph)” terimi kullanılır (Zwillinger, 2003).

Bir çizgenin türünü, kenarlarının yönlü olup olmadığı, çoklu kenar durumu ve döngü içerip içermediği belirler. Tablo 2’de çizge terminolojisi yer alır.

Çizge Türü	Kenarlar	Çoklu kenar olabilir mi?	Döngü olabilir mi?
Basit	Yönsüz	Hayır	Hayır
Çoklu	Yönsüz	Evet	Hayır
Sözde	Yönsüz	Evet	Evet
Basit yönlü	Yönlü	Hayır	Hayır
Çoklu yönlü	Yönlü	Evet	Evet
Karma	Yönlü ve yönsüz	Evet	Evet

Tablo 2. Çizge terminolojisi (Rosen, 2019).

Derece (degree): Yönsüz bir çizgede, bir düğümün derecesi, kendisine gelen kenarların sayısıdır. V düğümünün derecesi  $deg(v)$  ile gösterilir (Zwillinger, 2003). Şekil 2’deki düğümlerin dereceleri aşağıdaki gibidir:

$$\begin{aligned} deg(X) &= deg(Y) = 2 \\ deg(Z) &= deg(W) = 3 \end{aligned}$$

Eğer bir düğümde döngü varsa, döngü özelliğindeki kenar derece hesaplamasına 1 yerine 2 değerliğinde dahil edilir. Şekil 3’teki düğümlerin dereceleri aşağıdaki gibidir:

$$\begin{aligned} deg(X) &= 3 \\ deg(Y) &= 1 \\ deg(Z) &= 4 \end{aligned}$$

## 2.2. Çizge Temsil Yöntemleri

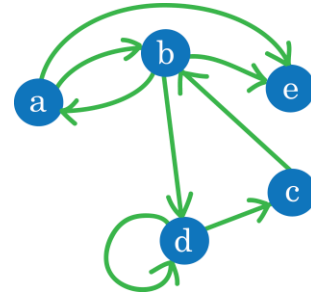
Bir çizgeyi temsil etmenin iki yöntemi vardır: Komşuluk listesi ve komşuluk matrisi.

Komşuluk listesi: Bir çizgedeki her bir düğüme ait komşu düğümlerin belirtilmesidir. Şekil 2’deki çizgenin komşuluk listesi Tablo 3’teki gibidir.

Düğüm	Komşular
X	Z, W
Z	X, Y, W
W	X, Y, Z
Y	Z, W

Tablo 3. Komşuluk listesi örneği

Yönlü bir çizgede komşuluk listesi oluşturulurken, her bir düğüm başlangıç olarak kabul edilerek, ok yönüne göre, o düğümden hangi düğümlere gidilebileceği yazılır. Örneğin Şekil 5’teki çizgeye ait komşuluk listesi Tablo 4’teki gibidir.



Şekil 5. Yönlü çizge örneği.

Başlangıç düğümü (initial vertex)	Son düğümler (terminal vertices)
a	b, e
b	a, d, e
c	b
d	c, d
e	

Tablo 4. Şekil 5’teki çizgeye ait komşuluk listesi

Komşuluk matrisi: Çok sayıda kenarı olan bir çizgenin komşuluk listesi yöntemiyle temsil edilmesi, çizge algoritmalarının gerçekleştirilmesinde zor olabilir. Hesaplamayı basitleştirmek için çizge, matrisle temsil edilebilir (Zwillinger, 2003).

$G = (V, E)$  çizgesi için,  $|V| = n$  yani  $n$  adet düğüm ( $V$ ) olduğu düşünülün ( $v_1, v_2, v_3, \dots, v_n$ );



G çizgesine ait komşuluk matrisi A veya  $A_G$  şeklinde ifade edilir ve  $n \times n$ 'lik sıfır-bir matrisi olarak gösterilir. Eğer  $v_i$  ile  $v_j$  komşu ise  $(i,j)$ . girişe 1 (bir), komşu değil ise 0 (sıfır) yazılır. Diğer bir deyişle eğer komşuluk matrisi  $A[a_{ij}]$  ise,

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \{v_i, v_j\} G \text{ çizgesinin bir kenarı ise} \\ 0, & \text{aksi takdirde} \end{cases}$$

Şekil 3'teki çizgenin komşuluk matrisi ile temsil edilmesi şu şekildedir:

Düğümlerin, soldan sağa ve yukarıdan aşağıya sırasıyla W, X, Y, Z olduğu düşünülerek, komşu olan düğümlerin kesişimine 1, olmayanların kesişimine 0 yazılır (Tablo 5).

	W	X	Y	Z
W	0	1	1	1
X	1	0	0	1
Y	1	0	0	1
Z	1	1	1	0

Tablo 5. Komşuluk matrisinin bulunması

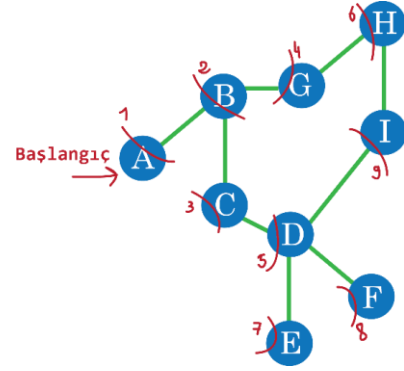
Sonuç olarak verilen çizgeye ait komşuluk matrisi aşağıdaki gibidir:

$$A[a_{ij}] = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

### 2.3. Genişlik Öncelikli Arama (Breadth First Search)

Bir çizge üzerindeki tüm düğümleri dolaşan arama algoritmalarından biridir. İlk önce çizge üzerindeki düğümlerden rasgele biri, başlangıç düğümü olarak kabul edilir. Bu düğümden başlamak üzere bir dolaşım gerçekleştirilir. Dolaşım da ziyaret edilen düğümler, üzerlerinden tekrar geçilmemek üzere işaretlenir. Dolaşım sırası şu şekildedir: başlangıç düğümü işaretlendikten sonra, onun komşuları ziyaret edilir, daha sonra komşularının ziyaret edilmemiş komşuları...

Şekil 6'da verilen çizgenin genişlik öncelikli arama algoritmasına göre ziyaret sıralaması görülmektedir. Bu aramada önce komşulara daha sonra o komşuların ziyaret edilmemiş komşularına bakıldığı için enlemesine bir ziyaret söz konusudur. Algoritmanın adı buradan gelir. Şekle göre BFS (Breadth First Search) algoritmasına göre dolaşma sıralaması: A, B, C, G, D, H, E, F, I olur. Bu sıralama aynı komşuluk düzeyinde bulunan düğümlerin seçim önceliğine göre değişiklik gösterebilir.

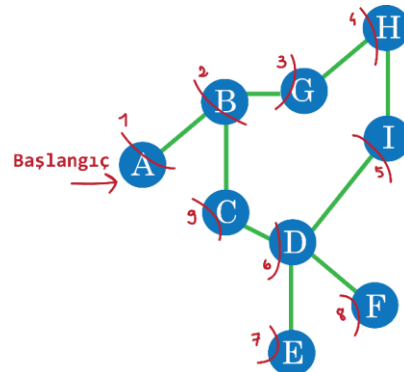


Şekil 6. Genişlik Öncelikli Arama Örneği

### 2.4. Derinlik Öncelikli Arama (Depth First Search)

Çizgelerde tercih edilen arama algoritmalarındandır. BFS'de olduğu gibi, seçilen bir düğüm, başlangıç düğümü olarak kabul edilir. Yine aynı şekilde, ziyaret edilen düğümler, tekrar ziyaret edilmemek üzere işaretlenir. DFS (Depth First Search)'nin, BFS'den farkı, adından anlaşılacağı gibi ziyaret sıralamasının derinlemesine gerçekleşmesidir. Mevcut düğümden gidilebilecek kadar derine gidilir, gidilemeyen yerde önceki düğümlere geri dönülür ve aynı yöntemle ilerlenir.

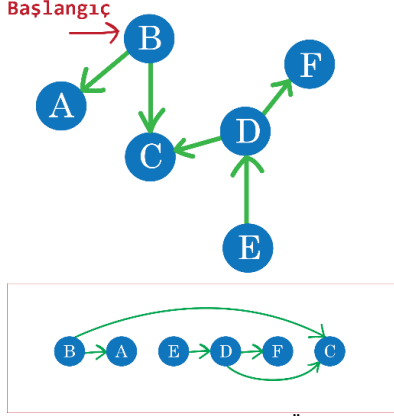
Şekil 7'de, verilen çizgenin derinlik öncelikli arama algoritmasına göre ziyaret sıralaması görülmektedir. Bu sıralama benzer düzeydeki düğümlerden herhangi biri seçilerek oluşturulmuştur. Örneğin A ve B işaretlendikten sonra, B'nin ziyaret edilmemiş komşularından hangisiyle devam edileceği konusunda G seçilmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi yedinci sırada ziyaret edilen E düğümünden sonra gidilebilecek komşu yoktur. Bu sebeple algoritma bir üst kademeye yani D'ye döner ve aynı prensiple F'ye ulaşır. F'den sonra da gidilecek düğüm olmadığı için buraya gelinen sıralamanın tersi şekilde bir yol izlenerek ikinci adıma yeni B düğümüne dönülür ve oradan ziyaret edilmemiş olan C düğümü de işaretlenir. Böylece ortaya çıkan dolaşma sıralaması: A, B, G, H, I, D, E, F, C olur.



Şekil 7. Derinlik Öncelikli Arama Örneği

## 2.5. Topolojik Sıralama (Topological Sorting)

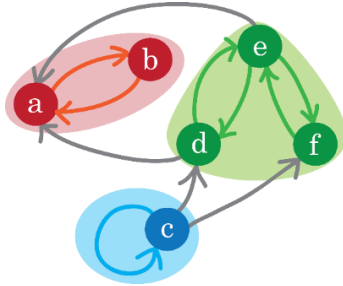
İçerisinde döngü olmayan yönlü bir çizgenin doğrusal olarak sıralanmasıdır. Sıralamada ok yönleri de belirtilir ve daima sağa doğru olacak şekilde gösterilir. Örneğin A'dan B'ye yönlü bir kenar varsa sıralamada A, B'den önce gelir. Bu sıralamada başlangıç düğümü için öncelik, kendisine hiçbir kenar gelmeyen düğümlerdedir. Şekil 8'de bir çizge ve o çizgeye ait topolojik sıralama örneği verilmiştir. Bir çizgenin birden fazla topolojik sırası olabilir.



Şekil 8. Topolojik Sıralama Örneği

## 2.6. Güçlü Bağlı Bileşenler (Strongly Connected Components)

Yönlü çizgelerde bulunan bir bileşenin içindeki her düğüm, aynı bileşendeki diğer tüm düğümlere erişebilir ise bu bileşen güçlü bağlıdır. Şekil 9'da görülen her bir renk kümesi güçlü bağlı bileşendir.



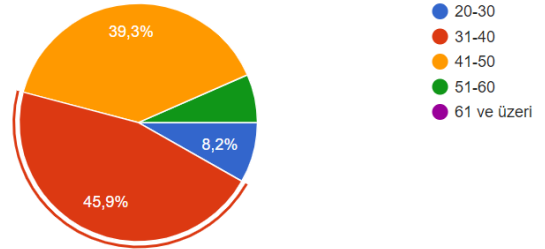
Şekil 9. Güçlü bağlı bileşenlere örnek

## 3. YÖNTEM

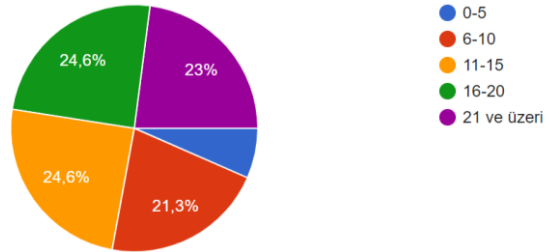
Araştırmada, nitel bir yöntem olan belge inceleme yöntemi gerçekleştirilmiştir. Millî Eğitim Bakanlığı Öğretim Programları İzleme ve Değerlendirme Sistemi'ne ait web sitesinde program geliştirme süreci ile ilgili bilgiler ele alınmıştır. Program geliştirme sürecinde esas alınan ölçütler üzerinde durulmuştur. Türkiye'de Millî Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı tarafından yürütülen müfredat ile ilgili çalışmalarda, dünya çapında yapılan eğitimle ilgili araştırmalara değer verildiği bilinmektedir.

Türkiye'de çizge kuramının ortaöğretim müfredatına eklenmesi önerisinde bulunan bir yayın bulunmamıştır. Fakat uluslararası yapılan araştırmada, eğitim ve çizge kuramının bir arada ele alındığı pek çok örnek görülmüştür ve diğer ülkelerin konuyu nasıl değerlendirdikleri incelenmiştir. Ayrıca diğer ülkelerin müfredatları araştırılmıştır.

Müfredat önerisi ile ilgili araştırmalarda, Talim ve Terbiye Kurulu'nun program geliştirme sürecinde öğretmenlerin fikirlerine de değer vermesi sebebiyle iki adet anket çalışması yapılmıştır. Bunlardan biri: Türkiye'deki lise düzeyinde ders veren matematik öğretmenlerinin çizge kuramı hakkındaki düşüncelerini öğrenmek amacıyla hazırlanan kısa bir ankettir. Çalışmaya 61 ortaöğretim matematik öğretmeni katılmıştır.



Şekil 10. Katılımcıların yaş bilgisi



Şekil 11. Katılımcıların mesleki kıdemi (yıl)

Diğer anket çalışması ise: Türkiye'de Çizge Kuramı konusunu derslerinde işleyen eğitimcilere yöneltilen açık uçlu sorular içerir. Çizge Kuramı konusunda lise öğrencilerine dersler vermiş olan veri bilimci Dr. Salih Durhan ve İstanbul Fuat Sezgin Bilim ve Sanat Merkezi'nden matematik öğretmeni Fatma Yudum Özer Akyüz bu soruları yanıtlamışlardır.

## 4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Farklı ülkelerde çizge kuramının ortaöğretim hatta ilköğretim için uygulanmasının önemini vurgulayan çalışmalar yapılmıştır.

Gaio ve arkadaşlarının hazırladığı etkinlikte, gruplara ayrılan öğrenciler ilk önce açık hava ortamında bulunur. Daha sonra çizge kuramı kapsamında kâğıt üzerinde hazırlanan soruları yanıtlarlar. Gözlemlere göre öğrenciler açık

havada yaptıkları etkinlik ile kâğıt üzerinde gördükleri çizgeler arasında ilişki kurabilmişlerdir. Örneğin bir öğrenci kâğıt üzerindeki görevi görünce “bu dışarıda yaptığımızın aynısı, şehirde dolaştığımız zamanki gibi” demiştir. Bu çalışmanın sonucunda, Gaio ve arkadaşları, öğrencilerin gerçek hayat deneyimlerini çizge kuramı kurallarının soyut matematik problemiyle ilişkilendirebildiklerini kanıtlamışlardır. (Gaio, Branchetti ve Capone, 2020).

Smithers’in çalışmasındaki öğretim deneyinin sonucunda, öğrencilerde genel bir memnuniyet gözlenmiştir. Bir öğrenci, ünitenin değerlendirilmesi üzerine sorulan sorulara şu şekilde yanıt vermiştir: “Çizge Kuramı ve Köşe Renklendirmeyi sevdim çünkü matematiğin toplama ve çıkarma işlemlerini ortadan kaldırıyor. Eğlenceli ve kolay, ayrıca karşılaşılabileğimiz gerçek durumları çözmek için de kullanılabilir.”. Türkiye’de de benzer bir çalışma ile çizge kuramı konusunun öğretilmesinin pilot olarak uygulanması gerçekleştirilebilir.

Gaio ve Paola’nın hazırladığı, İtalya’daki tüm okul seviyelerinden 150 matematik öğretmenin dahil olduğu anketin sonuçlarına göre, özellikle düşük seviyedeki sınıflarda olan öğretmenlerin kriptografi, algoritmalar ve çizge kuramı gibi ayrı matematik konuları hakkında minimum bilgiye sahip oldukları tespit edilmiştir. Fakat öğretmenler, özellikle öğrencilerin matematiksel problemleri çözmeye aktif olarak katılmalarını istedikleri için bu konuları öğrenme ve derslerinde öğretim hususunda istekli olduklarını belirtirler. Ayrıca öğretmen ve öğrencilerin konuyu heyecan verici buldukları ortaya çıkmıştır (Gaio ve Paola, 2018).

Hart ve Sandefur tarafından yapılan çalışmadan alınan sonuca göre, çizge kuramını tanıttıkları ilkokuldan liseye kadar tüm öğrenciler, bir çizgenin temel unsurlarını öğrenmişlerdir. Bir probleme nasıl yaklaşacaklarına dair farklı düşünme becerileri kazanmışlardır (Hart ve Sandefur, 2016).

Ferrarello ve Mammana, yaptıkları çalışmanın sonucunda, çizge kuramının okul öğretiminde var olması gerektiğine kanaat getirmişlerdir. Bunun sebebini ise, çizge kuramının matematiksel modellemeye ve gerçeklikle bağlantı kuran bir yaklaşıma imkan vermesine bağlarlar. Ayrıca, öncesinde matematikle kötü bir deneyim yaşamış olan öğrencilerin matematiğe bakış açısını değiştirebileceğini ve matematiğe karşı ilgi ve sevgisini artırabileceğini düşünürler. Birlikte çalıştıkları öğrencilerde matematiğe olan tutumlarının olumlu yönde değiştiğini ve yeni beceriler kazandıklarını gözlemişlerdir (Ferrarello ve Mammana, 2018).

Ortaöğretim öğrencilerine çizge kuramının

tanıtılması fikri, Türkiye’de de çizge kuramının gücüne ve eğitimle ilişkilendirilmesine dikkat çekmek açısından gereklidir.

Türkiye’de lise öğrencilerine çizge kuramını öğretme konusunda deneyimli olan Salih Durhan ve Fatma Yudum Özer Akyüz’den konu ile ilgili görüşleri istenmiştir. Onlara sunulan ifadeler ve verdikleri cevaplar aşağıdaki gibidir:

***Çizge Kuramının öğretilmesinin öğrenciler üzerindeki etkileri hakkında düşüncelerim:***

*Salih Durhan: Matematiğin diğer alanlarında görünmeyen bir düşünüş ve kavrayış biçimi gerektirir çizge kuramı. Bu yönüyle hemen her yaşta insan için ufuk açıcı bir alandır. Ayrıca çok ağır teknik yöntemler gerektirmediği için de matematikle ilişkisi çok iyi olmayan öğrenciler için de cesaretlendirici bir konudur. Gençlerin hem matematiksel anlayışlarının genişlemesi hem de matematiğin sadece teknik becerilerden ibaret olmadığını görmesine yardımcı olduğunu düşünüyorum.*

*Fatma Yudum Özer Akyüz: Matematik bilimine ilişkin farkındalık kazanır. Günlük hayat problemlerinin matematiksel olarak analizini yapabilir. Problemlere farklı çözüm yolları geliştirebilir. Modelleme yeteneği gelişir. Somut veriden yola çıkarak analiz sentez yapar.*

***Çizge Kuramının lise müfredatına dahil edilmesini isterim.***

*Salih Durhan: Evet*

*Fatma Yudum Özer Akyüz: Evet*

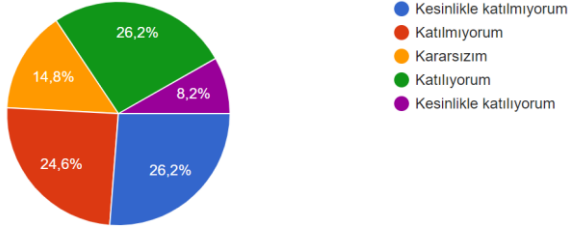
***Çizge Kuramı ve bu kuramın ortaöğretim müfredatına dahil edilme önerisi hakkındaki düşüncelerim:***

*Salih Durhan: Olumlu bir girişim olacağını düşünüyorum. Konu bilgisayar bilimlerinde de sıkça kullanılmaktadır ve buradan doğan fikirler önemli uygulamalara yol açmıştır.*

*Fatma Yudum Özer Akyüz: Matematiği öğrencilerin soyut düşünceden somut düşünceye geçişini kolaylaştırır ve öğrencilerin matematiğe ilişkin olumlu tutum sergilemelerini destekleyebilir.*

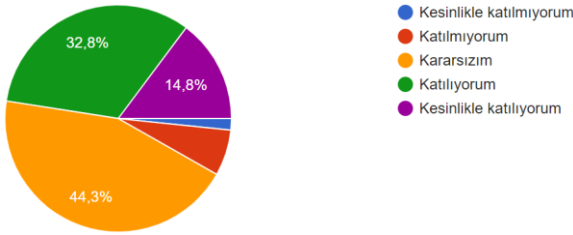
Bu çalışma dahilinde hazırlanan ve 61 öğretmen tarafından cevaplanan anket çalışmasına göre aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

Ankete katılan öğretmenlere yöneltilen “Çizge Kuramı hakkında bilgi sahibiyim.” ifadesine verilen cevaplar Şekil-12’deki gibidir. 21 kişi bilgi sahibi olduğunu, 31 kişi olmadığını belirtmiştir. 9 kişi ise kararsızdır.



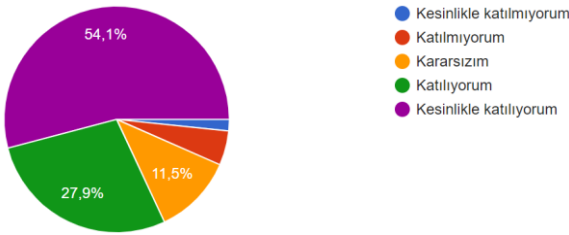
Şekil 12. Katılımcıların Çizge Kuramı hakkında bilgisi

“Çizge Kuramının M.E.B. Ortaöğretim Müfredatına dahil edilmesini isterim.” ifadesine verilen yanıtlar Şekil 13'teki gibidir. 5 kişi katılmamış, 29 kişi katılmış, 27 kişi kararsız kalmıştır.



Şekil 13. Katılımcıların Çizge Kuramının müfredata eklenmesi hakkındaki fikirleri

“Çizge Kuramının müfredata dahil edilmesi durumunda, kuramı öğrenmek veya kuram hakkındaki bilgilerini tazelemek isteyen öğretmenlere yönelik eğitimler düzenlenmesini uygun bulurum.” ifadesine verilen yanıtlar Şekil 14'teki gibidir. 4 kişi katılmamış, 7 kişi kararsız kalmış, 50 kişi katılmıştır.



Şekil 14. Katılımcıların konu ile ilgili öğretmen eğitimleri düzenlenmesi hakkındaki fikirleri

Bazı ülkelerdeki araştırmalara göre öğretmenler, çizge kuramı konusuna yeterince hâkim değillerdir. Yapılan ankete göre bu durum Türkiye'de de geçerlidir. Fakat Millî Eğitim Bakanlığı'nın üniversitelerle iş birliği içinde planlayacağı öğretmen eğitimleri ile bu sorun ortadan kalkacaktır.

Elde edilen verilerdeki ve incelenen çalışmalardaki olumlu sonuçlar, çizge kuramı konusunun ortaöğretim müfredatına eklenmesi önerisini desteklemiştir. Araştırmaların genelinde çizge kuramının öğrenilmesi ve öğretilmesi gerekliliği vurgulanmıştır. Ayrıca çizge kuramı konusunun

bazı ülkelerin müfredatlarında bulunması ve bu ülkelerin, uluslararası sınavlarda matematik alanında ortalamanın üzerinde puana sahip olmaları, Öğretim Programları İzleme ve Değerlendirme Sistemi'ne göre örnek alınabilecek bir durumdur.

Yapılan incelemelerde ortak olarak izlenen düşünce: çizge kuramının, problem çözme becerilerini, algoritmik düşünce yapısını, akıl yürütme faaliyetlerini, geliştirme fırsatı sağladığıdır. Tüm çalışmaların göz önünde bulundurulmasıyla çizge kuramının sağlayabileceği faydalar aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- ✓ Çağa uygundur,
- ✓ Etkileyici ve heyecan vericidir,
- ✓ Problem çözme becerisini geliştirir,
- ✓ Matematik kaygısını iyileştirir,
- ✓ Soyut ilişkilerin temsilinde güçlüdür,
- ✓ Mantıksal akıl yürütme becerisini geliştirir,
- ✓ Sistematik düşünmeyi destekler,
- ✓ Gerçek hayat problemlerinin çözümünü sağlar,
- ✓ Eğlenceli uygulamaları vardır.

Yukarıdaki maddeler, yapılan araştırmaların sonuçları doğrultusunda yazılmıştır. Uygulama yapılan araştırmalarda bu sonuçlar gözlemlense de çizge kuramı konusunun öğretilmesinin gelecek için faydalarının tespit edilmesi konusunda uzun süreli çalışmalara ihtiyaç vardır. Yine de sağlayabilecekleri göz ardı edilemeyecek kadar güçlüdür ve özellikle 21. yüzyıl matematik eğitimi için gereklidir.

Bu çalışmanın amacı ve başlığı ortaöğretim müfredatına odaklansa da yapılan araştırmalar, çizge kuramı ile benzer bir şekilde ilkökul ve ortaokul düzeyindeki öğrenciler için de içerik hazırlanabileceğini göstermiştir. Özellikle çizge renklendirme gibi eğlenceli konuların müfredata dahil edilmesi, küçük yaş gruplarının ilgisini çekecektir. En düşük seviyeden itibaren, sınıf düzeylerine göre içerik geliştirilmesi, çizge kuramı ile ilgili sağlam temellerin atılması demektir.

Stephen Hawking, 2000 yılında: "Önümüzdeki yüzyılın karmaşıklık yüzyılı olacağını düşünüyorum." demiştir. Karmaşıklık bilimi, büyüyen disiplinler arası bir bilgi birikimini temsil eder (Sanders, 2003). Karmaşıklığın kontrol edilmesini ise ağ bilimi inceler. Ve ağ biliminin arkasındaki matematik: çizge kuramıdır.

## TEŞEKKÜR

Çalışmanın bazı kısımlarında, diğer ülkelerdeki araştırmacılar ve o ülkelerde yaşayan kişilerden müfredat hakkında güncel bilgi almak amacıyla

destek istendi. Ayrıca Türkiye'deki, çizge kuramını öğretme deneyimi olan öğretmenlerden müfredat konusunda görüşleri alındı. Desteğini esirgemeyen ve değerli zamanlarından ayırarak bu çalışmaya katkıda bulunan Emeritus Matematik Profesörü Joseph G. Rosenstein'a, Ebru Doğru'ya, Doktora adayı Ceren Kasım'a, Dr. Anthony Foucher'a, Bohumil Vašíček'e, PhDr. Stanislav Rubáš'a, Dr. Salih Durhan'a, Fatma Yudum Özer Akyüz'e ve anket çalışmasına katılan tüm öğretmenlere teşekkür ederim.

## KAYNAKLAR

Asghary, N., Shahvarani, A. ve Haghighi, A. R. (2012). Graph Theory as a Tool for teaching Mathematical Processes. *International Journal for Cross-Disciplinary Subjects in Education*, 3, 731-734. 10.20533/ijcdse.2042.6364.2012.0104.

Avustralya Müfredatı. 28 Ocak 2021 tarihinde <https://www.australiancurriculum.edu.au/senior-secondary-curriculum/mathematics/general-mathematics/?unit=Unit+3&searchTerm=discrete#dimension-content> adresinden erişildi.

Baden-Württemberg Eğitim Planları. BP2016BW\_ALLG\_SEK1\_IMP.pdf. 25 Ocak 2021 tarihinde <http://www.bildungsplaene-bw.de/Lde/LS/BP2016BW/ALLG/SEK1/IMP/PK/20> adresinden erişildi.

Barabási, A. L. (2015). *Network Science*. Cambridge University Press, Chapter 2.

Baydemir T. (2020). Çizge Kuramı- Büyük Çizgeler Daha Küçüklerinin Kopyalarıyla Oluşturulabilir mi? *Bilim ve Teknik, Kasım 2020*. Erişim adresi: <https://bilimteknik.tubitak.gov.tr/system/files/makale/cizge.pdf>

Bilkent Üniversitesi Matematik Bölümü. 26 Ocak 2021 tarihinde, [http://www.bilkent.edu.tr/bilkent-tr/information/mat\\_yazkampi.html](http://www.bilkent.edu.tr/bilkent-tr/information/mat_yazkampi.html) adresinden erişildi.

Brown, J. A., Rudie, J. D., Bandrowski, A., Horn, J. D. V. ve Bookheimer S. Y. (2012). The UCLA multimodal connectivity database: a web-based platform for brain connectivity matrix sharing and analysis. *Article in Frontiers in Neuroinformatics*.

Ceyhun Y. (1976). Çizge Kuramı Üzerine Kısa Bir İnceleme. *Orta Doğu Teknik Üniversitesi Yayın No:54, Ankara*.

Çizge Kuramı Tınaz Ekim, Seminer. 26 Ocak 2021 tarihinde <https://www.youtube.com/watch?v=zLY0yb8Vt1g&list=PLnGcZzlyKDqR4cR4LXhY0VBaUMhC>

[mT6s0&index=8](https://www.youtube.com/watch?v=yQtYh11elCo) adresinden erişildi.

Çizgeler Kuramı 1.1, 26 Ocak 2021 tarihinde, <https://www.youtube.com/watch?v=yQtYh11elCo> adresinden erişildi.

Dafik, Agustin I. H., Alfarisi, R., Kurniawati E. Y. (2020). Integrating A Graph Theory In A School Math Curriculum Of Indonesia Under Realistic Mathematics Education. *International Journal Of Scientific & Technology Research*, 9, 19 Aralık 2020 tarihinde <http://www.ijstr.org/final-print/jan2020/-Integrating-A-Graph-Theory-In-A-School-Math-Curriculum-Of-Indonesia-Under-Realistic-Mathematics-Education-.pdf> adresinden erişildi.

Debellis, V. A. ve Rosenstein, J. G. (2004). Discrete Mathematics in Primary and Secondary Schools in the United States. *ZDM*. 36, 46-55. 10.1007/BF02655758. 19 Aralık 2020 tarihinde [https://www.researchgate.net/publication/226889127\\_Discrete\\_Mathematics\\_in\\_Primary\\_and\\_Secondary\\_Schools\\_in\\_the\\_United\\_States](https://www.researchgate.net/publication/226889127_Discrete_Mathematics_in_Primary_and_Secondary_Schools_in_the_United_States) adresinden erişildi.

Ekimi, T. (2020). Eşleşme Kuramı ve 2012 Nobel Ekonomi Ödülü, *Matematik Dünyası, 2020*. 26 Ocak 2021 tarihinde [http://hacivat.ie.boun.edu.tr/~tinaz/DocumentsPhotos/MD\\_Kararli%20Eslleme\\_proofs.pdf](http://hacivat.ie.boun.edu.tr/~tinaz/DocumentsPhotos/MD_Kararli%20Eslleme_proofs.pdf) adresinden erişildi.

Ferrarello, D. ve Mammana, M. F. (2018). Graph Theory in Primary, Middle, and High School. 10.1007/978-3-319-70308-4\_12.

Gaio, A., Branchetti, L. ve Capone, R. (2020). Learning Math Outdoors: Graph Theory using Maps. 10.37626/GA9783959871440.0.12. Erişim adresi: [https://www.researchgate.net/publication/342564911\\_Learning\\_Math\\_Outdoors\\_Graph\\_Theory\\_using\\_Maps](https://www.researchgate.net/publication/342564911_Learning_Math_Outdoors_Graph_Theory_using_Maps)

Gaio, A. ve Paola, B. (2018). Discrete Mathematics in Lower School Grades? Situation and Possibilities in Italy. 10.1007/978-3-319-70308-4\_3.

Gupta, V. (2015). Importance of Graph Theory. *Journal of Computer and Mathematical Sciences*, 6, 19 Aralık 2020 tarihinde <http://compmath-journal.org/download/Vandana-Gupta/CMJV06I06P0306.pdf> adresinden erişildi.

Hart, E. ve Martin, W. G. (2018). Discrete Mathematics Is Essential Mathematics in a 21st Century School Curriculum. 10.1007/978-3-319-70308-4\_1.

Hart, E. W. ve Sandefur, J. (2016). Teaching and Learning Discrete Mathematics Worldwide: Curriculum and Research

Lessner, D. (2011). Graph Theory In High School Education. *Charles University, Prague, Czech Republic*. Erişim adresi: [https://ksvi.mff.cuni.cz/~lessner/w/data/\\_uploaded/file/papers/2011\\_06\\_WDS\\_lessner\\_contribution.pdf](https://ksvi.mff.cuni.cz/~lessner/w/data/_uploaded/file/papers/2011_06_WDS_lessner_contribution.pdf)

Matematiğin Peşinde. 26 Ocak 2021 tarihinde <https://matematiğinpeşinde.com/page/2/> adresinden erişildi.

Milli Eğitim Bakanlığı Öğretim Programlarını İzleme ve Değerlendirme Sistemi, 19 Aralık 2020 tarihinde <http://mufredat.meb.gov.tr/SSS.aspx> adresinden erişildi.

National Council of Teachers of Mathematics. 28 Ocak 2021 tarihinde, <https://www.nctm.org/Search/?query=graph%20theory#wst=6c1650e12d1250efb188fd3d45636893> adresinden erişildi.

National Council of Teachers of Mathematics. (2000). Principles and standards for school mathematics. *Reston*

Nesin Matematik Köyü, 26 Ocak 2021 tarihinde, [https://nesinkoyleri.org/wp-content/uploads/2020/01/nmk\\_tanitim.pdf](https://nesinkoyleri.org/wp-content/uploads/2020/01/nmk_tanitim.pdf) adresinden erişildi.

Nesin Matematik Köyü Lise Yaz Okulları, 26 Ocak 2021 tarihinde, <https://nesinkoyleri.org/events/2021-nesin-matematik-koyu-lise-yazokullari/> adresinden erişildi.

Nesin Matematik Köyü Tüm Etkinlikler. 26 Ocak 2021 tarihinde, <https://nesinkoyleri.org/tum-etkinlikler/> adresinden erişildi.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), 19 Aralık 2020 tarihinde <https://data.oecd.org/pisa/mathematics-performance-pisa.htm#indicator-chart> adresinden erişildi.

Robert Koleji. 26 Ocak 2021 tarihinde, <https://website.robcok.k12.tr/tr/egitim-ogretim/akademik-bolumler/matematik> adresinden erişildi.

Rosen, K. H. (2019). Discrete Mathematics and Its Applications. *McGraw-Hill Education*.

Rosenstein, J. (2018). The Absence of Discrete Mathematics in Primary and Secondary Education in the United States... and Why that Is Counterproductive. 10.1007/978-3-319-70308-4\_2.

Sanders, T. I. (2003). Executive Director Washington Center for Complexity & Public Policy 1233 20th Street, NW, Suite 620, Washington, DC 20036-7322 202.429.3733, [www.complexsys.org](http://www.complexsys.org)

Santoso, E. B. (2018). Mathematics Classroom Activities Based On Some Topics In Graph Theory To Develop Critical Thinking Of Primary And Secondary School Students. *International Journal of Indonesian Education and Teaching*. 2. 154-160. 10.24071/ijiet.2018.020207.

Smithers, D. B. (2005). Graph Theory for the Secondary School Classroom. *Electronic Theses and Dissertations*. 1015. <https://dc.etsu.edu/etd/1015>

Şeker, S.E. (2015). Çizge Kuramı (Graph Theory). *YBS Ansiklopedi*, v.2, is.2, pp. 17-29, Erişim adresi: [http://ybsansiklopedi.com/wp-content/uploads/2015/05/cizge\\_kurami.pdf](http://ybsansiklopedi.com/wp-content/uploads/2015/05/cizge_kurami.pdf)

TÜBİTAK 2020 Yılı Lise Öğrencileri Araştırma Projeleri Final Yarışması Sonuçları 25 Ocak 2021 tarihinde, [https://tubitak.gov.tr/sites/default/files/18842/51\\_lise\\_ogrencileri\\_arastirma\\_projeleri\\_final\\_yarismasi\\_sonuculari.pdf](https://tubitak.gov.tr/sites/default/files/18842/51_lise_ogrencileri_arastirma_projeleri_final_yarismasi_sonuculari.pdf) adresinden erişildi.

TÜBİTAK, Türkiye Ulusal Bilgisayar Olimpiyatları 1. Aşama Sınavı Müfredat ve Kaynaklar. 7 Kasım 2020 tarihinde, [https://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/2204/bilgisayar\\_ortaokul\\_1\\_asama\\_mufredat\\_-\\_2018.pdf](https://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/2204/bilgisayar_ortaokul_1_asama_mufredat_-_2018.pdf) adresinden erişildi.

Zwillinger, D. (2003). Standard Mathematical Tables and Formulae, *CRC Press LLC*.

# OKUL ÖNCESİ DÖNEMDE ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK TEKNOLOJİSİ KULLANIMININ İNCELENMESİ

Selin Koç\* (ORCID: 0000-0002-2591-3397)

## ÖZET

*Artırılmış Gerçeklik (AG), birçok alanda olduğu gibi eğitim alanında da yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışma; okul öncesi eğitim döneminde AG teknolojisi kullanımının incelenmesi amacını taşır. Çalışmada, amaca yönelik sistematik kaynak taraması yapılmış hedeflenmiş ve bu doğrultuda çalışmalar incelenmiştir. İncelenen çalışmalar neticesinde, okul öncesi dönemde AG kullanımının öğrencilerin akademik başarılarının yanı sıra motivasyonlarını da pozitif yönde etkilediği görülürken; uzun süreli kullanımlarda öğrencilerin AG teknolojisinden sıkıldığı, kullanılan telefon, tablet vb. araçların ağırlığından rahatsız olabildiği görülmüştür. Çalışma kapsamında AG kavramına, eğitimde ve okul öncesi dönemde AG teknolojisi kullanımına, okul öncesi eğitimde AG teknolojisi ile ilgili yapılan çalışmalara değinilmiştir.*

**Anahtar Kelimeler:** Artırılmış Gerçeklik; Eğitim; Okul Öncesi; Okul Öncesi Dönemde Artırılmış Gerçeklik.

## ABSTRACT

*Augmented Reality (AR) is widely used in education as well as in many other fields. This work aims to examine the use of AR technology in pre-school education. In the study, it was aimed to make a systematic literature review for the purpose and studies were examined in this direction. At the end of the examined studies, it is seen that the use of AR in the preschool period positively affects students' academic success as well as their motivation; during prolonged use it has been observed that students have gotten bored of AR technology and have become uncomfortable due to the weight of devices used such as phones, tablets etc. Within the scope of the study, the concept of AR, the use of AR technology in education and preschool period, and the studies on AR technology in pre-school education are mentioned.*

**Keywords:** Augmented Reality, Education, Pre-school, Augmented Reality in Pre-School

## 1.GİRİŞ

Teknoloji birçok alanda olduğu gibi eğitim alanında da yaygın olarak kullanılmaktadır. Bundan ötürü eğitim teknolojileri de giderek müfredatta kendine daha çok yer bulmaya başlamıştır. Eğitimde teknoloji kullanımıyla ilgili eğitimciler arasında tartışmalar devam etmektedir. Tartışılan konulardan biri de okul öncesi eğitimidir.

Eğitimin ilk basamağı olan okul öncesi dönem daha sonraki eğitim basamakları için büyük önem taşımaktadır. Bu dönemde çocuğun öğrenme kapasitesi ve gelişimi en üst seviyede olduğundan çocuğun içerisinde bulunduğu sosyal ve fiziksel ortam, çocuğun gelişimini her yönden olumlu etkileyecek şekilde olmalıdır (Oktay, 2007). Günümüzde çocuklar sayısal teknolojiye aşına olarak büyümektedirler (Can-Yaşar vd., 2012). Bu bilgilerden hareketle; çocukların hâlihazırda birçok teknolojiyi tanıyarak okula başladıkları için kullanılan teknolojilere kolaylıkla adapte olabilecekleri düşünülebilir.

Eğitimde geleneksel ezberci sistemden uzaklaşılacak ve öğrenciyi öğrenme sürecinde aktif hale getirmek amaçlanmaktadır (Özpolat, 2013). Bireyin eğitim hayatında edindiği bilgilerin bir kısmı kısa süreli bellekten uzun süreli belleğe aktarılır ve hafızada yer edinirken; kimi bilgiler de uzun süreli bellekte yer edinmez. Bunun en önemli faktörü, bireyin öğrenme sürecine ne kadar duyu organını dahil edip etmediğidir. Texas Üniversitesi'nde yürütülen bir çalışmada; insanların yapıp söylediği bilgileri, görüp ya da işittikleri bilgilerden daha iyi hatırladığı gözlemlenmiştir (Çilenti, 1979). Bundan hareketle; öğretime katılan duyu organı sayısı arttıkça öğrenmenin kalıcılığının da arttığı söylenebilir.

Sanal ortamların gerçek dünya ile bütünleşmesi olarak ifade edilen AG kavramı da sanal nesnelere somutlaştırdığından daha çok organın kullanılmasını sağlamaktadır. Bundan hareketle; AG teknolojisinin öğrenmeyi daha kalıcı hale getirdiği söylenebilir. 90'lı yılların sonuna doğru hemen her alanda kullanımı yaygınlaşmış, bilişim teknolojiler alanında da dikkat çeken konular arasına giren ve birçok alanda çalışmaların yapıldığı AG teknolojisi, eğitim alanında

\* Selin KOÇ e-posta:selinkoc@gmail.com Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Enformatik Bölümü

da son dönemlerde ivme kazanmakta ve eğitimde, eğitim ortamlarında, pedagojik alanda kullanılabilirliği üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmaların büyük bir çoğunluğunun ortaokul, lise ve üniversite düzeyi baz alınarak yapıldığı görülmektedir. Bu çalışmalara, eğitimde AG kullanımı başlığı altında örnekler incelenerek daha detaylı şekilde değinilecektir.

## 2. ARTIRILMIŞ GERÇEKLIK

AG, gerçek nesnelere üzerine sanal sahnelerin eklenmesi ile aynı zaman içerisinde gerçek ve sanal nesnelere etkileşimde olmasını sağlayan, kullanıcıların sanal sahne ve gerçek nesnelere aynı ortamın bir parçasıymış gibi görüntülerini sağlayan teknolojidir (Azuma, 1997). Sanal gerçeklik ve AG kavramları zaman zaman karıştırılmakta ve birbirleri yerine kullanılmaktadır. Aralarındaki en büyük temel fark ise; sanal gerçeklikte ortamın tamamen sayısal dönmeye yakınken, AG teknolojisinde sayısal içeriklerin gerçek ortam ile bütünleşmesidir. Sanal nesnelere gerçek dünya ile etkileşime sokup somutlaştırma yapmak AG teknolojisinin amaçlarındandır.

Şekil 1. de, Milgram ve Kishino'nun "sanallığın sürekliliği" adını verdikleri grafikte gerçek dünya ile sanal bir dünya söz konusudur. Bahsedilen sanal dünya, gerçek dünyanın bir kopyası olabileceği gibi tamamen hayal ürünü olarak tasarlanabilir. Grafikte soldan sağa gidildikçe gerçek dünyadan uzaklaşır sanallik artmakta iken; sağdan sola gidildikçe de sanallikten uzaklaşır gerçek dünyaya yaklaşılmaktadır.



Şekil 1. Sanallığın sürekliliği (Milgram ve Kishino, 1994).

## 3. EĞİTİMDE ARTIRILMIŞ GERÇEKLIK

AG teknolojisi eğitimde 2000'li yıllarda kullanılmaya başlanmıştır (Billinghurst, 2002). Sayısal medya ve iletişim teknolojilerinin güncel hayatlarda daha yaygın kullanılmasıyla birlikte, çocuklar geleneksel yollarla öğrenmenin donuk ve sıkıcı olduğunu düşünmektedir (Parhizkar ve ark. 2011). Bundan dolayı geleneksel eğitim materyallerinin yeterli olmadığı durumlarda AG teknolojisinin eğitimde kullanılması, eğitimi daha eğlenceli ve ilgi çekici hale getirecektir. AG uygulamaları küçük yaşta çocukların ilgisini çekmekte ve eğlenerek öğrenme ortamını sunmaktadır. Bu görüşten hareketle; AG kullanımının ilk ve ortaokul düzeyi öğrenme ortamlarında yaygınlaşacağı düşünülmektedir (Küçük, Yılmaz ve Göktaş, 2014). Bu bağlamda

eğitimde ağırlıklı olarak matematik, fizik gibi temel bilimlerin yanı sıra görsel sanatlar, uygulamalı eğitimler vb. alanlarda AG teknolojilerinden faydalanılmaya başlanmıştır. Eğitimde farklı alanlarda AG teknolojilerinin kullanılması ile ilgili çeşitli çalışmalar mevcuttur. Eğitimin farklı alanlarında AG teknolojisi kullanımıyla ilgili sistematik kaynak tarama yöntemi ile artırılmış gerçeklik ve eğitim anahtar kelimeleri kullanılarak inceleme yapılmıştır. Farklı akademik disiplinlerin ilgi alanına giren, 2012-2016 yılları arasında yayımlanmış çalışmalara odaklanılmıştır. Tarama neticesinde fizik, bilgisayar ve görsel sanatlar disiplinleri ilgi alanına giren üç çalışma belirlenmiştir. Üç çalışma incelenmiş ve aşağıda belirtilen sonuçlara ulaşılmıştır.

"Fizik Öğretiminde Artırılmış Gerçeklik Ortamlarının Öğrenci Akademik Başarısı Üzerine Etkisi: 11. Sınıf Manyetizma Konusu Örneği" adlı deneysel çalışma fizik alanında yapılan çalışmalara örnek olarak gösterilebilir (Abdüsselam & Karal, 2012). Geleneksel sınıf ortamı, AG ortamı ve laboratuvar ortamını kullanan üç ayrı grup öğrenci ile çalışan Abdüsselam ve Karal (2012), çalışmalarının sonucunda;

- 1) AG ortamında ders işleyen kontrol grubunun geleneksel ve sınıf ortamında ders işleyen öğrencilerden daha başarılı olduğu,
- 2) AG ortamlarının öğrencileri heyecanlandırdığı ve cesaretlendirdiği,
- 3) AG ortamlarında soyut kavramların somutlaştırılması sağlandığından öğrencilerin kavramları daha hızlı kavradığı,
- 4) AG ortamında ders işleyen öğrencilerin derse karşı bakış açılarının değiştiği, gibi AG ortamlarının fizik alanında kullanılmasının öğrencilerin akademik başarısını olumlu etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Serio, İbanez ve Kloos (2013) "Bir Artırılmış Gerçeklik Sisteminin Öğrencilerin Görsel Sanatlar Dersi İçin Motivasyonu Üzerindeki Etkisi" adlı çalışma ile AG'nin görsel sanatlar alanında kullanımını incelemişlerdir. Ortaokul öğrencilerinin katılımcı olduğu bu deneysel çalışma sonucunda; AG kullanımının öğrencilerin sadece akademik başarılarını değil; motivasyon, dikkat, ilgi, odaklanma gibi öğrenim ortamlarının diğer unsurlarını da olumlu yönde etkilediği görülmüştür (Serio ve ark., 2013). Sırakaya'nın, (2016) Bilgisayar Programcılığı bölümünde okuyan öğrencilerle yaptığı "Artırılmış Gerçekliğin Uygulamalı Eğitimde Kullanımı: Anakart Montajı" adlı çalışmada; montaj sırasında AG kullanan öğrencilerin, montajı %50 daha az hata ile %20 daha hızlı bitirdiği görülmüştür.

AG teknolojisinin öğrencileri birçok açıdan olumlu etkilediği ve öğrencilere önemli kazanımlar



sunduğu alan yazında belirtilmektedir. AG teknolojisinin eğitime sağladığı katkılardan bazıları şu şekildedir (Önder, 2016):

- 1) Bilgi işleme sürecinin olumlu etkilenmesini sağlar.
- 2) Soyut kavramların somutlaştırılmasını sağlar.
- 3) Öğrencinin gerçek dünya ile ilişkili bilgiler kazanmasına olanak tanır.
- 4) Öğrencinin öğrenme sürecini eğlenceli hale getirir.
- 5) Öğrencinin dikkatini çeker ve motivasyonunu artırır.
- 6) Konuları görselleştirerek daha kolay anlaşılmasını sağlar.
- 7) Kavramların daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunur.

#### 4.OKUL ÖNCESİ EĞİTİMDE ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK

Okul öncesi eğitim, çocukların doğumu ile ilkökula kadar olan sürecini kapsayan, daha sonraki yaşantıları için önem teşkil eden bir dönemdir. Bu dönemde çocukların psikomotor, sosyal, bedensel, duygusal, bilişsel ve dil gelişimi gibi gelişimlerin çoğu tamamlanır (Aral ve ark., 2002). Bu nedenle okul öncesi dönem, çocukların gelişimi için çok önemlidir. Okul öncesi dönem çocuklarının bilişsel, psikomotor, duyuşsal becerilerinin eğitimin diğer seviyeleri olan ilk, orta, lise ve üniversite öğrencilerikadar gelişmiş olmadığından okul öncesi dönemde AG kullanım alanlarının diğer seviyelere göre daha sınırlı olduğu söylenebilir. Okul öncesi dönemde sayıların, renklerin ve harflerin öğretilmesi, çocukların ilgisini çekmek için hikâyelerde kullanımı gibi eğitimin en temel kavramları için kullanılmaktadır. Okul öncesi dönemde AG teknolojisinin hangi alanlarda kullanılabileceği Okul Öncesi Eğitimde Artırılmış Gerçeklik İle İlgili Çalışmalar başlığında örneklerle daha ayrıntılı şekilde ele alınmıştır.

Okul öncesi eğitim döneminde AG kullanımı alanında yapılan çalışmalarla, okul öncesi dönem dâhil, eğitimin her basamağında teknoloji kullanılmalı mıdır/ kullanılacaksa nasıl kullanılmalıdır gibi sorulara cevap aranmıştır (Zomer ve ark., 2016). Engler (1972), teknoloji ve eğitimin birbirinden ayrılmaz kavramlar olduğunu iddia etmektedir. Can-Yaşar ve Uyanık; teknoloji kullanımının eğitimin kalitesini artırma ve çocukların gelişimlerine katkı sağlamak için zorunlu olduğu görüşünü belirtmektedir (Can-Yaşar ve ark., 2012). Bu görüşlerin yanı sıra Sayan; okul öncesi eğitim döneminde teknolojinin zaten kullanılması gerektiğini fakat kullanılırken nelere dikkat edilmesi gerektiğinin, ne kadar süre ile nerede ve ne şekilde kullanıldığının daha önemli olduğu görüşünü savunmuştur (Sayan, 2016).

Okul öncesi dönemde teknoloji kullanılarak yapılan faaliyetlerin çocukların ilgisini çekeceği düşünülmektedir. Bu düşünceden hareketle özellikle okul öncesi dönemde AG teknolojisi alanındayazanan gelişmelerin eğitim ortamları ve öğrenciler

üzerindeki olumlu ya da olumsuz etkileri de merak konusu olmuştur. Daha sonra yapılan çalışmalarda da teknoloji kullanımının okul öncesi dönem çocuklarını hem olumlu hem de olumsuz etkilediği görülmektedir (Akbulut, 2013). Teknolojik araç kullanımının çocuklarda dil ve kelime dağarcığında gelişmeler, mantık matematiksel düşünme, problem çözme becerileri, kendinin farkında olma ve sosyal anlamda gelişmeyi sağlama gibi olumlu etkileri vardır (NAEYCF, 2012). Bunun yanı sıra teknolojik araç kullanımının çocuklarda obezite, tembellik, uykuya düşkünlük, saldırganlık ve odaklanamama vb. hem zihinsel hem de psikolojik sağlık problemleri gibi olumsuz etkilerinin de olduğu görülmüştür (Nunez-Smith, Wolf, Huang, Emanuel, & Gross, 2008).

#### 5.OKUL ÖNCESİ EĞİTİMDE ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK İLE İLGİLİ ÇALIŞMALAR

Bu makalede okul öncesi eğitimde AG teknolojisi kullanımıyla ilgili sistematik kaynak tarama yöntemi ile artırılmış gerçeklik ve okul öncesi anahtar kelimeleri kullanılarak inceleme yapılmıştır. Okul öncesi eğitimde AG teknolojisi kullanımını hem akademik başarı hem motivasyon düzeyi hem de veli kabulü açısından değerlendirebilmek adına 2013-2017 yılları arasında yayımlanmış çalışmalara odaklanılmıştır. Tarama neticesinde beş çalışma belirlenmiştir. Belirlenen beş çalışma incelenmiş ve aşağıda belirtilen sonuçlar elde edilmiştir.

##### İnteraktif Mobil Artırılmış Gerçeklik Büyülü Oyun Kitabı: Susamış Karga İle Sayıları Öğrenmek

Bu örnekte; AG teknolojisi fiziksel bir kitaba entegre edilerek okul öncesi dönem öğrencilerinin sayıları öğrenmeleri için etkileşimli bir hikâye kitabı geliştirilmesi ele alınmış ve çocuklar için dinamik, eğlenceli, ilgi çekici bir okuma deneyimine dönüştürüleceği belirtilmiştir. Şekil 2. de prototipin parmak kullanılarak AG kitabı ile etkileşime geçildiği bölüm görülmektedir. Prototipi deneyimleyen ebeveynlerden ve küçük çocuklardan toplanan geri bildirimler şu şekildedir (Tomi ve Rambli, 2013):

- 5) Hedeflenen kullanıcıların çoğu, kitapta uygulanan AG teknolojisi konseptinin onlar için heyecan verici olduğunu belirtmiştir.
- 6) Küçük çocuklar yardıma ihtiyaç



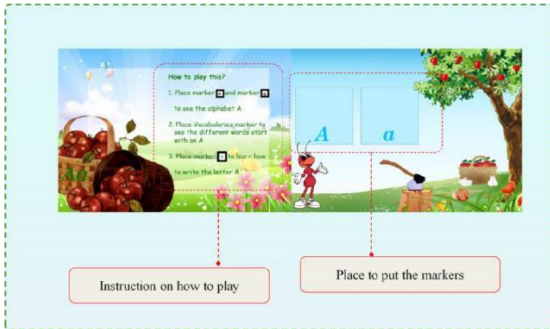
Şekil 2. Parmak Kullanarak AG Kitabı ile Etkileşim (Tomi ve Rambli, 2013)

duymadan kitabı kullanabilmiştir. Bu gözlem, kitapla yapılan bu mobil AG uygulamasının özellikle küçük çocuklar için kullanımın kolay olduğunu göstermektedir.

### Okul Öncesi Çocuklar İçin AG Alfabe Kitabıyla Eğlenceli Öğrenme

İkinci örnekte; okul öncesi çocuklara alfabeği öğretmek için AG tabanlı bir alfabe kitabının tasarımı ve değerlendirilmesi ele alınmıştır. Bu çalışmada Malezya'nın Tronoh şehrinde bulunan bir anaokulunda 5 yaşında 15 öğrenciden oluşan bir sınıf katılımcı olarak alınmıştır. Şekil 3. de AG Alfabe Kitabının fiziksel içerik kitabı görülmektedir. Çalışma sırasında yapılan gözlemler ve çalışma bitiminde çocuklarla yapılan görüşmeler sonucunda (Ramblı, Matcha ve Sulaiman, 2013):

1. 13 öğrencinin kitabı eğlenceli bulduğu,
2. 9 öğrencinin kitabı rahatça kullanabildiği,
3. Öğrencilerin tamamının tekrar oynamak istediği,
4. 13 öğrencinin de bu kitaba sahip olmak istediği,
5. AG uygulamalarının bu yaş grubu için ilgi çekici ve eğlenceli bir öğrenme aracı olduğu görülmektedir.



Şekil 3. AG Alfabe Kitabının Fiziksel İçerik Kitabı (Ramblı, Matcha ve Sulaiman, 2013)

### 5-6 Yaş Arası Okul Öncesi Çocuklar İçin Artırılmış Gerçeklik Fotoğraf Kitapları Büyü Mü Yoksa Gerçek mi?

Üçüncü örnekte, okul öncesi çocukların AG tabanlı kitap kullanımının hikâye anlama performanslarına olan etkisini ve bu değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemek amaçlanmaktadır. Çalışma Türkiye'de yapılmıştır ve çalışmada kullanılan örneklem 92 (49 erkek, 43 kız) 5 ve 6 yaşındaki çocuklardan oluşmaktadır. Çalışma sırasında yapılan gözlemler ve çalışma bitiminde çocuklarla yapılan görüşmeler sonucunda (Yılmaz, Küçük ve Gökaş, 2017):

1. Çocukların bu kitapların konuşma yeteneğine sahip olduğunu düşündüğü,
2. Kitabı çekici ve eğlenceli buldukları,
3. AG teknolojisi kullanılarak yapılan öğrenme ile mutluluk arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğu gözlenmiştir.

### Okul Öncesi Eğitimde Kullanılan Artırılmış Gerçekliğin Aileler Tarafından Kabulü Üzerine Çalışma

Dördüncü örnekte; ebeveynlerin okul öncesi eğitimde AG kullanımını kabulü konusunda yapılan bir çalışma incelenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen veriler ışığında (Cascales, López ve Contero,2013):

1. Ebeveynlerin AG teknolojisini faydalı buldukları,
2. AG kullanımının çocukların akademik başarılarını olumlu yönde etkileyeceği düşüncesi,
3. Çocukları AG ile çalışan ebeveynlerin AG sistemini kullanmayanlara göre çocuklarının başarılarından daha memnun olduğu, gözlenmiştir.

### Malezya'daki Erken Çocukluk Sınıflarında Artırılmış Gerçeklik Teknolojisine Başvurunun Araştırılması

Beşinci örnekte; erken çocukluk döneminde AG teknolojisi kullanımının çocukların motivasyon düzeylerini nasıl etkilediğine ilişkin Malezya'da yapılan bir çalışma incelenmiştir. Çalışma sırasında yapılan gözlemler ve çalışma bitiminde çocuklarla yapılan görüşmeler sonucunda (Rasalingam, Muniandy ve Rass, 2014):

1. Sınıfta AG kullanımının çocukları heyecanlandığı,
2. Derse ilgisi olmayan öğrencilerin derse katılım sağladığı,
3. Ders sırasında öğrenilen bilgiler ile ilgili sorulan sorulara çoğunluğun doğru cevap verdiği gözlemlenmiştir.

## 6.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada okul öncesi eğitim döneminde AG teknolojisi kullanımının araştırılması amaçlanmıştır. Araştırma kapsamında elde edilen bulgular okul öncesi eğitim döneminde AG teknolojisi kullanımının olumlu ve olumsuz yönlerini ortaya koymuştur.

Okul öncesi eğitim döneminde AG teknolojisi kullanımının çocukların iletişim becerilerini olumlu yönde etkilediği Cascales'in (2013) yaptığı çalışmada; AG teknolojisi tabanlı tasarlanan eğitsel oyunun uygulanma aşamasında çocukları işbirlikçi çalışma yapmaya güdülediği Compos ve Pessanha (2011) tarafından yapılan çalışmada görülmektedir. Yine AG teknolojisinin okul öncesi dönemde eğitim gören çocukların ilgi ve dikkatini çektiği, çocukları motive ettiği alan yazındaki ilgili çalışmalarda ifade edilmiştir (Serio ve ark., 2013; Rasalingam ve ark., 2014; Yılmaz ve ark., 2016). AG teknolojisini geleneksel eğitim yöntemlerinden ayıran önemli özelliklerinden biri olan soyut kavramları somutlaştırarak çocuklar için kavramları daha anlaşılabilir kıldığı çalışmalara alan yazında

ulaşmıştır (Özdamlı ve ark., 2017; Rambli ve ark., 2013).

Bu olumlu etkilerinin yanı sıra yine okul öncesi dönemde eğitim gören çocukların kullanım süresi uzağında AG teknolojisinden sıkıldığı, kullanılan telefon, tablet vb. araçların ağırlığından rahatsız olabildiği görülmüştür. AG teknolojisinin okul öncesi dönemde etkin bir şekilde kullanılabilirliğinin diğer örgün eğitim seviyelerindeki kadar geniş alanlarda olmadığı da varılan sonuçlar arasındadır. Okul Öncesi dönem öğrencilerinin sayı, harf, okuma-yazma gibi temel bilgilere henüz sahip olmamasının yanı sıra; yeterli bilişsel, duyuşsal ve psiko-motor becerilere de sahip olmamaları AG'nin etkin bir şekilde kullanılabilir olmamasının nedenleri arasında gösterilebilir.

Okul öncesi dönemde AG kullanımına sadece öğrenci değil ebeveyn yönünden bakıldığında da Cascales'in (2013) çalışması ışığında; ebeveynlerin AG teknolojisine karşı olumlu oldukları, okul öncesi dönemde AG teknolojisi kullanımının çocuklarının akademik başarıları için faydalı olabileceğini düşündükleri görülmüştür.

Okul öncesi dönem çocukların birçok gelişiminin tamamlandığı, kendini ve yaşadığı çevreyi farkına vardığı ve gelecek yaşantılarının temelini oluşturduğu dönem şeklinde tanımlanabilir. Birey için çok önemli olan bu dönemde kullanılan AG teknolojisiyle çocuklara sunulan metin, ses, görüntü, video gibi içeriklerin çocukların bilişsel, psiko-motor ve duyuşsal seviyelerine uygun olması ve bu içeriklerin onların seviyelerini olumsuz yönde etkilememesi için özenle seçilmesi gerektiği önerilebilir. Okul öncesi dönemde AG kullanımı konusunda ele alınması gereken bir diğer boyut da öğretmenlerdir. Okul öncesi öğretmenlerinin AG teknolojisi tabanlı materyal kullanımını olumlu karşıladığı, AG kullanımının eğitimi geleneksellikten uzaklaştırıp hem öğrenciler hem de kendileri için daha eğlenceli hale getirdiğine yönelik ifadelerde bulunduğu çalışmalar mevcuttur (Cascales ve ark., 2013; Delello, 2014). Bu alana daha da dikkat çekmek amacıyla değerli okul öncesi öğretmenlerine yönelik çalışmaların artırılması önerilebilir.

## KAYNAKLAR

Abdüsselam, M. S., & Karal, H. (2012). Fizik öğretiminde artırılmış gerçeklik ortamlarının öğrenci akademik başarıları üzerine etkisi: 11. Sınıf manyetizma konusu örneği. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1(4), 170-181.

Adams Becker, S., Freeman, A., Giesinger Hall, C., Cummins, M. and Yuhnke, B. (2016). *NMC/CoSN Horizon Report: 2016 K-12 Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium. Arth vd., 2015

Akbulut, Y. (2013). Çocuk ve ergenlerde bilgisayar ve internet kullanımının gelişimsel sonuçları, *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(2)

Akkoyunlu, B., & Tuğrul, B. (2002). Okul öncesi çocukların ev yaşantısındaki teknolojik etkileşimlerinin bilgisayar okuryazarlığı becerileri üzerindeki etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(23).

Aral, N., Kandır, A. ve Can-Yaşar, M. (2002). Okul Öncesi Eğitim ve Okul Öncesi Eğitim Programı. (2002 Okul Öncesi Eğitim Programına Göre Geliştirilmiş 2. Baskı). İstanbul: YAPA Yayınları.

Arısoy, Ö. (2009). İnternet bağımlılığı ve tedavisi. *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar*, 1(1), 55-67.

Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385.

Can-Yaşar, M., İnal, G., Uyanık, Ö. ve Kandır, A. (2012). Using technology in pre- school education. *US-China Education Review*, 4: 375-383.

Caudell, T. P. and Mizell, D.W. (1992). Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. Paper presented at the System Sciences, Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on System Sciences.

Cascales, A., Pérez-López, D., & Contero, M. (2013). Study on parent's acceptance of the augmented reality use for preschool education. *Procedia Computer Science*, 25, 420-427.

Campos, P., & Pessanha, S. (2011, July). Designing augmented reality tangible interfaces for kindergarten children. In *International Conference on Virtual and Mixed Reality* (pp. 12-19). Springer, Berlin, Heidelberg.

Çilenti, K. (1995), "Eğitim Teknolojisi ve Önemi", Ankara: Kadioğlu Matbaası

Çilenti, K. (1979). *Eğitim Teknolojisi*. Ankara: Kadioğlu Matbaası.

Delello, J. A. (2014). Insights from pre-service teachers using science-based augmented reality. *Journal of Computers in Education*, 1(4), 295-311. Di Serio, Á., Ibáñez, M. B., & Kloos, C. D. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers & Education*, 68, 586-596.

Engler, D. (1972). Instructional technology and the curriculum. In F.J.Pula and R.J.Goff (Eds), *technology in education.Challenge and change*. Washington OH:Charles A.Jones.

Huang, Y., Li, H., & Fong, R. (2016). Using

Augmented Reality in early art education: a case study in Hong Kong kindergarten. *Early Child Development and Care*, 186(6), 879-894.

Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A. and Kishino, F. (1994). Augmented reality a class of displays on the reality-virtuality continuum. *Telemanipulator and Telepresence Technologies*, SPIE, 2351, 282-292.

NAEYCF (National Association for the Education of Young Children and Fred Rogers Center for Early Learning and Children's Media) (2012). Technology and interactive media as tools in early childhood programs serving children from birth through age 8: A joint position statement.

Önder, R. (2016). Eğitimde Artırılmış Gerçeklik Uygulamaları: Aurasma ve Color Mix. 18. Akademik Bilişim Konferansı, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın, 3-5 Şubat.

Özdamlı, F., Bal, E., & Karagözlü, D. (2017). Pre-school teachers' views about educational materials and augmented reality in preschool education. *International Journal of Sciences and Research*, 73(8), 49-59. doi: 10.21506/j.ponte.2017.8.35.

Özpolat, V. (2013). Öğretmenlerin mesleki önceliklerinde öğrenci merkezli eğitim yaklaşımının yeri.

Rambli, D. R. A., Matcha, W., & Sulaiman, S. (2013). Fun learning with AR alphabet book for preschool children. *Procedia computer science*, 25, 211-219.

Rasalingam, R. R., Muniandy, B., & Rass, R. (2014). Exploring the application of augmented reality technology in early childhood classroom in Malaysia. *Journal of Research & Method in Education (IOSR-JRME)*, 4(5), 33-40.

Rideout, V. J., & Hamel, E. (2006). The media family: Electronic media in the lives of infants, toddlers, preschoolers, and their parents. Menlo Park, CA: Kaiser Family Foundation.

Sayan, H. (2016). Okul Öncesi Eğitimde Teknoloji Kullanımı. 21. Yüzyılda Eğitim ve Toplum Eğitim Bilimleri Ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 5(13): 67- 83

Sırakaya, M. (2016). Artırılmış Gerçekliğin Uygulamalı Eğitimde Kullanımı: Anakart Montajı. *Journal of Kirsehir Education Faculty*, 17(3).

Tomi, A. B., & Rambli, D. R. A. (2013). An interactive mobile augmented reality magical playbook: Learning number with the thirsty crow. *Procedia computer science*, 25, 123-130.

Yılmaz, R. M., Kucuk, S., & Goktas, Y. (2017).

Are augmented reality picture books magic or real for preschool children aged five to six? *British Journal of Educational Technology*, 48(3), 824-841.

Zomer, R. N. (2014). Technology use in early childhood education: A review of the Literature.

# DENEYSSEL MİMARİDE BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIMIN ETKİLERİNİN OKUMASI: VENEDİK MİMARLIK BİENALİ ÖRNEKLERİ

Kamer EROL \* (ORCID: 0000-0002-0140-2795)

## ÖZET

Mimarlık var olduğundan beri mimarlar gerek teori gerek pratik tarafında yeni olana ulaşmak adına sayısız deney yapmışlardır. (BDT) Bilgisayar Destekli Tasarım araçları ise deneysel mimari için bir deney ortamı olmuştur. 20. Yüzyılın ikinci yarısında ortaya çıkan ve hızla gelişen Deneysel Mimari ve Bilgisayar Destekli Tasarım kavramlarının tarihsel süreçte birbirlerine olan etkileri araştırılmıştır. Örnekler, 1980 yılında birincisi yapılan Venedik Mimarlık Bienallerinden seçilmiştir. Örnekler seçilmeden önce Deneysel Mimarlık ve Bilgisayar Destekli Tasarım kavramları kısaca tanıtılmıştır. Her 10 yıl için bir adet olmak üzere 4 adet örnek seçilmiştir. Bu örneklerin tasarımında ve inşasında Bilgisayar Destekli Tasarım teknolojilerinin rolleri açıklanmıştır. Örneklerin incelenmesi sonucunda, tarihsel süreçte deneysel mimari işlerinde kullanılan Bilgisayar Destekli Tasarım araçlarının sayısının arttığı görülmüştür. Ayrıca deneysel işlerde BDT teknolojilerinin sadece araç olarak değil aynı zamanda kuramsal altyapıda yer aldığı da görülmüştür. Araştırmanın sonunda deneysel mimaride bilgisayar destekli tasarım araçlarının fiziksel dünya ile dijital dünya arasındaki sınırları her geçen gün biraz daha kaldırdığı ve mimarın konumunu değiştirmeye başladığı görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Deneysel Mimarlık, Deneysellik, Bilgisayar Destekli Tasarım, Venedik Bienali

## ABSTRACT

*Ever since architecture has existed, architects have done countless experiments to arrive at what is new, both in theory and in practice. And Computer Aided Design tools have become an experimental environment for*

*architecture. The effects of these two concepts, which emerged and developed rapidly in the second half of the 20st century, on each other in the historical process were investigated. The examples were selected from the Venice Architecture Biennial, which was held for the first time in 1980. Before the examples are selected, the concepts of Experimental Architecture and Computer Aided Design are briefly introduced. 4 samples were selected, one for each 10 years. The roles of Computer Aided Design technologies in the design and construction of these examples are explained. As a result of the examination of the examples, it was observed that the number of Computer Aided Design tools used in experimental architectural works increased in the historical process. In addition, in experimental works, it has been seen that CAD technologies are not only a tool but also a theoretical background. At the end of the research, it was seen that computer-aided design tools in experimental architecture removed the boundaries between the physical world and the digital world day by day and began to change the position of the architect.*

**Keywords:** Experimental Architecture, Experimentation, Computer Aided Design, Venice Biennale

## 1. GİRİŞ

Geçmişten günümüze toplumda ve teknolojiye yaşanan değişimler mimarları yakından ilgilendirmiştir. Değişen düşünce altyapıları mimarları sorgulamaya, sınırları zorlamaya ve yeniyi aramaya itmiştir. Yeniyi arama, eleştirel düşünce ve sorunlara çözüm üretme isteği birçok mimari tarihsel süreçte hem teori hem de uygulama üzerinde daha çok deneme yapmaya itmiştir.

20. Yüzyılın ikinci yarısında özellikle Archigram, Superstudio gibi radikal mimari gruplar tarafından yapılan deneysel çalışmalar artmıştır. 1970 yılında ise Archigram'ın kurucularından olan Peter Cook

yazdığı “Experimental Architecture” kitabında ilk kez “Deneysel Mimari” kavramına yer vermiştir (Dönmez ve Kalaycı, 2018).

Kişisel bilgisayarların yaygınlaşması ve bilgisayar yazılımlarının artışları da yine bu tarihlere denk gelmektedir. 1970 ve sonrası yeni programlama dilleri ve paradigmalarının ortaya çıkması sonucu birçok firma yeni yazılımlar piyasaya sürmüştür (İnceoğlu ve İnan, 2020).

80’ler sonrası ise Bilgisayar Destekli Tasarım araçlarının gelişimi hızlanmış ve mimari tasarım ihtiyaçlarını karşılamaya yetebilecek Autocad, 3D Studio, Form Z, Photoshop gibi yazılımlar ortaya çıkmıştır (Topçu, 2012).Günümüzde ise artık BDT araçları mimari tasarım pratiğinin en temel araçlarından biri olmuş vaziyettedir ve bu araçlar her geçen gün hızla gelişmektedir.

BDT Araçlarının gelişimi ve Deneysel mimari çalışmaların artması Deneysel Mimari ürünü ortaya koyacak kişiler için BDT’yi bir araç olarak kullanma imkânı ortaya koymuştur. BDT teknolojilerinin verimli bir şekilde kullanılabilmesi için gelişmiş dijital donanımlar gerekmektedir ve bu donanımlar kimi zaman yüksek maliyetli olabilmektedir. Venedik Mimari Bienali, mimarlık alanındaki ilk bienal olması ve yüksek bütçeli eserlerin sergilenmesine imkân sağlaması sebebiyle incelenmeye uygun görülmüştür.

Venedik Mimari Bienali 1980 yılından bugüne dönemin ileri gelen mimarları ve sanatçıların küratörlüğünde bir tema etrafında çeşitli mimari işlerin sergilendiği dünyanın ilk mimarlık bienalidir. Uluslararası bir etkinlik olmasının yanı sıra bünyesinde çeşitli ülkelerin de pavyonlarını barındırır. Bu bienallerin sonunda ise katılımcılara yapılan katkılara göre çeşitli ödüller verilir. (La Biennale di Venezia, 2021).

### 1.1. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmada, hemen hemen aynı yıllarda gelişen ve günümüzde gelişmeye devam eden Bilgisayar Destekli Tasarım ve Deneysel Mimari kavramlarının tarihsel süreçte birbirlerini nasıl beslediklerini incelenmiştir.

Mimaride Deney ve Deneysellik nosyonunun uygulanmasında BDT araçlarının nasıl kullanıldığını anlamak ve bu konuda çalışacak farklı disiplinlerden insanlar için bir başlangıç noktası oluşturmak amaçlanmıştır.

Geçmişten günümüze mimarlık alanında denemeler yapan çeşitli mimar ve sanatçıların BDT araçlarını nasıl ve ne amaçla kullandığını incelemenin, gelecekte bu amaçla çalışacak olan insanlar için bir ilham kaynağı olacağı düşünülmüştür.

### 1.2. Araştırmanın Yöntemi

Araştırmada ilk etapta Deneysel Mimarlık ve Bilgisayar Destekli Tasarım kavramları kısaca açıklanmıştır. Örneklerin seçilebilmesi için gerekli kriterler bu tanımların öncülüğünde belirlenmiştir. Ardından yapılan literatür taraması sonucunda belirlenen kriterlerle incelenecek örnekler seçilmiştir.

“biennalewiki.org” sitesinde derlenmiş olan bienal arşivinden 16 adet bienal ve bu bienallerde sergilenmiş olan 1776 adet eserin içerisinde BDT etkilerinin gözlemlendiği 50’den fazla eser değerlendirilmiş, bienalin başladığı 1980 yılından 2020 yılına kadar her on yıl için bir eser olacak şekilde 4 eser incelenmiştir.

Bu örnekler seçilirken eserlerin kuramsal altyapısı ve BDT teknolojileri ile ilişkileri dikkate alınmıştır. Ayrıca bu örnekler seçilirken tasarım aşamasıyla ilgili verilerin ulaşılabilir olması da etkili olmuştur.

Her bir örnek için deneyselliğin BDT teknolojileriyle ilişkisi araştırılmış, kuram ve uygulama tarafında BDT’nin etkileri incelenmiştir.

Ardından bu örnekler birbirleri ile karşılaştırılmış ve tarihsel süreçte bu araçların deneysel mimari üzerindeki etkileri görülmeye çalışılmıştır.

## 2. DENEYSEL MİMARLIK

Örnekleri incelemeye evvel deneysel mimari ve mimaride deneysellik kavramlarını iyi anlamak gerekir. Lebbeus Woods deneyi şu sözleriyle tanımlamıştır: “Deney, bir fikir ya da hipotezin gerçekte işleyip işlemediğinin test edilmesidir. Deney, hipotezin yaratımı değildir, bu kuramın alanındadır. Deney, sonuçların gerçekliğe uygulanması da değildir, bu da pratiğin alanındadır. Deney kuram ile pratik arasında bir ara-alandır (Curti, 2011).”

Zeynep Dünder (2012) ise deneysel mimarlığı “Geleneksel yöntemlere karşı çıkararak yenilikçi metod ve araçların kullanıldığı, araştırma yönü; tasarım ve uygulama süreçleri kadar ağırlıklı olan kuramsal projeleri geliştirmeyi amaçlayan mimari disiplin dalıdır. Başlıca amacı orijinal ve özgün yolları keşfetmek ve yenilikçi tasarım araç ve yöntemlerini geliştirmek sonuç olarak da potansiyel durumları açığa çıkarmaktır. Dolayısıyla süreç ve sonuç kısmı hem mimar hem de kullanıcı için sürprizleri ve deneyimleri içinde barındırır.” şeklinde açıklamaktadır.

Deneysel mimarlık defalarca yapılmış, kesin sonuçlar veren, sağlam temellere oturmuş, düzenli

ve tanımlanabilir mimariyi reddederek her olasılığa açık olan, sınırların ve kuralların olmadığı eleştirel bir tavrı önerir (Dönmez ve Kalaycı, 2018). Bu nedenle kesin bir tanımlama yapmak her ne kadar zor olsa da yukarıda yer alan iki tanımdan yola çıkarak basitçe açıklamak gerekirse; deneysel mimarlık bir mimari hipotezin pratiğe dönüştürülürken geçtiği süreçtir. Bu süreçte o hipotezin gerçek dünyada çalışıp çalışılmadığı sınıranır. Bu sürecin alışlagelmişin dışında, yenilikçi, eleştirel ve özgün olması gerekir.

### 3. BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM

Deneysel mimarlığın içerisinde BDT teknolojilerini incelemeyen önce bu teknolojilerin neler olduğu ve tarihsel süreçte geçtiği aşamaları gözden geçirmek gerekli görülmüştür. BDT ve mimarlık kesişiminde, mimarlık bu tasarım araçlarından etkilenmiş ancak mimarlık pratiği de BDT teknolojileri tarafında çeşitli etkilere neden olmuştur.

Tasarım TDK'ye göre "Bir sanat eserinin, yapının veya teknik ürünün ilk taslağı" ya da "Daha önce algılanmış olan bir nesne veya olayın bilinçte sonradan ortaya çıkan kopyası" olarak tanımlanmaktadır. Mimari tasarım ise "Bina kavramına giren somut nesnelerin çözümlendiği bileşenlerden her birinin gelecekteki durumlarının ve bu durumlara ulaşılması için gereken eylemlerin kararlaştırılmasıdır (Öke vd. 1978)." Bu tanımlardan yola çıkarak bilgisayar destekli tasarım için de "Bilgisayar teknolojilerinden yardım alınarak bir tasarım nesnesi ortaya çıkarmak" diyebiliriz.

Geleneksel tasarım ortamı, tasarım düşüncesinin çeşitli temsiller aracılığıyla gerçekleştirildiği ortamdır (Akipek ve İnceoğlu, 2007). Bilgisayarlar mimarlık pratiğinde kullanılmaya başlandığı ilk yıllarda yalnızca bu temsillerin oluşturulmasına yardımcı olmaktadır. Kişisel bilgisayarların yaygınlaşması, bilgisayar teknolojilerinin gelişmesi ve yeni yazılımların ortaya çıkması sonucu bilgisayarlar, tasarımların görselleştirildiği araçlar olmaktan tasarımların yapıldığı ortamlar olmaya evrilmişlerdir. Günümüzde ise hesaplamalı tasarım gibi sayısal ve veri tabanlı tasarım ortamları oluşmakta, mimari tasarım evrimini bu yönde devam ettirmiştir. (Akipek ve İnceoğlu, 2007; İnceoğlu ve İnan, 2020).

Her ne kadar ilk çıktığı yıllarda gerek maliyet gerekse üretim zorlukları sebebiyle, mimarlık pratiğine (görece) geç entegre olmuş olsa da çağımızda BDT araçları mimarlık pratiğinin temel araçlarından biri olmuştur.

Yalnızca mimari tasarım için geliştirilmiş olan yazılımlar ortaya çıkmış hatta yakın tarihlerde oyun motorları gibi mimari disiplinin dışındaki teknolojiler, inşaat alanında çeşitli yazılımlarla entegre olan ürünler ortaya koymaya başlamışlardır.

#### 3.1. Bilgisayar Destekli Tasarım Araçları

##### 2 Boyutlu (2B) Çizim Araçları

2B çizim araçları günümüz BDT araçlarının temelidir. Elle çizim yapılmasının pratik olmaması ve 1:1 ölçekte büyük çizimler yapabilmeyenin zorluğu gibi dezavantajlar 1960'lı yıllarda BDT sistemlerinin gelişimi konusunda büyük motivasyon oldu. Bir diğer motivasyon ise o dönemde geliştirilmiş olan CNC (Computer Numerical Control) sistemlerinin yine kâğıt planlara bağımlı çalışması ve bunun hata payını artırmasıydı. Çizimler halihazırda matematiksel olarak dijital ortamda bulunabilirdi (Ball, 2013).

1960-1963 yılları arasında Ivan Sutherland tarafından ilk bilgisayar destekli tasarım aracı olan "SKETCHPAD" geliştirildi. Bu sistem bir elektronik kalem (light pen) yardımıyla bilgisayar ekranına çizim yapmaya yarayan vektör tabanlı bir çizim ortamıydı (Akipek ve İnceoğlu, 2007).

1970'li yıllarda iki boyutlu BDT araçları ticari amaçlar için kullanılmaya başlandı. Zaman içinde çeşitli iki boyutlu ve ilkel üç boyutlu BDT yazılımları gelişti. 1982 yılında Autodesk yaklaşık 1000\$'lık bir yazılım olan ve PC'de çalışan bir yazılım olan AutoCAD'i piyasaya sürdü (Tornincasa ve Di Monaco 2010).

1984'te Apple, Macintosh 128'i çıkardı ve bir yıl sonrasında MiniCAD Mac bilgisayarlarda en çok kullanılan BDT yazılımı olarak yerini aldı (Tornincasa ve Di Monaco 2010). Apple'm renkli bilgisayarları piyasaya sürmesi Page Maker (1985), Illustrator (1987) ve Photoshop (1990) gibi bugün grafik tasarım alanında kullanılan birçok vektörel ve piksel tabanlı çalışan BDT yazılımının ortaya çıkmasına ortam hazırlamış oldu (Franco, 2019).

2 Boyutlu grafik çizim araçları Vektör veya Piksel tabanlı olarak ikiye ayrılmaktadır. Piksel tabanlı programlarda ekrandaki pikseller kullanılarak çizim yapılmaktadır. Yani oluşan görüntü birçok renkli noktanın bir araya gelmesiyle var olur. Vektör tabanlı çizimde ise çizilen şekiller yazılımda cebirsel olarak tanımlanır.

##### 3 Boyutlu Modelleme Araçları

3 Boyutlu (3B) modelleme, fiziksel nesnelerin geometrileri ve diğer özelliklerini bilgisayar ortamında dinamik bir şekilde görselleştirmeye yarar (Smith, 2008). 3B modelleme araçları

mimarlık, mühendislik, arkeoloji vb. birçok disiplinde kullanılmaktadır.

3B modelleme araçları öncesi kullanılan 2B çizim araçları yalnızca kâğıt üzerindeki çizimlerin dijital olmuş halleriydi. Bu ilkel modelleme araçları bile kullanıcılara tekrar eden şekilleri hızlıca çoğaltma ve hatalarını hızlıca düzeltme gibi avantajlar sağlıyordu. Ancak kullanıcılar yaptıkları modellerin CNC teknolojileriyle bütünleşmiş bir biçimde çalışmasına ihtiyaç duyuyorlardı. CNC makineleri 3B verilerle çalışmaktaydı (Ball, 2013).

3B modelleme araçlarının ilk örnekleri şekillerin köşeleri ve kenarlarının vektörel bir sistem üzerinde gösterildiği “tel çerçeve” tekniğini kullanmaktaydı. Programlama ve kullanım açısından oldukça basit olan bu teknik karmaşık yüzeyleri modellemekte oldukça yetersiz kalmaktaydı (Ball, 2013).

Sonraki yıllarda tel çerçeve yönteminde kullanılan çizgilerin daha sıkı taranmasıyla “yüzey modelleme” sistemleri geliştirildi (Karadağ, 2002). Yüzey modelleme sistemi için birçok matematiksel yöntem denenmiş ve en sonunda tek bir yöntemle sahip olmayan “B-Splines” ya da “NURBS” tabanlı 3B modelleme yazılımları ortaya çıktı (Ball, 2013). Bu yazılımlar yüzeyi bir dizi parametrik yüzey parçaları aracılığıyla tanımlıyordu. Bu sistemin geliştirilmiş hali günümüz parametrik tasarım ortamını oluşturmaktadır. En popüler parametrik tasarım yazılımlarından biri olan Rhinoceros 3D NURBS sistemini kullanmaktadır.

Bu sistemleri takiben çeşitli katı cisim modelleme yöntemleri araştırıldı. Bu yöntemlerin en popülerleri Yapıcı Katı Geometri (CSG) ve Sınır Temsilcisi (B-Rep) olmuştur (Ball, 2013). Katı cisim modelleme sistemleri kullanıcılara oldukça gerçekçi modeller oluşturma ve foto-gerçekçi görüntüler yaratma imkânı tanımıştır.

### **Çoklu Ortam (Multi Medya)**

Günlük yaşantımızda örneklerine sıkça rast geldiğimiz multi medya, deneysel mimari işlerinde de tercih edilmiş bir temsil aracı olmuştur. Araç olarak kullanımın yanı sıra toplum üzerindeki etkileri nedeniyle zaman zaman bir eleştiri öznesi de olmuştur.

Karadağ (2002), çoklu ortamı “Bilgisayar sistemlerinde bilginin sözel, grafiksel, işitsel ve görsel ortamlar depolanmasını ve kullanılmasını sağlayan teknolojik bir sunum ortamı” olarak tanımlar.

Bu sunum ortamında video, grafik, ses ve çeşitli dillerle kodlanmış bilgisayar programları

bulunabilir. Çoklu ortam; çeşitli bilgi kümeleri, bu kümelerin birleşiminden oluşan bilgi ağları, bu ağ ortamında dolaşım, bu dolaşımı kolaylaştıran çeşitli arayüz öğeleri ve bu bilgilerin temsilinden oluşur (Karadağ, 2020).

### **Parametrik Tasarım**

Roland Hudson (2010) parametrik tasarımı şöyle tanımlar: “Parametrik tasarım... Bir tasarım problemi için bir bilgisayar modeli ya da açıklaması geliştirme sürecidir. Bu model değişkenler tarafından kontrol edilen nesnelerin ilişkisinden oluşur. Değişken değerlerinde değişiklik yapmak alternatif modellerin oluşmasıyla sonuçlanır.”

Parametrik tasarım süreci, tasarımda kullanılacak verilerin seçilmesi ve bu verilerin parametrik olarak düzenlenmesi temeline dayanır. Verilerin birbiriyle nasıl iletişim kuracakları sayısal ve geometrik olarak önceden tanımlanmalıdır (Akipek ve İnceoğlu, 2007). Bir parametrik model çeşitli programlama dilleri kullanılarak yazılabileceği gibi bazı BDT yazılımları kullanılarak da oluşturulabilir (Hudson 2010). Günümüzde BDT yazılımlarının büyük çoğunluğu için çeşitli programlama dilleriyle parametrik modeller oluşturmak mümkündür. Rhinoceros ve Revit gibi bazı BDT yazılımları parametrik tasarım yapmayı kolaylaştırmak için çeşitli grafik kullanıcı ara yüzü eklentilerine sahiptirler. Örneğin Revit için Dynamo, Rhinoceros3D için ise Grasshoper bunlardan bazılarıdır.

Parametrik tasarım günümüz mimarlık pratiğinde yaygın bir şekilde yer almakta ve günümüz mimari tasarımının birçok aşamasında kullanılmaktadır. Bu aşamalardan bazıları konsept geliştirme, mekânın biçimlendirilmesi, uygulama detaylarının çözümlenmesidir.

### **3 Boyutlu Yazıcılar**

3 boyutlu baskı veya “eklemeli imalat” (additive manufacturing) tüm bilgileri bir 3B katı cisim modelinden alarak bir 3B şekil üretme işlemidir. Eklemeli imalatla bir cisim tamamen oluşuncaya dek kullanılan malzeme katmanlar şeklinde üst üste eklenir (Beyhan ve Arslan Selçuk, 2018).

İlk eklemeli imalat makinesi 1984 yılında Charles W. Hull tarafından geliştirilmiş ve patenti yine kendisi tarafından alınmıştır (U.S. US6027324A, 1984). Sonraki yıllarda geliştirilmeye devam edilen bu teknoloji havacılık, sağlık ve inşaat gibi birçok alanda kullanılmaktadır. 3B yazıcılar 3B modelleme ortamlarında geliştirilmiş (3B verisine sahip olan) her şeyin 3B baskısını oluşturmak için kullanılabilir (Sayegh ve Romdhane, 2020).

3B yazıcıların inşaat sektöründe kullanım



denemeleri 1990'lı yıllarda başlamıştır. Yapı sektöründe ilk kullanılmaya başlandığı yıllarda çeşitli tarihi yapıların rekonstrüksiyonunda bezemelerin modellenmesinde ve bozulmuş beton yolların tamir edilmesinde kullanılmıştır. Günümüzde ise NASA gibi kuruluşlar dünya dışı gezegenlerde bir yapı stoku oluşmak için 3B yazıcıların potansiyellerini yakından takip etmektedirler (Sayegh ve Romdhane, 2020).

Ayrıca 3B yazıcılar kullanıcılar için zamandan, paradan ve enerjiden tasarruf etme imkânı sağlamaktadır. Çeşitli mimari ofisler tarafından yapıların prototiplerinin hızlıca ve ucuza oluşturuluyor olması 3B yazıcıları cazip kılmaktadır.

Bunun yanında inşaat için çelik ve alüminyum %100 geri dönüştürülüp yeniden kullanılabilir bir malzemedir. Çeliğin yeniden kullanımında %95 alüminyumun yeniden kullanımın iste %75 enerji tasarrufu sağlandığını gösteren çalışmalar mevcuttur. Bu sebeple 3B yazıcılar eritilmiş her çeşit metalin işlenmesinde kullanılabilme imkanlarıyla inşaatta sürdürülebilirliği önemli ölçüde artırma potansiyeline sahiptir (Beyhan ve Arslan Selçuk, 2018).

#### 4. ÖRNEKLER

Mimarlık alanında en köklü ve en prestijli bienallerden biri olan Venedik Mimarlık Bienali alanında öncü birçok sanatçının sergilediği işler içermektedir. Ayrıca Venedik Mimarlık Bienallerinde yüksek bütçeli ve geniş çaplı çalışmaların sergilendiği görülmektedir. BDT araç ve yazılımları her ne kadar günümüzde ulaşılması kolay ve nispeten ucuz olsa da örneklerin seçildiği zaman aralığının belli bir bölümünde bu teknolojilerin pahalı ve ulaşılması zor olduğu göz önüne alınmıştır.

1980 yılındaki 1. Venedik Mimarlık Bienali'nden itibaren 2020 yılına kadar gerçekleşmiş olan bienallerde sergilenmiş eserler incelenmiştir. Sergilenmiş olan eserlerden her 10 yıl için bir adet seçilmiş ve incelenmiştir. Bu eserlerin seçilmesinde BDT ile olan ilişkileri ve incelemek için uygun verilerin ulaşılabilir olması etkili olmuştur.

***“Three Lessons in Architecture: The Machines” (Mimaride Üç Ders: Makineler) Daniel Libeskind & Cranbrook Graduate Students (1985)***

Uluslararası 3.Venedik Mimarlık Bienali 1985 yılında Aldo Rossi direktörlüğünde gerçekleşmiştir. Bu bienalde Daniel Libeskind ve Cranbrook MasterÖğrencileri tarafından yapılan bu

eser Taş Aslan ödülü almıştır. Eser her ne kadar hiçbir makine kullanılmadan üretilmiş olsa da mimarlık – makine ilişkisi açısından, o dönem için, yenilikçi bir bakış açısı sunmaktadır.

Libeskind mimarının bilinen ilk yazılı eserlerini veren Vitruvius ve Alberti' nin “mimarlar makine üretmelidir” düşüncesini ele almış ve bir şehir tasarlamak için “Okuma Makinesi” (Reading Machine), “Hafıza Makinesi” (Memory Machine) ve “Yazma Makinesi” (Writing Machine) adında üç makine inşa etmiştir. Bu makinelerin her bir parçası el ile tasarlanmış ve metaforik amaçla üretilmiştir (Libeskind, 2015).

Okuma makinesi tamamıyla ahşap malzemeden el yapımı olarak üretilmiştir. İki ahşap dairenin arasına yerleştirilmiş, masa işlevi gören 8 adet dikdörtgen parça ve bu dikdörtgen parçayı çevirmeye yarayan bir dizi çark ile bir okuma değirmeninden oluşmaktadır. Bu değirmenin hemen önünde bir sandalye vardır. Ayrıca Değirmenin bölmelerinin üstünde el yazması olan ve bir kitabın sekiz farklı cildi olan 8 adet kitap bulunmaktadır. Bu kitaplarda “fikir” (idea), “ruh” (soul), “özne” (subject), “otorite” (authority), “irade gücü” (will of power), “enerji” (energy), “varlık” (being) ve “yaratılan varlık” (created being) kelimelerinin anagramatik bir şekilde açıklamaları bulunmaktadır (Waş, 2015).

Hafıza makinesi ise yazı ve sembollerle kaplı plakaları sergilemek için oluşturulmuş birçok dişli ve tekerlekten oluşur. Bu haliyle hafıza makinesi bir tiyatronun sahne arkasındaki mekanizmaları andırmaktadır. Görsel sembol ve işaretler vasıtasıyla Libeskind, hafıza makinesinde gerçek dünyayı oluşturan güçleri temsil etmektedir. Libeskind, bu güçlerin artık ilahi olarak algılanmadığını ancak hala bilinmeyen şeylerden alıntılar olarak algılanması ve böylece bilineni canlandırması gerektiğini anlatmıştır (Waş, 2015). Hafıza makinesinde hafıza tasarımın sahne arkası olarak görülmüş ve tasarımın mimarın hafızasının bir çıktısı olarak ele alınmıştır.

Yazma makinesi ise hareket edebilen iki bin altı yüz parçadan oluşan ve dört tarafı Palmanova şehrinin yeniden modellenmiş halinin parçaları, geometrik okült semboller, parlak metal parçalar ve “mutlak mimarının haccını” simgelemek adına kırk dokuz adet azizin isimlerinin aynalanmış haliyle süslenmiş kırk dokuz adet küpten oluşur. Bu küpler yirmi sekiz adet manivela aracılığıyla oldukça hızlı bir şekilde döndürülebilmektedir. Libeskind, bu makinede tüm tasarım sürecinin sanayileştiği ve bilgisayar ortamında gerçekleştiği bir olasılığı göstermeyi amaçlamıştır (Waş, 2015).

Daha önce yapmış olduğumuz B.D.T tanımından yola çıkarak bu eserle ilgili şu değerlendirmeyi yapmamız mümkündür: Libeskind ‘in

makinelere bir bilgisayar benzetmesi yapabiliriz. Okuma, hatırlama ve yazma işlevlerini gerçekleştiren birer donanım ve bu donanımların “işlemcisi” görevini gören insan/mimar. Bu değerlendirmenin sonunda ise bilgisayar veya makinelerin deneysel mimaride yalnızca nesne değil aynı zamanda (hipotezi uygulamaya dökerken) bir özne olarak değerlendirildiğini görebiliriz.

### “Embryological House” Greg Lynn (2000)

2000 yılında Greg Lynn tarafından tasarlanan Embryological House, Massimiliano Fuskas’ın küratörlüğünde “Less Aesthetics, More Ethics” (daha az estetik, daha çok etik) temalı 7. Venedik Mimarlık Bienali’nde sergilenmiştir.

167 ila 300 metrekare arasında değişen taban alanına sahip, iki katlı bir dizi konut yapısından oluşur. Bu yapıların tamamı parametrik ve açık uçlu şekilde tasarlanmıştır (Rahim, 2000).

Proje 2084 adet panelden oluşmaktadır. Bu panelleri dokuz adet çelik çerçeve ve 72 adet alüminyum dikme desteklemektedir. Otomobil, denizcilik, havacılık gibi endüstrilerden alınan teknolojilerle her bir bileşendeki değişikliğin tüm sisteme etki edebileceği bir tasarım gerçekleştirilmiştir (Rahim, 2000).

Embryologic House katı bir geometrik sistemde sonsuz varyasyon oluşturma özgürlüğünü sağlayan bir sistem kullanır. Bu sistem tüm evler için ortak bir payda oluşturur ancak hiçbir bina birbirinin aynısı değildir. Tasarım tekniğindeki deneyselliğin yanında Embryologic House projesindeki varyasyonların çoğu yaşam tarzı, iklim, inşaat yöntemleri, malzemeler, mekânsal etkiler, işlevsel ihtiyaçlar ve estetik eklentilerin beklenmedik durumlarına uygunluk sağlamak için oluşturulmuştur. Benzersiz bir dizi evsel, mekânsal, işlevsel ve estetik kısıtlamaları sergileyen altı adet prototip ev geliştirilmiştir (Rahim, 2000).

Oluşturulmuş olan eşsiz varyasyonlar sabit bir element koleksiyonu içinden potansiyel şekil, hizalama, yakınlık ve boyuttan oluşan bir grupta desteklenmiştir. Böylece bu tasarım modernizmin mekanik tekniğine karşı daha hayati, üretken ve biyolojik bir “embriyolojik” tasarım önermiştir (Rahim, 2000).

Greg Lynn ’in bu tasarımı başka disiplinlerden gelen teknolojilerin bir birleşiminden, mimari tasarıma yeni bir teknik önermiştir. Birçok farklı genin bir araya gelmesiyle ve benzersiz birçok potansiyelin içerisinden oluşmasıyla “embriyo” metaforunu mimari tasarımda ortaya koymuştur. Biyolojik, benzersiz, sınırsız ihtimali içinde bulunduran bu tasarım dili aynı zamanda katı ve

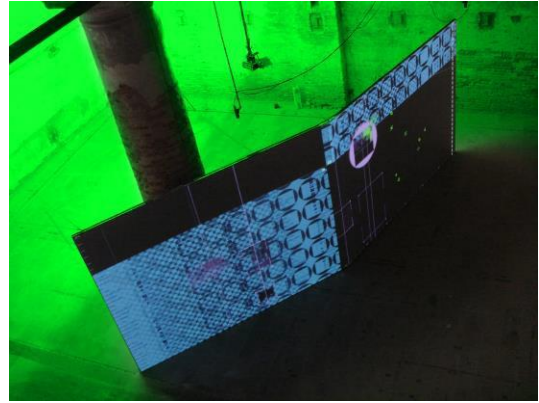
mekanik modernizme bir eleştiri niteliği de taşımaktadır.

### “AirXY: From Immaterial to Rematerial” M-A-D (2008)

AirXY, 2008 yılında Aaron Betsky küratörlüğünde gerçekleşen “Out There: Architecture Beyond Building” (Orada: Binanın Ötesindeki Mimari) temalı 11. Venedik Mimarlık Bienali’nde sergilenmiştir. M-A-D (Erik Adigard & Chris Salter) tarafından tasarlanan bir multimedya enstalasyonudur.

Bir adet özel olarak tasarlanmış ekran, bilgisayarlar, özel yapılmış bir dizi yazılım, 4 adet hoparlör, duman makinesi, 3 adet yüksek lümenli DLP projektörden oluşmaktadır. (Christopher Salter – AirXY, 2012)

Sergi alanının ortasında bağımsız bir ekran duvar üzerinde bir bilgisayarın masaüstü, bir yazılımın arayüzü ve bir makineyi aynı anda sergilemektedir. Bu kompozisyon aslında XY düzlemi üzerinde 24x60 birime bölünmüş halde değişken (gerçek zamanlı) bir zaman grafiğini oluşturmaktadır. Bununla birlikte ekranda küçük yeşil soyut simgeler, çağdaş kentsel işaretler ve çeşitli devre şeması grafikleri bulunmaktadır (Installation Descriptions, 2008).



Şekil 1: Ekran duvar ve çeşitli çoklu ortam araçları,

©2008 M-A-D, ADIGARD+SALTER

İzleyiciler ekrana yaklaştıkça tepe kameraları tarafından algılanmakta ve izlenmektedir. Bu sayede izleyiciler gerçek zamanlı olarak ekrana yansıtılan hareketli formlara dönüşmeleri sağlanmaktadır. Ziyaretçiler ekranın önünde hareket etmeye devam ettikçe ekranda oluşmuş olantemsilleri, bir simgeyle karşılaşır o simgenin boyutunun değişmesine veya ziyaretçinin temsili ile birleşmesine neden olmaktadır. Ziyaretçi ekranın önünde vakit geçirmeye devam ettikçe gerçek zamanlı olarak daha çok dijital ortama

aktarılmakta ve en sonunda o ekrandaki soyut izlerden biri haline gelmektedirler (Installation Descriptions, 2008).



Şekil 2: Ekran duvar ve insanlar  
©2008 M-A-D, ADIGARD+SALTER

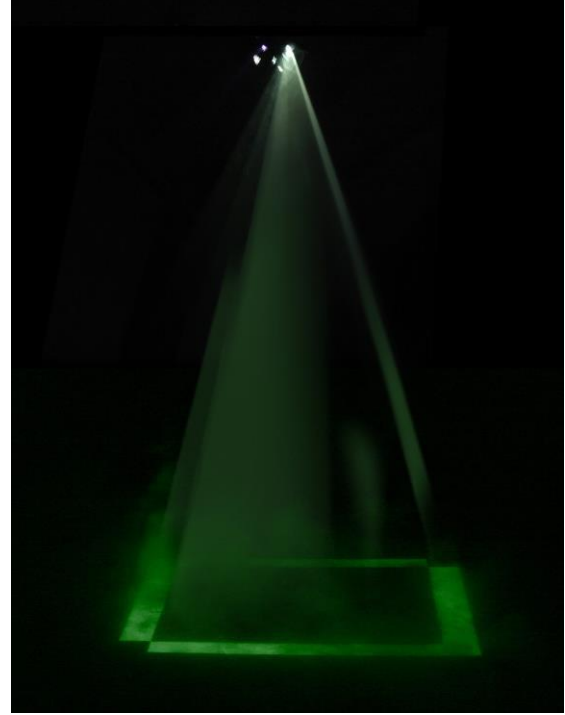
İzleyiciler ekranın arkasına geçtiklerinde ise sisli ve karanlık bir alanla karşılaşmaktadırlar. Bu alanda ekranın ön yüzündeki simgeler yere yansıtılmaktadır. Yere yansıyan bu simgeler sis ile birleşerek 3 boyutlu bir hacim algısı oluşturmaktadır. Dakikada bir güçlü, yeşil bir flaş ışığı patlamakta ve ortamı aydınlatmaktadır. Böylece fiziksel mekânın anlık görüntüsünün bir sonraki flaş patlayıncaya dek izleyicinin hafızasında yer etmesi sağlanmaktadır (Installation Descriptions, 2008).

AirXY projesinde birçok multimedya aracı ve yazılım ziyaretçilere yeni bir mekân deneyimi yaşatmak amacıyla kullanılmıştır. Ayrıca kişilerin içerisinde buldukları fiziksel çevreden alınıp dijital bir dünyada tekrardan var edilmiş ve o dünyadaki nesnelere etkileşime girmişlerdir. Ekranın arkasında ise dijital dünyadaki nesnelere sis ve ışık sayesinde fiziksel dünyada üç boyutlu birer temsilleri oluşturulmuştur.

**“Cloud Pergola / The Architecture of Hospitality” (Bulut Pergola / Misafirperverliğin Mimarisi) Alisa Andrašek, Vlatka Horvat, Maja Kuzmanović (2018)**

2018 yılında Shelley McNamara ve Yvonne Farrel küratörlüğünde gerçekleştirilen “Freespace” temalı 16. Uluslararası Venedik Mimarlık Bienali’nde Hırvatistan Pavyonunu temsil eden eserdir. 3 farklı sanatçının ortak çalışmasıyla ortaya çıkmıştır. Alisa Andrašek tarafından yapılan “Cloud Drawing” (Bulut Çizimi), Vlatka Horvat ‘ın eseri “To Still the Eye” (Gözleri Sakinleştirmek İçin) ve Maja Kuzmanović ‘in “Ephemeral Garden” (Geçici Bahçe) eserinden oluşmuştur.

Cloud Drawing bilgisayar ortamında modelleme, robotik üretim, big data teknolojileri yardımıyla insan müdahalesi ve doğa güçleri ilişkisini üç boyutlu bir mikro-yapı üzerinden değerlendirmiştir (Overstreet, 2018).



Şekil 3: Sis ile yansıtılan şekil,  
©2008 M-A-D, ADIGARD+SALTER

Andrašek, bulut oluşumunun ve diziliminin karmaşık yapısını algoritmik bir biçimde çözümlenmiştir. Ardından sahaya özgü hava durumu verilerini toplayıp kullanarak sıra dışı bir tektonik, karmaşık bir form, ışık filtresi ve gölgelik alan sentezine dönüştürmüştür (Overstreet, 2018).

3,3 metrelik yüksekliği ulaşan ve 57,6 metre karelik alan kaplamaktadır ve 300 kilogram ağırlığında doğada çözünebilir plastikten üretilmiştir. Cloud Drawing enstalasyonu tamamen robotlar tarafından 3B baskı şeklinde üretilmiş, bu şekilde üretilen en büyük ve en karmaşık yapılardan biri olmuştur. Vektörel bir alan boyunca yayılmış voksel tabanlı strüktür, bir “çok aracı sistem” (multi-agent system) algoritması ile tasarlandı (Overstreet, 2018).

To Still the Eye, kâğıt üzerine akrilik boyaya batırılmış çıplak ayakla yapılmıştır. Bedenin kâğıt üzerindeki yolculuğunu temsil eden eserde ufuk kavramını fiziksel bir yansıma, göz için bir son nokta, gelecek ve olasılık hissi için bir metafor olarak ortaya koymuştur (Overstreet, 2018).

Kuzmanović ise Ephemeral Garden eserinde üretilmiş olan bu pergolanın etrafına çeşitli insan ve hayvan mırıltıları, orman ve su sesleri gibi çeşitli sesler ekleyerek orada “bir araya toplanma” hissi oluşturmaya çalışmıştır (Overstreet, 2018).

Bu eser geleneksel Akdeniz mimarisinin bir ögesi olan pergola tipolojisini yenilikçi bir şekilde

yeniden oluşturmuştur. Temellerini bulunduğu yer ve doğadan almış olan eser bu verileri bilgisayar ortamında işleyerek yüksek teknolojiler vasıtasıyla fiziksel dünyaya aktararak makine doğa ilişkisi hakkında yenilikçi bir bakış açısı sunmuştur.

## 5. ÇIKARIMLAR

Yapılan literatür taraması sonucu “deneysel mimarlık” ve “bilgisayar destekli” tasarım kavramlarına birer açıklama yapılmıştır. Deneysel mimarlık için “Deneysel mimarlık bir mimari hipotezin pratiğe dönüştürülürken geçtiği süreçtir. Bu süreçte o hipotezin gerçek dünyada çalışıp çalışılmadığı sınırdır. Bu sürecin alışılmalığının dışında, yenilikçi, eleştirel ve özgün olması gerekir.” Bilgisayar Destekli Tasarım için ise “Bilgisayar teknolojilerinden yardım alınarak bir tasarım nesnesi ortaya çıkarmak” tanımı kullanılmıştır. Ardından 1980 yılından başlayarak gerçekleşmiş olan Venedik Mimarlık Bienalleri incelenmiş ve dört adet örnek seçilmiştir.

Örneklerden ilki Daniel Libeskind’in 1985 yılında sergilenen “Three Lessons in Architecture: The Machines” adlı eseridir. Bu eserde herhangi bir BDT aracı veya teknolojisi kullanılmamıştır ancak makineler ve mimarın rolü üzerine bir hipotez ortaya koyduğundan değerlendirmeye alınmıştır.

İkinci örnek ise Greg Lynn’ in 2000 yılında sergilenmiş olan “Embryological House” isimli çalışmasıdır. Bu eserde iki katlı birbirinden farklı 6 adet prototip konut yapısı bulunmaktadır. Bu konut yapıları tasarlanırken çeşitli parametrelere bağlı olarak 6 farklı varyasyon oluşturulmuştur. Parametrik tasarım ve 3B modelleme kullanıldığı görülmüştür.

Üçüncü örnekte M-A-D tarafından 2008 yılında hazırlanmış “AirXY: From Immaterial to Rematerial” adlı enstalasyon çalışması incelenmiştir. Çeşitli multimedya araçlarından oluşan bu eserde aynı zamanda parametrik tasarım ve 2B modeller kullanıldığı görülmüştür. Bu eserin aynı zamanda multimedya araçları vasıtasıyla insan-mekân ilişkisi üzerine yeni bir bakış açısı önerdiği gözlemlenmiştir.

Dördüncü örnekte ise 2018 yılında Alisa Andrašek, Vlatka Horvat ve Maja Kuzmanović tarafından tasarlanan “Cloud Pergola / The Architecture of Hospitality” adlı eser incelenmiştir. Bu eser 3 farklı sanatçının ortak bir çalışmasından ortaya çıkmaktadır. “Cloud Drawing” isimli eserde 3B modelleme, parametrik tasarım ve 3B yazıcı kullanıldığı görülmüştür. Bu araçlar vasıtasıyla eserin bulunduğu sahanın verilerinin işlendiği ve yapının formu oluşturulurken bu verilerin kullanıldığı gözlemlenmiştir. “Ephemeral Garden”

adlı çalışmada ise çeşitli ışık ve ses verilerinin kullanıldığı görülmüştür.

Örnekler birbirleri ile karşılaştırılıp incelenmiştir. 1985 ile 2018 arasında diğerinden sonra gelen her örneğin öncekinden daha çok BDT unsuru kullandığı görülmüştür. En az kullanılan BDT aracı 2B modeller en çok kullanılan ise Parametrik Tasarım olduğu tespit edilmiştir.

## 6. TARTIŞMA VE SONUÇ

BDT kavramının Deneysel mimarlık alanında 1985’ten 2020 yılına kadar birçok konuda etkili olduğu görülmektedir. Mimarlar ve sanatçılar teknolojik gelişmeleri kuramsal açıdan ele alarak ortaya koydukları hipotezleri ürettikleri işlerde “deneme” imkanına erişmişlerdir. Bu çalışma alanında BDT, bazen mimari deneyde kullanılan bir araç bazense mimari deneyin kendisi olmuştur.

Bilgisayar ve insan etkileşimi açısından da sonuçlar ilgi çekici görünmektedir. İlk örnekte Libeskind, makineler üzerinden bir eleştiri yapmak için en ilkele dönüp 3 adet ahşap orta çağ makinesi yaparken son örnekte bir doğa olayının simülasyonunu üretmek ve geleneksel bir anıyı yeniden canlandırmak için dönemin en üstün teknolojilerinden bazıları kullanılmıştır.

Bunun dışında, Libeskind ’in örneğinden bugünün aklıyla yapılacak bir okumada; mimarın “makine üreten” kişiden “mimarlık” yapan makineleri kullanan kişiye dönüşümü ve belki de ilerleyen yıllarda “mimarlık yapan makineleri yapan kişiye dönüşümü” ile ilgili bir tartışma ortaya atılabilmektedir.

Ayrıca incelenen örnekler ışığında mimarının fiziksel çevreden dijital çevreye geçişini sorgulamak mümkündür. Her örneğin bir önceki örnekten hem dil hem de çevre bakımından bilgisayarlara daha çok yaklaştığı görülmektedir. Hatta AirXY örneğinde fiziksel ortam ve dijital ortamın karşılıklı alışverişi görülmektedir. İnsanlar dijital ortam katılırken dijital ortamdaki simgeler fiziksel ortamda var olmaktadır.

Embryological House örneğine baktığımızda ise parametrik tasarımın, mimari tasarımın sınırlarını nasıl genişlettiğini görmekteyiz. Bensezsiz ve sonsuz sayıda ihtimali içinde barındıran bir dünya mimaride deneysellik ve BDT teknolojilerinin birleşimiyle var olmaktadır.

Yapılan inceleme ve çıkarımların sonucunda BDT’nin deneysel mimarlık kavramı üzerinde çeşitli etkileri gözlemlenmiştir.

Bu etkilerin ilki gelişen teknolojilerin ve bu teknolojilerin mimarın rolü üzerindeki etkilerinin sorgulanması gibi yollar vasıtasıyla, deneysel

mimari çalışmalar için hipotez oluşumuna katkı sağlamasıdır.

Bir diğer etki ise bilgisayar ve/veya makine tabanlı yeni bir tasarım ortamının oluşmasıdır. Bu yeni tasarım ortamı içinde sınırsız ihtimal barındıran, daha esnek ve tasarımcının üretim esnasında daha özgür olmasını sağlayan bir ortamdır.

Bunların dışında BDT aracılığıyla yeni temsil biçimleri oluşmuştur ve var olan temsil biçimleri gelişmiştir. BDT sonrası büyük çaplı fiziksel modeller eskiye nazaran daha az sayıda insan tarafından veya yalnızca makineler tarafından üretilebilir hale gelmiştir. Bu da herhangi bir mimari deneyin daha hızlı, daha az maliyetli ve daha özgür yapılabilmesine olanak sağlamıştır. Ayrıca yalnızca fiziksel değil dijital ortamlarda da çeşitli modellerin oluşturulabilmesi deneysel mimarlık açısından yeni fırsatlar oluşturmaktadır.

Son olarak BDT araçlarının varlığı tasarımın çevre, kullanıcı veya izleyici ile etkileşiminin artmasına olanak sağlamıştır. Tasarımın oluşumunda gerçek zamanlı olarak kullanıcı veya izleyicinin ya da çevre şartlarının değişimleri ya da etkileri gözlemlenebilmektedir.

## KAYNAKLAR

Ali Rahim, (2000) "Greg Lynn, Embryologic Houses", (guest-editor), *Contemporary Processes in Architecture*, AD Profile 145, AD 10, May-June 2000, pp 26-35.

Alex Ball, (2013) "Preserving Computer-Aided Design"

Beyhan, F., & Arslan Selçuk, S. (2018). "3D Printing in Architecture: One Step Closer to a Sustainable Built Environment." *Proceedings of 3rd International Sustainable Buildings Symposium* (ISBS 2017), 253–268. doi:10.1007/978-3-319-63709-9\_20

Benan Dönmez, Pınar Dinç Kalaycı, (2018) "Deneysel Mimarlık için Bir Zemin İnşası Girişimi: Vitruvius ve Serpetine Galeri Pavyonları Arakesitinden Deneyseli Okumak" *Mimarlık Planlama ve Tasarım Araştırmaları*, Nobel Yayıncılık.

Cezary Wąs, (2015) "Practicing Theory. Concepts of early works of Daniel Libeskind as References for Real Architecture" (Çev. Tomasz Bauer) *Quart* Nr 2(36)

Charles W. Hull, (1984) "Apparatus for production of three dimensional objects by stereolithography." US6027324A Erişim adresi:

<https://patents.google.com/patent/US6027324A>

Corrado Curti, (2011) "Architecture as the solid state of thought: a Dialogue with Lebbeus Woods"

El-Sayegh, S., Romdhane, L., & Manjikian, S. (2020). "A critical review of 3D printing in construction: benefits, challenges, and risks." *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 20(2). doi:10.1007/s43452-020-00038-w

Evren Karadağ, (2002) "Bilgisayar Destekli Tasarımın İç Mimarlık Bürolarına Etkileri" Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

Fulya Özsel Akipek, Necati İnceoğlu, (2007) "Bilgisayar Destekli Tasarım ve Üretim Teknolojilerinin Mimarlıktaki Kullanımları" *YTÜ Mim. Fak. E-Dergisi* Cilt 2, Sayı 4,

Handan Aş (2019) "Saran Mimari Yazılım ve Teknolojilerinin Kültürel Mirası Koruma Çalışmalarında Kullanımı" *Tasarım Enformatiği* Cilt:01 Sayı:02

"Installation Descriptions" (2008) Erişim adresi:<http://www.airxy.org/views.html> (2021.01.27)

Kadir Demircan, Neşe Çakıcı Alp, (2020) "Yapı Bilgi Modellemesine Geçiş Sürecinde Yaşanan Anlaşmazlık ve Uyuşmazlıklar" *Artium*, 8(2), 135-144.

Kara Franco (2019) "A Brief History of Graphic Design Software" Diace Designs Erişim adresi: [https://www.diacedesigns.com/a-brief-history-of-graphic-design-software/#:~:text=The%20first%20big%20breakthrough%20was,%2C%20and%20Photoshop%20\(1990\).](https://www.diacedesigns.com/a-brief-history-of-graphic-design-software/#:~:text=The%20first%20big%20breakthrough%20was,%2C%20and%20Photoshop%20(1990).)

Kaley Overstreet. (2018) "Cloud Pergola: The Croatian Pavilion at the 2018 Venice Biennale". *ArchDaily* Erişim adresi: <<https://www.archdaily.com/895711/cloud-pergola-the-croatian-pavilion-at-the-2018-venice-biennale>> ISSN 0719-8884 (27.01.2021)

"La Biennale di Venezia: History 1850-2019" Erişim adresi:<https://www.labiennale.org/en/history> (17.01.2021)

Mehmet İnceoğlu, Bircan İnan, (2020) "Bilgisayar Destekli Tasarımın Gelişimi: Yeni Bir Mimari Metodoloji olarak YBM" *GSI Journals Serie C: Advancements in Information Sciences and Technologies*, Volume: 3, Issue: 1, p. 47-65

Meryem Topçu, "Bilgisayar Teknolojilerinin Mimari Tasarım Üzerindeki Etkileri" (2012)

Öke A., Bayazıt N., İnceoğlu M., Tapan M.,  
“Mimari Tasarlama Ders Notları. ”, İTÜ  
MimarlıkFakültesi, İstanbul, 1978.

Roland Hudson, (2010) “Strategies for Parametric  
Design in Architecture.”

Stefano Tornincasa, Francesco Di Monaco  
(2010)“The Future and The Evolution of CAD”  
*14th International Research/Expert Conference  
“Trends in the Development of Machinery and  
Associated Technology” TMT 2010,  
Mediterranean Cruise,*

(2021) “Piksel ve Vektörler Arasındaki Fark  
Nedir?”

<https://tr.digitalentertainmentnews.com/whats-difference-between-pixels-323199>

“Christopher Salter- AirXY” (2012) *Archive of Digital Art (ADA)*. Erişim adresi:  
[https://www.digitalartarchive.at/database/general/w\\_ork/air-xy.html](https://www.digitalartarchive.at/database/general/w_ork/air-xy.html) (2021.01.27).

Zeynep Dünder, (2012) “Deney ile Mimarlığın  
Buluştuğu Noktada: Deneysel Mimarlık”

ZŁOTA 44- Architecture- is a language -  
Daniel Libeskind's lecture in Warsaw  
(20.11.2015) Video, Erişim Adresi:  
<https://www.youtube.com/watch?v=5b0UwPxfGOw&list=PLyemNuxAizZxdJG3Y8bfOwBq6VK4rnAQ>

# TİPOGRAFİNİN MOBİL UYGULAMA TASARIMINA ETKİSİ VE OKUNURLUK, OKUNABİLİRLİK KAVRAMLARI BAĞLAMINDA İNCELENMESİ

Betül ÇAKIROĞLU\*

## ÖZET

Günümüzde gittikçe daha da büyüyen mobil uygulama çeşitliliğinde devamlılık ve süreklilik sağlayabilen uygulamalar geliştirilmektedir. Bir uygulamanın kullanılabilirlik ve süreklilik sağlayabilmesine etki eden birçok tasarım unsuru bulunmaktadır. Bu çalışmada, mobil uygulamalarda kullanılan tipografinin okunurluk ve okunabilirlik bağlamında incelenerek temel ilke ve prensipleri araştırılmaya çalışılmıştır. Yapılan literatür taramaları yardımıyla Android ve IOS işletim sistemlerine ait tipografi standartları rehberi oluşturularak gelecekte yapılacak araştırmalara katkı sağlanması hedeflenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Tipografi; Mobil Uygulamalar; Okunurluk; Okunabilirlik; Mobil Uygulama Tasarımı.

## ABSTRACT

*In this study, typography that is used in mobile platforms is examined in the context of legibility and readability, its effect on reader is analyzed. With the help of literature reviews, it is aimed to contribute to future researches by generating a typography standards guideline.*

**Keywords:** Typography; Mobile Applications; Legibility; Readability; Mobile Application Design.

## 1.GİRİŞ

İnsanlık tarihinin en önemli buluşlarından biri olarak sayılan yazı, M.Ö. 3500 yıllarında ilk kez Mezopotamya’da yaşayan Sümerler tarafından kullanılmıştır. Yazı, insanlar arasında anlaşmayı sağlayan, seslerden örülmüş bir kuruluş olan dilin somut hale getirilmesi olarak tanımlanabilir (Kılıç, 2009).

Günümüzde her gün daha fazla gelişen teknoloji ile birlikte mobil cihazlar üzerinden insanlar her an, her yerde birbirleriyle sesli veya yazılı olarak iletişim halinde bulunabilmektedir. Mobil cihazlar üzerinden ilk yazılı iletişimi sağlayan hizmet SMS’ dir. 1985 yılında hayata geçirilen SMS kavramı, Türkçe “Kısa Mesaj Servisi” anlamına gelen “Short Message Service” kelimelerinin baş harflerinden oluşan bir kısaltmadır. İsminden de anlaşılabilirliği üzere mobil cihazlar üzerinden yapılan ilk yazılı iletişimin 160 karakter sınırı içinde kısa ve hızlı iletişimi hedef olarak başladığı görülmektedir (Li ve Stoller, 2007).

SMS’ in ilham verdiği servislerin başında Twitter gelmektedir. Günümüzde sosyal ağlar arasında oldukça popüler olan Twitter, temelinde SMS mantığı ile kullanıcılarına karakter sınırlaması koymaktadır. Bu sınırın asıl amacının kısa anlatım dili ile kullanıcıların dikkatinin dağılmamasının sağlanması olduğu söylenebilmektedir. Bu durum insanların sosyal ağlar üzerinde genel olarak alıştığı karakter sınırları sebebiyle alışık oldukları metinlerin kısa ve dikkat çekici olduğunu göstermektedir. Metinlerin kısa olmaları günümüzde benlik kazanmaya başlamış hızlı tüketim ile ilişkilendirilerek sosyolojik bir bakış açısı ile ele alınabilir ancak bu çalışma kapsamı dışında kalan bir konu olmaktadır.

Yazılı metinlerin anlaşılması, çözümlenmesi ve yorumlanması aşamalarının oluşturduğu süreç okuma denmektedir. Okuyucunun yazılı metin seçimlerinde ilk olarak okuma süreci ele alındığında birçok faktör ortaya çıkmaktadır. Okuyucunun bulunduğu ortam, metnin uzunluğu, okuyucunun ruh hali, metnin anlaşılabilir olması veya olmaması gibi birçok unsur ele alınabilir (Tosunoğlu, 2010). Çalışmanın özelinde metinlerin anlaşılabilir olup olmaması durumları ele alınacaktır; metnin anlaşılabilir olması görsellik ve içerik ile sağlanmaktadır. Görselliğin tatmin ediciliği okunurluk ve içeriğin tatmin ediciliği okunabilirlik kavramları ile sağlanmaktadır (Bradley, 2011). Bu kavramların fonksiyonlarını yerine getirmesini sağlayan genel başlık tipografidir. Tipografi iletişim

\* Betül ÇAKIROĞLU, cakiroglubetul@gmail.com, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Enformatik Bölümü

öğelerinin görsel estetiğe ve işlevselliğe uygun olarak düzenlenmesidir (Sarıkavak, 1997). Tipografi kullanımının amaca doğru hizmet etmesi durumunda okunurluk ve okunabilirlik bağlamında doğru bir ilişki kurulmaktadır. Sezer (2013) tipografide okunurluk ve okunabilirliği incelediği çalışmasında elde ettiği bulgulardan yola çıkarak okunurluk ve okunabilirlik genel olarak, tipografik elemanların (harf, kelime, cümle, noktalama işaretleri gibi) doğru ve disiplinli kullanılmasıyla ilgili olduğu neticesine ulaşmıştır. Türkiye’de yapılan yüksek lisans ve doktora çalışmalarında tipografi kavramının okunurluk ve okunabilirlik bağlamında mobil uygulamalar genelinde araştırılmamış olması dikkat çekmektedir. Bu çalışma ile bu konuya dikkat çekmek ve bu alan üzerine yapılacak çalışmalara katkı sağlamak hedeflenmektedir.

## 2. TİPOGRAFI

Yazının temel amacı iletişimin en önemli unsurlarından olan harfler, rakamlar ve semboller yardımıyla hedefe yönelik bir bütünlük yaratarak duygu, düşünce ve bilgi aktarımı sağlayabilmektir. Bu unsurlar yazıya ses, anlam, güç veren ve görsel sunumu ile bunları harmanlayan tipografiyi oluşturmaktadır (Mazlum, 2017).

Yazının bir tasarım ürünü olarak görülmesi ise Rönesans döneminde başlamıştır. Kavram olarak tipografi ilk kez 1450 yılında modern matbaacılığın babası kabul edilen Alman Johannes Gutenberg tarafından hazırlanan baskı sistemi ile ortaya çıkmıştır ve matbaanın icadı ile yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Uçar, 2004). Yunanca form, biçim anlamına gelen “typos” ve yazmak anlamına gelen “graphia” kelimelerinden türetilmiş olan tipografi terimi, anlam olarak form, biçime uygun yazmak veya yazıyı belli bir form, biçime sokma tekniği olarak açıklanabilmektedir (Park, 2014). Tipografi, iletilmek istenen duygu, düşünce ve bilgiyi içeren ve doğru şekilde, uygun içerikle aktarmayı amaçlayan, görsel ve sözel işlevselliğe sahip iletişim aracıdır (Mazlum, 2017).

Yazının tarih boyunca çoğaltılması tipo (yüksek baskı, ofset (düz) baskı, tıfdruk (çukur) baskı, flekso baskı, serigrafı (elek) baskı, dijital baskı olmak üzere çeşitli şekillerde yapılmıştır. Günümüzde artık elektronik cihazlarda karşılaştığımız baskı türü dijital baskıdır. Masaüstü yayıncılık adı verilen sistem ile alışlagelmiş baskı yöntemleri daha kolay ve hızlı kullanılabilir hale getirilmiştir (URL\_1). Bu durum tipografinin günümüzde daha büyük bir gerçeği haline getirmiştir. Her gün daha fazla gelişen teknoloji ve basım yöntemleriyle tipografi sanat, tasarım, grafik tasarım ve diğer alanlardaki yetkinliğini ve varlığını arttırarak daha önemli bir

yer edinmeye devam etmektedir. Tipografi ile günlük hayatın neredeyse her parçasında karşılaşılabilir; gazetelerde, dergilerde, kitaplarda, sokaklardaki panolarda, marketlerdeki ürünlerin paketlerinde, Web sitelerinde, reklamlarda olmak üzere grafik tasarım öğelerinin bulunduğu tüm uygulama alanları gibi göz ardı edilemeyecek kadar örnek verilebilir (Kızılsafak, 2014). Bu örneklerin ortak bir amacı olarak okuyucuyu, kullanıcıyı ya da tüketiciyi ikna etme kaygısı şartına sahip olduğu söylenebilir. Bu şartın sağlanabilmesinde en önemli unsur olarak tipografi göze çarpmaktadır.

Tipografi harflerin, yazınsal ve görsel iletişim öğelerinin işlevsel ve estetik boyutları göz önünde bulundurularak düzenlenmesidir (URL\_2). Başka bir ifadeyle tipografi, konuşma dilini, sesleri semboller ve karakterlere çevirerek metnin yazılırken ve okunurken çözümlenerek anlaşılmasına yardımcı olmaktadır (Reftery, 2016). Metnin kıyafeti olan ve metinlerde içeriği vurgulamak için kullanılan tipografik nitelikler olmadan belgenin oluşturulamayacağı gerçeğinden yola çıkarak metnin akışını ve anlamını ortaya koyan tipografi (Papadima ve Kourdis, 2015) elemanlarının seçimi, düzenlenmesi ya da tasarımı olarak tanımlanmakta ve

a) yazı karakteri boyutu,  
c) satır boşlukları,  
d) hizalama,  
e) satır uzunlukları,  
f) sıra gibi elemanları içermektedir (Lipton, 1990). Çalışmanın kapsamına uygun olması için tipografinin elemanlarından yalnızca yazı karakteri boyutu (punto) ele alınacak ve diğer elemanlar göz ardı edilecektir. Bunun sebebi ise yazı karakteri boyutunun metinde hiyerarşi yaratmada en büyük rol oynayan eleman olmasıdır.

Tipografinin metinler üzerindeki etkisi film müzikleri gibidir. Film karelerine göre durağanlaşan ya da şiddetlenen müzik kullanımı aynı şekilde metnin anlam bütünlüğüne göre şekillenmesi gereken tipografi kullanımı ile benzer olmaktadır (Lester, 2014). Tipografi okuyucuya aktarılacak istenen mesajın iletiminde büyük rol oynamaktadır. Kullanılan unsurlar yardımıyla bu etkiyi arttırıp azaltılabilmektedir. Tek tip doğru bir tipografi modeli bulunmadığı söylenebilir, yani içerik ve tasarım arasındaki ilişkinin doğru kurulması her durumda değişiklik göstermesi beklenen bir dengedir. İçerik ve tasarım arasındaki ilişkinin doğru kurulmadığı durumlar karşımıza çıkmaktadır (Yasa, 2012). Tipografi genel olarak mikro ve makro tipografi olmak üzere ikiye ayrılır; Mikro tipografi yazı ve metne ait harfi kelime, satır, paragraf gibi birimlerin nasıl kullanılacağına temel kurallarını



belirler. Makro tipografi ise basılı olanın genel görünüşünü belirler (Siemoneit,1989).

Tipografinin temel olarak iki amacı vardır ve bu iki amaç tipografinin neden önemli olduğunu açıklamaktadır. Bu amaçlar mesajı doğru iletmek ve okuyucunun metni okumaya devam etmesini sağlamaktır. Bir yazı tipi metnin nasıl anlaşılacağını dahi etkilemektedir. Bu sebeple metnin içeriğine uygun tipografi kullanımı büyük başarı sağlar. İyi bir tipografi kullanımı okuyucunun yazının formatından çok içeriğine odaklanmasını sağlar. Tipografi metnin ve içeriğinin önüne geçmemelidir (Jackson, 1998). Tipografi elemanlarının kullanımı amaca doğru hizmet etme durumunda ise tipografi, okunurluk ve okunabilirlik bağlamında doğru bir ilişkinin kurulmasına yardımcı olur ve metinlerin doğru anlaşılmasını sağlamaktadır.

## 2.1. Okunurluk

Okunurluk okuyucunun zorlanmadan metni okumasıdır. Metni anlam bütünlüğü çerçevesinde okumaktan çok harflerin ve kelimelerin rahatlıkla seçilmesidir. Okunurluk okuyucunun gözüne çarpan ilk detay olduğu için tipografi başarısında önemli bir rol oynamaktadır (Wieldon, 2005) Metin ile ilgili ilk dikkat çekecek özellik görselliktir. Okuyucunun dikkatini en başta çekememe durumu söz konusu olduğunda ilgi kaybı yaşanır ve metnin içeriğinin çoğu zaman değeri kalmaz. Okunurluğun asıl amacı okuyucunun ilgisini ilk andan itibaren dinamik tutarak, gözünün metinden kopmamasını sağlamaktır. (Yeaman, 1984). Örneğin kullanıcılar günlük hayatın büyük bir parçası olan mobil cihazlarda kullanılan uygulamalar konusunda seçici davranılmaktadır. Birçok kez indirip yeterli ilgi çekici gelmediği gerekçesiyle silinen veya bir kez daha kullanılmayan uygulamalar bulunmaktadır. Birçok çeşitli uygulama bulunması, ilgi çekici olmayan uygulamaların tercih edilmemesi konusunda sınırsız özgürlük tanımaktadır. Bu sebeple kullanıcıların ilk anda hızlıca ilgisini çekmek önemlidir.

Tasarımcıların en büyük kaygılarından biri seçtikleri yazı karakterlerin okunabilir olmasıdır. Ancak seçilen yazı karakterinin okunabilir olması tek başına yeterli değildir. Yazı karakterinin içerik ile anlam bütünlüğü içinde olması ve içeriği doğru yansıtmaları gerekmektedir, metnin önüne geçmemelidir (Pipes, 2005).

Dış hatların çizgileri ve yazı karakterinin kalınlığı yazı karakterini oluşturan temel unsurlardır. Yazı karakterlerinin üst ve alt kısımlarında bulunan küçük çıkıntılara serif denmektedir (Dikmen, 2013). Serifli (Serif) yazı karakterlerinin okunurluk oranının

Serifsiz (Sans Serif) yazı karakterlerine göre daha okunabilir olmasının iki temel sebebi vardır. Sebeplerden ilki bu yazı tiplerinin karmaşık metinlerde ayırt edilebilirliğin yüksek olması iken ikinci sebep ise karakterlerin sonundaki çıkıntıların yazının görünürlüğünü arttırmasıdır (Arditi ve Cho, 2005).

Metnin fiziksel durumunun okunurluk üzerinde doğrudan etkisi olduğu bilinmektedir. Okunurluğun bu durumu etkileyen altı faktörü olduğu savunulmaktadır ve bu faktörleri; harfin yapısı, harfin boyutu, harfi oluşturan çizgilerin kalınlığı, harfi çevreleyen beyaz kenar boşluğu, harfin harf grubuna pozisyonu ve bitişi harflerin şekli ve boyutları olarak sıralamaktadır Stewart (1986). Bu fiziksel özelliklere ayrıca kelimeler arasındaki boşluk, satırlar arasındaki mesafe, renk kullanımı ve arka plan ile yazı karakteri arasındaki kontrast eklenebilir.

## 2.2. Okunabilirlik

Okunabilirlik, okuyucunun tüm ilgi ve dikkatini metne çekmek ve devam ettirmek için kullanılan önemli ve etkili bir tipografik unsurdur. Aynı zamanda okuyucuya göre metnin anlaşılma düzeyinin kolay ya da zor olması durumunu gösteren bir kavramdır. Bu kavram metinlerin zorluk derecesi ve okuyucunun seviyesine uygunluk düzeyi ile ilgilidir. (Ateşman, 1997)

Okunabilirliğin iki temel amacı olduğu söylenebilmektedir. Bunlardan ilki metni kolay ve anlaşılabilir hale sokma, ikincisi ise okuyucu ile metin arasında denk gelecek bilgi akışı sağlamaktır. Herhangi bir metnin okunabilirlik seviyesi hedef okuyucu kitlenin okuma becerilerinden daha ileri seviyede yazılmış ise bu metnin okunabilirlik seviyesinin bahsi geçen kitle için zor olduğu ve aktarılacak istenen bilginin okuyuculara geçmediği anlamına gelmektedir (Jayarante ve diğ., 2014). Bu durumdan yola çıkarak okunabilirliğin nesnel değil, öznel bir kavram olduğu ve kişinin bilgi, ilgi ve algı birikimlerine göre değişebileceği durumundan söz edilebilir. Yani okunabilirlik okuyucunun metni anlama düzeyine bağlıdır. Bir mobil uygulama, tasarım aşamasındayken öncelikle hedef kitlenin bilgi ve ilgi düzeylerinin göz önünde bulundurulması gereklidir. Hedef kitle baz alınarak hareket edildiğinde, kullanıcı uygulama ile karşılaştığında okunabilirlik konusunda problem yaşamayacaktır. Aksi halde kullanıcı uygulamayı kullanma eyleminden vazgeçecek ve farklı bir uygulamaya yönelecektir.

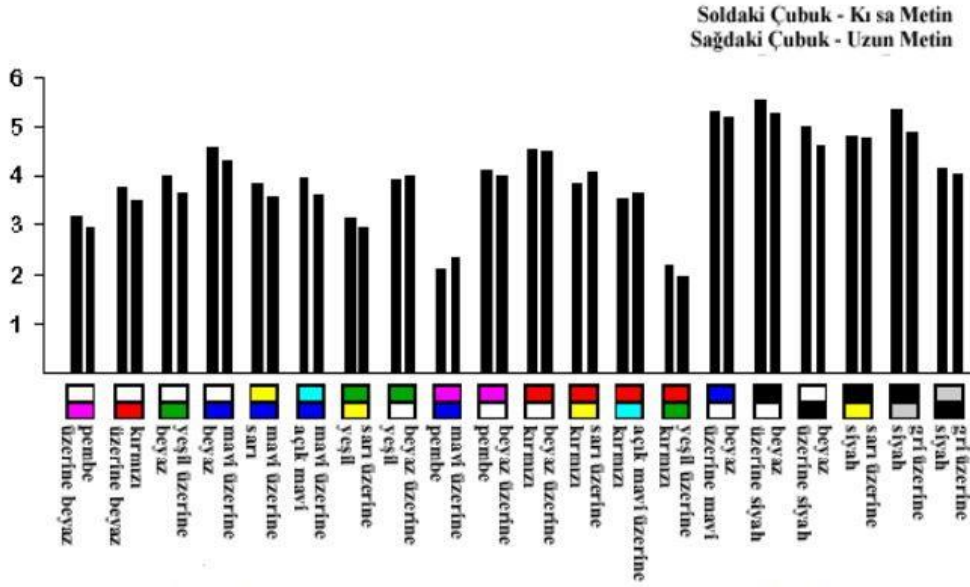
Türkiye’de okunabilirlik üzerine çalışmalar 1997 yılında Ender Ateşman tarafından yapılan Türkçe

metinler zorluk seviyelerinin araştırılarak tanımlandığı ve kategorilere ayırdığı çalışma ile başlamıştır (Yılmaz ve Temiz, 2014). Ateşman (1997) Türkçe’de ortalama cümle uzunlukları ve ortalama kelime uzunlukları değişkenlerini ele alarak Türkçe metinlerin okunabilirlik düzeylerini tanımlamış ve kategorilere ayırmıştır.

Bir metnin okunabilirlik seviyesini ölçebilmek için çeşitli formüller geliştirilmiştir ve bu formüllere okunabilirlik indeksi denmektedir. Ülkemizde okunabilirlik kavramı üzerine çalışmaları olan Ender Ateşman Türkçe’ye uyarlanmış bir okunabilirlik indeksi geliştirmiştir. Ateşman’ın indeksi Türkçe

öyküler üzerinde denenmiştir ve araştırmanın sonucunda eğitim seviyesi yükseldikçe bu seviyeye hitap eden metinlerin okunabilirlik düzeyinin azaldığı ortaya çıkmıştır (Ateşman, 1997).

Okunabilirlik üzerine Stephen F. Austin State Üniversitesi’nden Dr. Lauren Scharff ve öğrencisi Alyson Hill renk kullanımının okunabilirliğe etkisini ölçmek üzere bir anket düzenlemişlerdir. Şekil 1.’de görüldüğü üzere, okunabilirliğin en fazla olduğu metinlerdeki renk kombinasyonu beyaz zemin üzerine siyah metindir. Okunabilirliğin en az olduğu metinlerdeki renk kombinasyonu ise yeşil zemin üzerine kırmızı ve mavi zemin üzerine pembe metindir (URL\_3).



Şekil 1. Metinlerde kullanılan renk kombinasyonlarına göre okunabilirlik (URL\_3)

### 2.3. Okunurluk ve Okunabilirlik Karşılaştırılması

Dan Friedman’a göre okunurluk etkili, açık ve yalın ifadenin özelliği, okunabilirlik ise okurken ilgi ve zevk uyandıran, akli uyaran özelliklerdir (URL\_4). Yani okunurluk harflerin birbirinden ayırt edilebilmesini ve tanınmasını sağlarken, okunabilirlik kelimeleri okuma ve anlama yetkisidir. Okunurluk yazı karakteri, sayfa şekli, hizalama gibi özelliklere bağlı iken okunabilirlik kullanılan dilin karakteristik özelliklerine bağlı olup okuyucu tarafından anlaşılabilir olup olmadığının bilgisini vermektedir (Bezirci ve Yılmaz, 2010). İki kavram doğrudan birbirlerini etkilemektedir. Okunur olmayan bir tasarımın okunabilir olması parçalardan birinin eksik kalması nedeniyle taşınan mesajın iletiminin sağlıklı olmayacağı sonucunu doğurmaktadır (Dursun, 2018).

Tipografinin en önemli amacı metnin kolay okunması ve anlaşılmasını sağlamaktır. Okunabilirliğin en önemli amacı ise uzun süreli,

nitelikli okuma deneyimi yaratmak ve okunurluğun en önemli amacı metnin normal şartlar altında kolay okunmasını sağlamaktır (Bradley, 2011).

Okunurluğun bileşenleri harfin yapısı, yazı karakteri seçimi, harfin yüksekliği ve hizalama olmak üzere dört gruba ayrılmıştır. Aynı şekilde okunabilirliğin bileşenleri de satır aralığı, satır uzunluğu, harf aralığı, harf, kelime ve satır boşluğu, satır, kelime, harf boşluğu, satır kırımı (tireleme), renklendirme, hiyerarşi olmak üzere 8 farklı gruba ayrılmıştır (Dursun, 2018).

Okunurluk kelime, harf ve paragraf gibi metnin bir parçasıdır. Yani okunurluk mikro tipografi olarak nitelendirilmektedir. Okunabilirlik genel bir okuma deneyimi için geçerlidir. Yani okunabilirlik makro tipografi olarak nitelendirilmektedir (Bradley, 2011).

Okunurluk ve okunabilirlik bazı ortak değişkenlere sahiptirler. Bu değişkenler parlaklık, harf büyüklüğü ve hedef aralığıdır. Fakat okunabilirlik ile okunurluk kavramlarının bu değişkenlerin her biri ile sahip oldukları ilişki farklıdır. Örnek olarak herhangi bir

metinde kullanılan yazı karakterinin boyutunun çok büyük olması okunurluğu olumlu yönde etkiler, ancak okunabilirlik olumsuz yönde etkilenecektir (Legge vd., 1985).

Bu bilgilerden hareketle okunurluk ve okunabilirlik kavramları tipografi açısından ele alındığında; okunurluğun tamamen görsellik ve tasarım ile alakalı olduğunu ve okunabilirliğin ise metnin estetik boyutundan çok içerik ile ilişkilendirildiği

tasarım ile alakalı olduğu görülebilmektedir. Okunurluğun amacı okuyucunun ilgisini çekmek ve içerikten bağımsız olarak metnin kolay okunabilmesini sağlamaktır, okunabilirliğin amacı ise okuyucu ve metin arasındaki ilişkiyi kurarak okuyucunun ilgisini devam ettirmeye çalışmak olduğu söylenebilmektedir. Bu çalışma kapsamında 2.3.'üncü başlıkta anlatılanlardan yola çıkılarak aşağıdaki okunurluk ve okunabilirlik karşılaştırma tablosu oluşturulmuştur;

	<b>Okunurluk (Legibility)</b>	<b>Okunabilirlik (Readability)</b>
<b>Amacı</b>	Metnin normal şartlar altında kolay okunmasını amaçlar.	Uzun süreli, nitelikli okuma deneyimi yaratmayı amaçlar
<b>Bileşenleri</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Harfin yapısı</li><li>- Yazı karakteri seçimi</li><li>- Harfin yüksekliği</li><li>- Hizalama</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Satır aralığı</li><li>- Satır uzunluğu</li><li>- Harf aralığı</li><li>- Harf, kelime ve satır boşluğu</li><li>- Satır, kelime, harf boşluğu</li><li>- Satır kırımı (tireleme)</li><li>- Renklendirme</li><li>- Hiyerarşi</li></ul>
<b>İncelediği alanlar</b>	Görsel açıdan metnin görünümü	İçerik, anlam ile yazının uyumu
<b>İlişki boyutu</b>	Bütün içerisindeki yazının durumu	İçerik ile ilişkisi
<b>Etkisi</b>	Okuma hızı ve anlama derecesi	Okuma arzusu, okuma süresi ve anlama derecesi
<b>Hacmi</b>	Mikro tipografi	Makro tipografi

Tablo 1. Okunurluk ve Okunabilirlik Karşılaştırma Tablosu

## 2.4. Tipografide Hiyerarşi

Bilginin anlatılmak istenen öneme göre sıralanması, düzenlenmesi ve sunulması tipografik hiyerarşi olarak tanımlanmaktadır. Okuyucu ile doğru bir iletişim kurmak için tipografik hiyerarşide iki farklı unsur ve etken kullanılmaktadır. Bu unsurlardan ilki okuyucunun dikkatini ve ilgisini çekmek, ikincisi ise kolay okunabilmesini sağlamaktır. İlk unsur okunabilirlik ile açıklanırken ikinci unsur ise okunurluğu ifade etmektedir (Bradley, 2011). Metinlerin tasarımının okuyucunun dikkatini önemlilik düzeyine göre yönlendirecek hiyerarşik bir yapı ile düzenlenmesi gerekmektedir. Tipografide her bir parçanın bütün içerisinde kendine ait hiyerarşik bir durumu vardır. Tipografi düzeni anlamına gelen bu terim ana ve alt unsurların birbirleri ile ilişkilendirilmesi durumu olarak açıklanmaktadır. Tipografide bütün parçalar arasında ast-üst hiyerarşisi bulunmaktadır (Park, 2014).

Bilginin bir düzene göre sıralanıp ve sunulması yani hiyerarşik yapıda olan bilgi kolay öğrenilir (Cengizhan ve Ateş, 2006). Hiyerarşik yapıya sahip

bilginin anlaşılması kolaydır. Görsel hiyerarşi tipografi kullanılan bir alanda boyut, renk, ton, doku gibi görselliğe etkisi olan unsurlar yardımıyla önem derecesine göre sıralanması, düzenlenmesidir. Görsel hiyerarşi oluşturulurken amaca yönelik olur uyum, vurgu, canlılık ön plana alınmaktadır (Wang, 2012). Bu çalışmada amaca uygun olarak yazı boyutu yani punto değeri ele alınacaktır. Örnek olarak ilk kez deneyimlenecek bir mobil uygulama örneği verilebilir. Uygulamanın işleyiş prensibine hakimiyeti olmayan bir kullanıcı, ilk kez karşılaştığında kafa karışıklığı yaşamayı tercih etmez. Bu durumda kullanıcının uygulamayı kullanmakta zorlanmaması ve kullanmaya devam etmesi tipografik hiyerarşi ile sağlanabilmektedir.

Tipografide hiyerarşi, bilinçli olarak okuyucuyu içeriğe yönlendirmelidir. Burada önemli olan asıl dikkat çekmek istenen kısmın neresi olduğudur. Başka bir örnek ünlü yazarların kitaplarında kendi isimleri eserlerinin isimlerinden büyük yazılabilir.

Tipografide hiyerarşik düzen, okunurluk ve okunabilirlik metnin anlaşılabilir olmasını doğrudan etkileyen etmenlerdendir. Okunabilirlikte font büyüklüğü yani puntoların gerektiği yere göre büyük

gerektiği yere göre de küçük olması gerekmektedir. Bu, tasarım içerisinde değişkenlik gösterecektir. Harflerin hiyerarşik dizgisi, okunabilirliğin artırılması için önemlidir. Harflerin tamamının büyük veya küçük yazılması bir monotonluk yaratmaktadır (Erdal, 2013). Bu sebeplerden dolayı tipografik hiyerarşinin punto değerlerini metnin anlam bütünlüğüne göre doğru kurgulaması gerektiği söylenebilmektedir. Şekil 2.'de de punto değerlerinin okuma sırası yönlendirmesine ait bir örnek görülmektedir.



Şekil 2. Tipografik hiyerarşi örneği (URL\_5)

### 3. MOBİL UYGULAMALARDA TİPOGRAFİK HİYERARŞİ

Dijitalleşen teknoloji ile insan-bilgisayar etkileşimi ve mobil iletişim alanlarındaki büyük gelişmeler alışkanlıkları değiştirerek bilgiyi tüketim şekillerini değiştirmiş ve teknolojiye olan bağımlılık beraberinde mobil cihazlara bağımlılığı artırmıştır. Bilgi tüketiminin son derece hızlı bir şekilde gerçekleştiği günümüzde, insanların anlık olarak birbirleriyle iletişim içinde olması ve bilgi edinmesi daha kolay bir hale gelmiş, bilgiye daha güvenilir, daha hızlı kaynaklardan ulaşabilmesine de olanak sağlamıştır (Ham, 2010).

Tipografi, mobil uygulama arayüz tasarımlarında bilginin aktarımını etkileyen önemli bir güce sahiptir. Mobil uygulamalarda tipografik unsurların çeşitli boyuttaki ekranlara da uygulanabilir olması zorunluluğunda olduğu için, seçilen tipografik özelliklerin önemi oldukça fazladır. Çünkü seçilen yazı karakterlerinin tipleri, boyutları ve renkleri çerçevesinde kullanım tercihleri, bilginin aktarımını etkileyebilmektedir. Bu etkiyle anlamda kimi zaman kopukluklar ya da belirsizlikler olabileceği gibi kimi zamanda anlam daha da kuvvetlenebilmektedir (Namlı, 2010).

Masaüstü uygulamalarda ekran boyutundan dolayı hızlı ve kolayca dikkat çeken içerikleri mobil uygulamalarda rahat bir şekilde fark etmek, anlamak ve erişmek bazen sorun olabilmektedir. Ekran boyutunun daha küçük olması sebebiyle metinlerin kullanıcının dikkatini ilk başta çekmesi ve merak uyandırması gerekmektedir, bunu sağlarken punto seçimi önemli bir yere sahiptir. Bu sorunun önüne geçilebilmesi için mobil cihazlarda WhatsApp, Twitter, Facebook gibi birçok uygulama kendi içlerinde yazı boyutu değiştirme seçeneğine sahip olmaktadır. Doğru şekilde hazırlanmış tipografi tasarımları ile bu sorunun üstesinden

gelinebilmektedir. Tipografinin mobil platformlarda kullanımı farklı medyalarda kullanımından daha kritik bir role sahip olduğu için bu çalışmada mobil platformların araştırılması tercih edilmiştir.

Aşağıdaki tablo resmi Android Developers (<https://developer.android.com/>) sitesinden yararlanılarak bu çalışma için Android'in kullanılması için önerdiği yazı boyutu yani punto değerleri rehber niteliğinde tablo haline getirilmiştir. Bu değerler Android'in sistem yazı karakteri olan Roboto için özelleştirilmiştir ve Android'in yazı boyutu birimi sp'dir.

STİL	YAZI BOYUTU
Headline 1 (Ana Başlık 1)	34 sp
Headline 2 (Ana Başlık 2)	24 sp
Subtitle (Alt Başlık)	16 sp
Body 1 (Metin 1)	16 sp
Body 2 (Metin 2)	14 sp
Button (Buton)	14 sp
Caption (Manşet)	12 sp

Tablo 2. Android Varsayılan Yazı Boyutu Değerleri Rehberi

Aşağıdaki tablo resmi Apple Developer (<https://developer.apple.com/>) sitesinden yararlanılarak bu çalışma için IOS'un kullanılması için önerdiği yazı boyutu yani punto değerleri rehber niteliğinde tablo haline getirilmiştir. Bu değerler IOS'un sistem yazı karakteri olan San Francisco için özelleştirilmiştir ve IOS'un yazı boyutu birimi pt'dir.

STİL	YAZI BOYUTU
Large Title (Ana Başlık)	34 pt
Title 1 (Metin 1)	28 pt
Title 2 (Metin 2)	22 pt
Title 3 (Metin 3)	20 pt
Headline (Başlık)	17 pt
Callout	16 pt
Subhead (Alt başlık)	15 pt

Tablo 3. IOS Varsayılan Yazı Boyutu Değerleri Rehberi

Bu tablolardan yararlanılarak okunurluğu ve okunabilirliği daha iyi hale getirmek için başlıklar gibi daha çok dikkat çekmesi beklenen metinlerin yazı boyutlarının daha büyük olması yani önemli bilgilere vurgu yapılması gerekmektedir. Yazı boyutunun minimum 12 olması gerektiği görülebilmektedir çünkü 12'den daha küçük yazı boyutuna sahip metinlerin okunması zorlayıcı olmaktadır.

### 4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Zamanla birlikte gelişen teknoloji ile hayatı kolaylaştırmak amacıyla kullanılan mobil cihazlar günümüzde insan hayatında daha fazla yer almaya devam etmektedir. Bununla birlikte mobil uygulamaların önemi de daha artmaktadır. Mobil cihazların bu denli kullanılmasının asıl sebebinin iletişim olduğu söylenebilmektedir. Bu durum göz önünde bulundurulduğunda mobil cihazların ekranları üzerinden kurulacak yazılı iletişimin yani tipografinin ne kadar önemli olduğu fark edilmektedir. Kullanıcıların zamanlarının çoğunu bu teknolojik aygıtlarla geçirdikleri düşünüldüğünde tipografinin ne kadar büyük önemi olduğu anlaşılmaktadır. Bu sebeple anlaşılır bir tipografi dili kullanılmalıdır.

Görsel dilde iletişimi sağlayan tipografi küçük ekranlarda, arayüz tasarımlarında görsel ve işitsel unsurlarla bir bütün olarak oldukça önemli bir yere sahiptir. Mobil uygulamalarda okunurluğu ve okunabilirliği etkileyebilecek yazı boyutunun tasarım aşamasında metnin görselliği ile içeriğini bir bütün halinde varsayarak hiyerarşik düzeninin makul şekilde ayarlanmasının doğru olduğu söylenebilmektedir. Arayüz tasarımında yer alan her metnin kullanıcı tarafından kolay okunabilmesi için fontun çeşitli boyuttaki ekranlarda her büyüklükte okunabilmesi göz önünde tutulması gereken önemli hususlardan biridir.

Sonuç olarak, mobil platformlarda ve uygulamalarda tipografik hiyerarşinin doğru kullanımı, okunurluk ve okunabilirlik bağlamında doğru dengenin kurulmasını sağlamaktadır. Bu denge yardımı ile uygulamalar için hedeflenen başarının sağlanabileceği ön görülmektedir.

Bu çalışma kılavuz alınarak IOS ve Android gibi işletim sistemleri bazında var olan uygulamaların önerilen rehberlere ne kadar uygun olduğu gözlemlenerek, uygulamaların başarısına etkisi olup olmadığı farklı bir araştırma konusu olabilir.

## KAYNAKLAR

Arditi, A., Cho, J., 2005, Serif and font Legibility, Vision Research, 45, 2926-2933

Ateşman, E., 1997, Türkçede Okunabilirliğin Ölçülmesi, Ankara Üniversitesi, TÖMER Dil Dergisi, Sayı 58, 71-75.

Bezirci, B., Yılmaz, A., E., 2010, Türkçe İçin Yeni Bir Okunabilirlik Ölçütü Önerisi, SIU2010- IEEE 18. Sinyal İşleme ve İletişim Uygulamaları Kurultayı, Diyarbakır

Bradley, S., 2011, The Two Functions Of Type: Readability And Legibility, <http://www.vanseodesign.com/web-design/display-text-type/> [Erişim Tarihi: 29.12.2019]

Cengizhan, C. ve Ateş, D., 2006, Görsel Tasarım İlkelerinin BÖTE Bölümü Öğrencileri Tarafından Değerlendirilmesi, XV. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi. Muğla, Türkiye

Dikmen, Ü., 2013, Ekran Fontlarının Kullanılabilirliğe Etkisi, İDİL Dergisi, 2 (6), 306-323

Dursun, F., 2018, İndirilebilir Mobil Uygulamaların Okunurluk ve Okunabilirlik Açısından İncelenmesi: Ulusal Gazeteler Örneği, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.

Erdal, G., 2013, Ambalajın Dili ve Psikolojik Etkisi, Akademik Bakış Dergisi, 35, 1-10

Ham, P. V. (2010). Social Power in International Politics, New York: Taylor & Francis e-Library

Jackson, L., L., S., 1998, Developing and Validating an Instrument to Analyze the Legibility of a Web Pages Based Upon Text Style and Color Combinations, Degree of Doctor of Science, The School of Engineering and Applied Science of The George Washington University, USA

Jayarante, Y., S., N., Anderson, N., K., Zwahlen, R., A., 2014, Readability of Websites Containing Information on Dental Implants, Clinical Oral Implants Research, 25, 1319-1324

Kılıç, Y., 2009, Eski Ön Asya Toplumları Arasında Yazı ve Dil Etkileşimi, Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

Kızılsağak, E., 2014, Grafik Tasarım Ürünü Olarak Yazı Tasarımının Tarihi, E-Journal Of New World Sciences Academy, 9(2), 55-65

Legge, G., E., Denis, G., P., Rubin, G., S., Schleske, M., M., (1985), Psychophysics of Reading I. Normal Vision, Vision Res, 25 (2), 239-252

Lester, P., M., 2014, Visual Communication: Images with Messages, 6th Edition, Cengage Learning, ISBN: 9781133308645

Li, H., Stoller, B., 2007. Parameters of Mobile Advertising A Field Experiment, International Journal of Mobile Marketing. 2 (1), pp. 4-11

Lipton, E., B., 1990, The Effects of Typography Cuing on Retention, Faculty of the Graduate School University of Southern California in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Doctor of Philosophy, California

Mazlum, H., 2017, Modernizm Sürecinde Yeni Tipografi'nin Doğuşu ve Jan Tschichold, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi Cilt 18, Sayı 1.

Namlı, Ç., 2010, Mobil Uygulama Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi.

Park, W., 2014, Typography Principle by Viewpoint of Part and Whole, Archives of Design Research, 27 (1), 31-55

Papadima, A., Kourdis, E., 2015, Global Meets Local: Typographic Practices and the Semiotic Role of Subtitling in the Creation of Parodies in Cypriot Dialect on Internet Texts, Social Semiotics, DOI:10.1080/10350330.2015.1051343

Pipes, A., 2005, Production for Graphic Designers, Laurance King Publishing, London, ISBN: 978-1-85669-458-2

Reftery, J. 2016, The Economy of Typography (The Arrangement or Mode of Operation of Typography), Master of Thesis, Dublin School of Creative Arts, Dublin Institute of Technology, Ireland

Sarıkavak, N. Kemal. (1997) Tipografinin temelleri, İstanbul: Doruk Yayınları

Siemoneit, M., (1989), Typographisches Gestalten, Polygraph Verlag Frankfurt main

Stewart, A., 1986, Practice, principles, and theory in the design of instructional text. University of Glasgow PhD thesis, Scotland.

Tosunoğlu, M., 2010, Farklı Okuma Stillerinin Okuduğunu Anlama Sürecine Etkisi, Türklük Bilim Araştırmaları Dergisi.

Uçar, T. F. (2004). Görsel İletişim ve Grafik Tasarım. İstanbul. İnkılap Kitabevi.

Wang, Y., 2012, Designin Restoran Digital Menus to Enhance User Experience, Degree of Master of Fine Arts, Iowa State University, Ames, Iowa  
Wieldon, C., 2005, Type & Lay Out Are you communicating or just making pretty shapes. Hastings:The Worsley Press.

Yasa, S., 2012, Grafik Tasarımda İletişim ve Göstergebilim, İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi, 2(5), 267-278

Yeaman, A., R., J., 1984, Electronic Books and Legibility: A Microcomputer Simulation, University of Washington Phd Thesis, USA

Yılmaz, F., Temiz, Ç., 2014, Yabancılar Türkçe Öğretiminde Kullanılan Ders Kitaplarındaki Metinlerin Okunabilirlik Durumları, International Journal Of Leangues' Education and Teaching, 2, 81-91

URL\_1, <https://yigitambalaj.com.tr/Matbaa-Tarihi-ve-Bask%C4%B1-%C3%87e%C5%9Fitleri/>  
[Erişim Tarihi: 24.12.2019]

URL\_2, <https://www.slideshare.net/EnformatikSeminerleri/tpografi-seminer-sunumu>  
[Erişim Tarihi: 21.12.2019]

URL\_3, <https://www.laurenscharff.com/research/survreslts.html>  
[Erişim Tarihi: 13.01.2020]

URL\_4, <https://www.logoloji.com/tipografi-ve-okunurluk/>  
[Erişim Tarihi: 11.01.2020]

URL\_5, <http://www.serdarsezer.com/web-tasarimda-gorsel-hiyerarsi/>  
[Erişim Tarihi: 03.01.2020]