



Maket ve Dijital Ortamda Tasarım Üretkenliğinin Karşılaştırılması

Comparing Design Productivity: Analog and Digital Media

Çağda ÖZBAKİ, Gülen ÇAĞDAŞ, Elif Sezen Yağmur KİLİMCİ

ÖZ

Bu çalışma, bireysel tasarımcı bazında farklı tasarım ortam/araçları ile yürütülen tasarım süreçleri tasarım üretkenliği açısından analiz etmeyi amaçlamaktadır. Bunu yapabilmek üzere, bir mimar tasarımcı ile Fiziksel Maket ve Dijital Model ortamlarında protokol çalışmaları yürütülmüştür. Protokol çalışmalarından elde edilen veriler Linkograf yöntemi ile analiz edilmiştir. Buna göre bireysel tasarımcı bazında, iki farklı ortamdaki tasarım üretkenlikleri karşılaştırılmıştır. İki araç/ortamında yürütülen süreçlerinin tasarım üretkenliklerinde farklılıklar bulunmuştur.

Anahtar sözcükler: *Biliş; dijital model; fiziksel maket, Linkograf; protokol çalışmaları; sesli-düşünme; tasarım.*

ABSTRACT

This study aims at gaining an insight on designers' productive processes while designing via analog and digital media. Empirical data on design processes have been obtained from protocol analyses of single designer (an architect) solving an architectural design problem using physical and digital models. In order to encode the design productivity, Linkography (Goldschmidt, 1990) was utilized that allowed the inspection of design processes in the employment of media transition. The analyses of the coding scheme constituents, which are segmentation of the design moves, allowed a comparative study demonstrating the effect of the use of different media in the conceptual design phase. A quantitative assessment system of parameters of design productivity is introduced and applied to protocols of the two processes of two different media. Preliminary analysis indicates that there are differences between both media.

Keywords: *Cognition; digital modeling; physical model-making; linkography; protocol study; think-aloud; desig.*

İstanbul Teknik Üniversitesi, Bilişim Anabilim Dalı, İstanbul

Başvuru tarihi: 13 Ocak 2016 - Kabul tarihi: 15 Mayıs 2016

İletişim: Çağda ÖZBAKİ. **e-posta:** cagdaoz@yahoo.com

© 2016 Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi - © 2016 Yıldız Technical University, Faculty of Architecture

Giriş

Tasarım ile kullanılan araçlar arasında ilişki vardır. Bu ilişki çoğunlukla tasarım aracı ile tasarım süreci, düşüncesi, akıl yürütme yaratıcılık, üretkenlik, tasarımcı (uzman ya da yeni başlayan tasarımcı) gibi alanlar arasında ele alınmıştır. Bu bağlamda en yaygın ele alınan ve araştırmalarda kullanılan ortamın eskiz olduğu söylenebilir. Yapılan çalışmalara bakıldığında eskizin yukarıda sözü edilen açılardan ele alındığı ve her tür uzmanlık seviyesinde incelendiği görülmektedir (örn: Goel, 1995; Goldschmidt, 1990, 1991, 1992, 1995, 2003; Robbins, 1994; Cross, Christiaans, & Dorst, 1996; Schön, 1983; Schön & Wiggins, 1992; Suwa & Tversky, 1997; Purcell & Gero, 1998; Dorst, 2004; Bilda, Gero, & Purcell, 2006). Diğer taraftan maket ve dijital modelleme, tasarımcıların tasarım sürecinde yaygın olarak kullandıkları diğer tasarım ortamlarıdır. Ancak maket ve dijital modelleme ortamlarının tasarımlama ile olan ilişkilerinin incelendiği örneklerin sınırlı olduğu ortadadır. Bu çalışma, mimari tasarım sürecinde kullanılan Fiziksel Maket ve Dijital Model ortamları ile tasarım üretkenliği arasındaki ilişkiyi niceliksel açıdan analiz etmeyi amaçlamaktadır. Bu bağlamda (mimar) tasarımcı ile iki ortam üzerinde tasarım çalışması yapılmıştır. Protokol çalışmasından elde edilen veriler Linkograf¹ yöntemi ile analiz edilmiştir.

Yöntem

Biliş bilimi (cognitive science) alanında yapılan araştırmalar, tasarım çalışmalarını da derinden etkilemiştir (Newell & Simon 1972; Akın, 1986). Biliş biliminin başlangıç noktası disiplinler arası olmasıdır. Bu özellik, tasarım düşünce ve sürecini anlamada araştırmacılara bir çeşit çerçeve sağlamaktadır. Nitekim, tasarım süreci ve düşüncesi de bu disiplinler arası alanlardan beslenmektedir. Tasarım düşünce ve sürecini anlayabilmek üzere, tasarım aktivitelerinin mikro ölçekte deneysel çalışmaları gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmaların çoğunda protokol analiz yöntemi kullanılmıştır. Katılımcılarla yürütülen protokol çalışmaları, katılımcıların sesli-düşünme (think-aloud) ile yürüttükleri çalışma süreçlerinin kaydedilmesi ve bu kayıtlardan birtakım verilerin elde edilmesine dayanmaktadır. Bu şekilde elde edilen verilerin analiz edilmesi mümkün olmaktadır. Benzer şekilde bu çalışma kapsamında (mimar) tasarımcı ile Dijital Model (DM) ve Fiziksel Maket (FM) ortamları üzerinde iki farklı protokol çalışması yapılmış ve yürütülen çalışma süreçleri kaydedilmiştir. Bu araştırma kapsamında yapılan protokol çalışmaları ile ilgili gerekli bilgilere "Araştırma" başlığı altında yer verilmiştir. Bu bölümde araştırma yöntemi ile ilgili bilgi verilecektir.

Tasarımda protokol çalışmaları ve sesli-düşünme (think-aloud) yöntemi:

Tasarım çalışmaları alanında bu yöntemin kullanılması,

tasarım süreci ve düşüncesinin incelenmesini mümkün kılmaktadır (Groot, 1965/1978; Eastman, 1970; Akın, 1978; Ericsson & Simon 1984/1993; van Someren vd., 1994). Anders Ericsson² protokol analiz metodunu, "düşünüş üzerine ardışık fikirlerin sözel raporlanmasını sağlamak için bir titiz yöntem" olarak tanımlamaktadır. Zihnimizin derinliklerine direkt erişimimiz olmaması sebebiyle içinde olanlara dair sınırlı ulaşım sağlanabileceği düşünülmüş ve katılımcıların eylemi gerçekleştirirken ne düşündüklerini sesli olarak dile getirmeleri istenmiştir. Bu şekilde "sesli-düşünme (think-aloud)" yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntem, katılımcıların bir görev sırasında gerçek-zamanlı düşüncelerini ifade etmeleri ve bu ifadelerin raporlanmasına dayanmaktadır. Bu uygulamada katılımcının, çalışma sürecinde düşüncelerini anında ve sesli olarak dile getirmeleri söz konusudur. Bu noktada katılımcının düşüncelerini sesli olarak ifade etmesinin düşünme sürecini etkileyebileceği sorusu ortaya çıkabilir. Ancak Ericsson ve Simon'ın (1984/1993) yaptığı çalışmalarda, katılımcılara önceden yaptırılan sesli-düşünme alıştırması sayesinde, sesli-düşünmenin süreç üzerinde büyük değişimler meydana getirmediği ortaya konmuştur. Diğer taraftan, sesli-düşünme alıştırması yapmış olmasına rağmen ve/veya katılımcıların çalışma sürecinde sesli-düşünme durumunda kendini rahat hissetmeme durumları göz önüne alınarak seçim yapılmasına dikkat edilmiştir.

Sesli-düşünme sürecinde sözel ifadelerin yeterli olmayabileceği noktalarda başvurmak üzere, katılımcının görsel ve işitsel kaydının alınması söz konusudur.

Bu çalışma kapsamında da benzer yöntem kullanılmıştır. Katılımcıdan iki oturumda, farklı bir tasarım problemi öneri getirmesi istenmiştir. Çalışma süresince katılımcı, düşüncelerini sesli-düşünme yöntemi ile dile getirmiştir. Tasarımcının bu süreçteki görsel ve işitsel kaydı alınmıştır. Bu araştırma özelinde yapılan deneyden elde edilen veriler Linkograf yöntemi ile analiz edilmiştir.

Diğer taraftan, tasarım çalışmalarında yaygın ve meşru bir yöntem olarak kullanılan sesli-düşünme protokolünün birtakım kısıtlamaları da mevcuttur. Literatürde yer alan genel noktaları şu şekilde sıralamak mümkündür;

- düşüncelerin sözel olarak ifade edilmesinin katılımcıların davranış ve bilişsel performansını,
- katılımcının, o sıradaki gerçek bilişsel eyleme dair açıklamasının yetersiz ve/veya eksik olma ihtimali,
- katılımcının, farkında olmadan, o sırada verilen tasarım çalışması ile ilişkili olmayan açıklamalar yapabilmesi,
- tasarımcının başka bilgi kaynaklarına sınırlı erişiminin olması.

Araştırmacılar, bu etkileri biraz da olsa ortadan kaldı-

¹ Goldschmidt, 1990.

² <https://psy.fsu.edu/faculty/ericsson/ericsson.proto.thnk.html> [Erişim tarihi 18 Aralık 2015].

rabilmek üzere retrospektif (geçmişe yönelik) görüşmeler yapmayı tercih edebilirler. Bu şekilde tasarımcı, daha önce yaptığı ve kaydı alınan çalışmayı izlemek suretiyle o sırada ne düşündüğüne dair tanımlama yapar. Ancak bu şekilde elde edilen veriler de başka bir çeşit bozulma potansiyeli taşımaktadır. Bu da tasarımcının kendi sürecini gözlemlemesi ile, o sırada ne düşündüğünü dile getirmesi yerine izlediği durumda aklına gelen potansiyel düşünceleri dile getirme olasılığıdır (post-hoc realization: bir olay diğerinden önce ortaya çıkıyorsa onu ikinci olayın nedeni olarak gösterme durumu).

Bu noktalar bize, protokol çalışmalarında elde edilen verilerin dikkatli bir şekilde ele alınması gerektiğini gösterir. Bununla birlikte bu tip çalışmaların, tasarımlamanın doğasının özelliklerinin anlaşılmasına katkı sağlayabileceğine dair giderek artan bir fikir birliği oluşmaktadır. Bu çalışma kapsamında tasarımcılarla yapılan protokol çalışmalarında geçmişe dönük görüşmeler yapılması tercih edilmemiştir.

Sonraki bölümde, bu araştırma kapsamında yapılan protokol çalışmasına dair bilgilere yer verilmiştir.

Araştırma

Bu bölümde, bu araştırma kapsamında yürütülen protokol çalışmaları ile detaylı bilgiler sunulmuştur. Buna göre tasarım çalışmalarında Fiziksel Maket ve Dijital Modelleme olmak üzere iki grup yer almaktadır. Tasarımcıdan, iki farklı oturumda, FM ve DM ortamlarında farklı tasarım problemlerine öneri getirmesi istenmiştir.

Her iki tasarım denemesi için verilen tasarım probleminde, işlevlerin farklı olmasına; her ne kadar çalışmada farklı alanlar sunulsa da, gerek konum gerekse topoğrafik açıdan benzer özellikler göstermesine; alan ve hacim olarak büyüklüklerin yakın ve dengeli olmasına dikkat edilmiştir. Tasarımcıya, tasarım çalışmasını yürütmesi için zaman kısıtlamasında bulunulmamıştır. Tasarım çalışmaları genel-

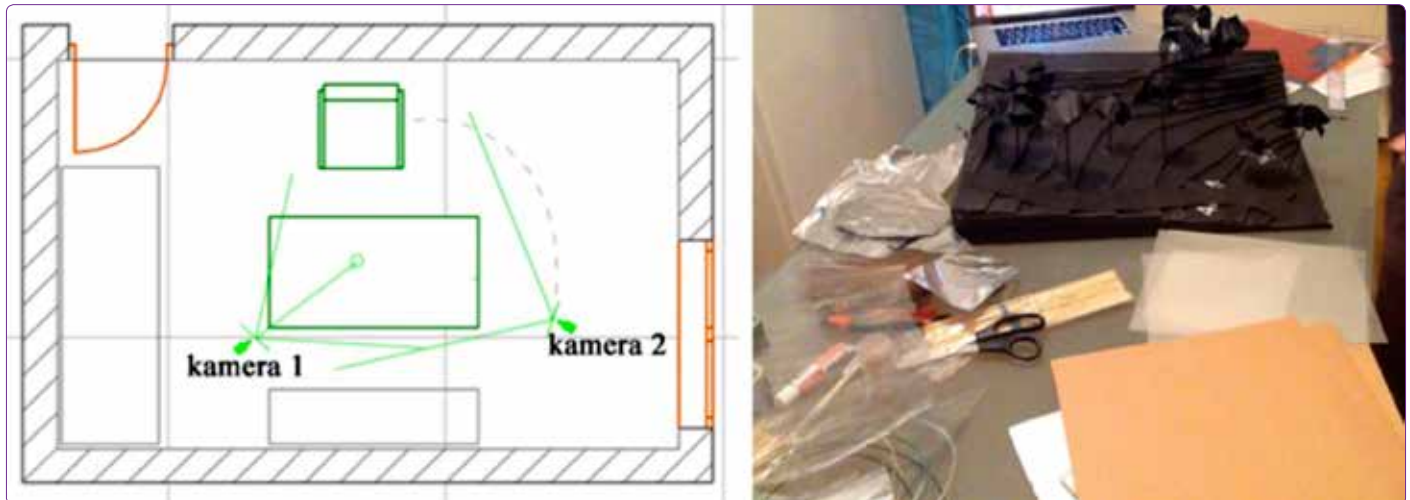
likle, tasarımcının performansına bağlı olarak, 1 saat ile 2 saat arasında değişkenlik göstermektedir. Denemeci tüm oturumlarda, tasarımcıyı gözlemlemek, kayıt tutmak ve gerekli olduğu durumlarda tasarımcının sorularını yanıtlamak üzere hazır bulunmuştur.

Katılımcı olan (mimar) Tasarımcı-G, tasarım çalışmalarını birer hafta ara ile aynı gün, saat ve aynı çalışma ortamında yapmıştır. Çalışmaların birer hafta ara ile yapılmasında üç neden vardır; birincisi, çalışmaların uzun zaman alması nedeniyle katılımcının, bir oturumda bir tasarım problemi üzerinde çalışabilecek kadar vakit ayırabilmesi; ikincisi, çalışmaların verimli olabilmesi için katılımcının bir oturumda bir tasarım çalışması yapabilmesi; üçüncüsü ise, katılımcının FM ve DM durumlarında çalışması için verilen alan ve tasarım problemlerinin birbirine yakın, ancak farklı olmasıdır. Bu şekilde katılımcının, tasarım alanı ve tasarım problemi üzerinde düşünme olasılığının mümkün olduğu kadar minimize edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmaya katılan Tasarımcı-G, İTÜ Mimarlık bölümünden mezun olup, aynı üniversitenin Mimari Tasarımda Bilişim Doktora Programında doktora öğrencisidir. Tasarımcı-G, Rhino, SketchUp programlarını ileri düzeyde kullanabilmekte ve tasarım yaparken maket ile çalışabilmektedir. Katılımcı, çalışmada Dijital Modelleme ortamında SketchUp yazılımını kullanmıştır.

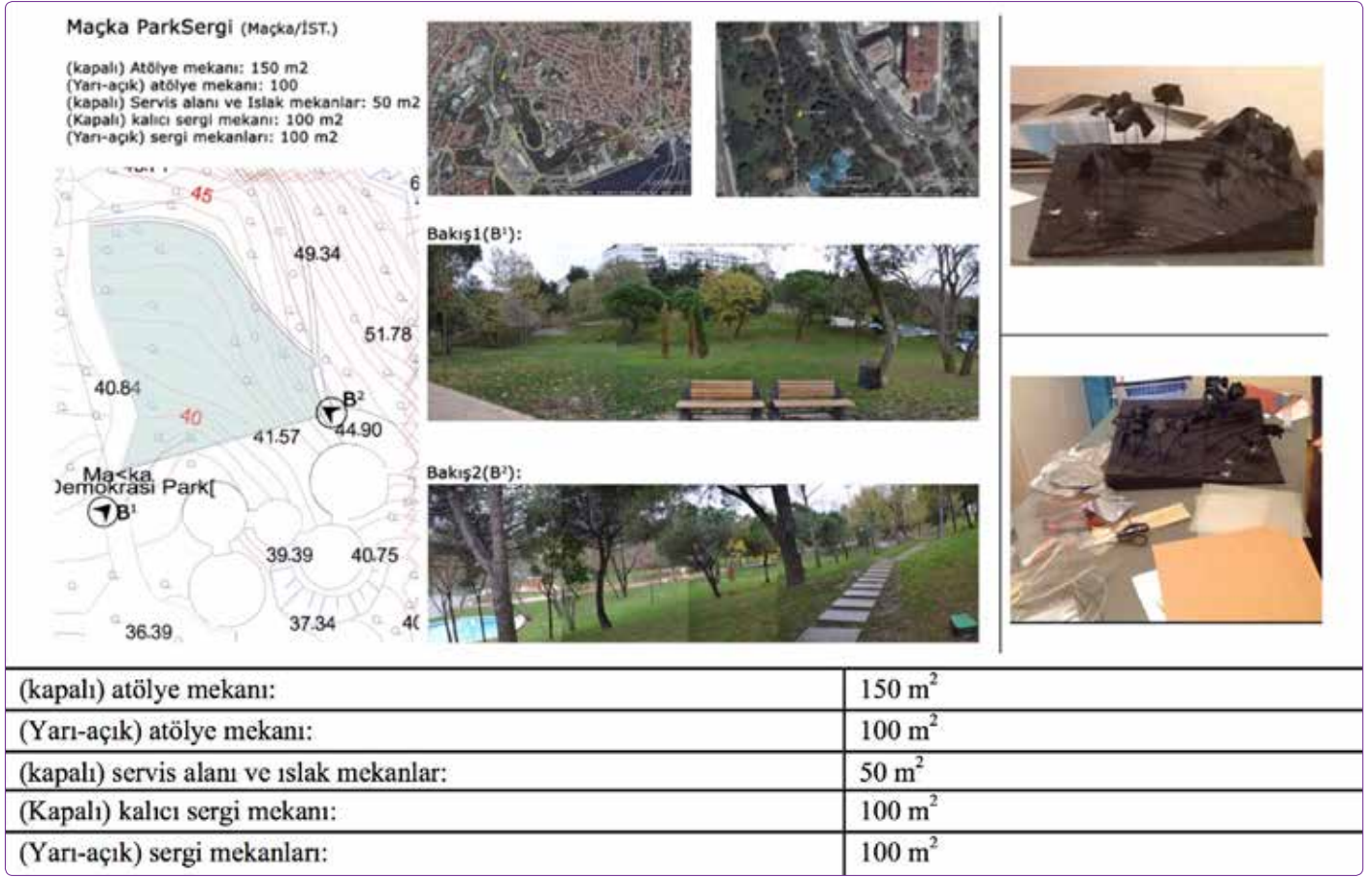
Tasarım Çalışması-1: Fiziksel Maket Ortamı

(Mimar) Tasarımcı-G her iki tasarım oturumunda kendisine sağlanan aynı ortamda çalışmıştır. Şekil 1'de FM çalışma ortamı ve kayıt yapan kameraların konumu verilmiştir. FM çalışmasında katılımcı, biri sabit diğeri hareketli olmak üzere iki açıdan kayıt edilmiştir.

Tasarım problemi-1: Fiziksel Maket ortamı: tasarımcıdan, Tasarım Problemi-1 olarak verilen 1/100 ölçekli maket üzerinde ve maket malzemelerini kullanarak, belirtilen çalışma alanı içinde, detayları verilen (Şekil 2) tasarım sorunu-



Şekil 1. Fiziksel Maket çalışma ortamı.



Şekil 2. Fiziksel Maket çalışmasına ait bilgilendirme dokümanı ve tasarım problemi-1.

na dair bir tasarım önerisinde bulunması istenmiştir.

Katılımcı, Fiziksel Maket çalışmasında, park içinde kapalı ve yarı açık olmak üzere atölye, sergi ve hizmet alanlarını barındıran, toplam 500 m² büyüklüğe sahip bir tasarım problemi üzerinde çalışmıştır. Tasarımcıya çalışma alanı ve yakın çevresine dair 1/100 ölçekli bir arazi maketi ve maket malzemeleri hazır olarak verilmiştir. Mimar tasarımcıya, malzeme ile ilgili kısıtlamada bulunulmamıştır. Tasarımcının, Fiziksel Maket çalışmasında, özellikle kullanmayı tercih ettiği herhangi bir malzeme olup olmadığı (çalışma sırasında bu malzemeleri hazır bulundurmamak amacıyla) daha önceden sorulmuştur. Katılımcı, özel bir malzeme talep etmemiştir. Çalışma sürecinde tasarımcıya bir zaman kısıtlamasında bulunulmamıştır. Tasarımcı, çalışmasına kendi inisiyatifi ile, 'tatminkar' bir öneri getirdiğini düşündüğü aşamada son vermiştir. Bu süre, Tasarım Problemi-1 (FM ortamı) çalışması için toplam 1 saat 50 dakikadır (110 dakika) (çalışma süresi tasarımcının performansına göre değişim göstermektedir). Tasarımcının süreci, iki farklı açıda konumlandırılan kameralarla kayıt edilmiş olup, Tablo 1'de Fiziksel Maket çalışmasında izlenen prosedür gösterilmiştir.

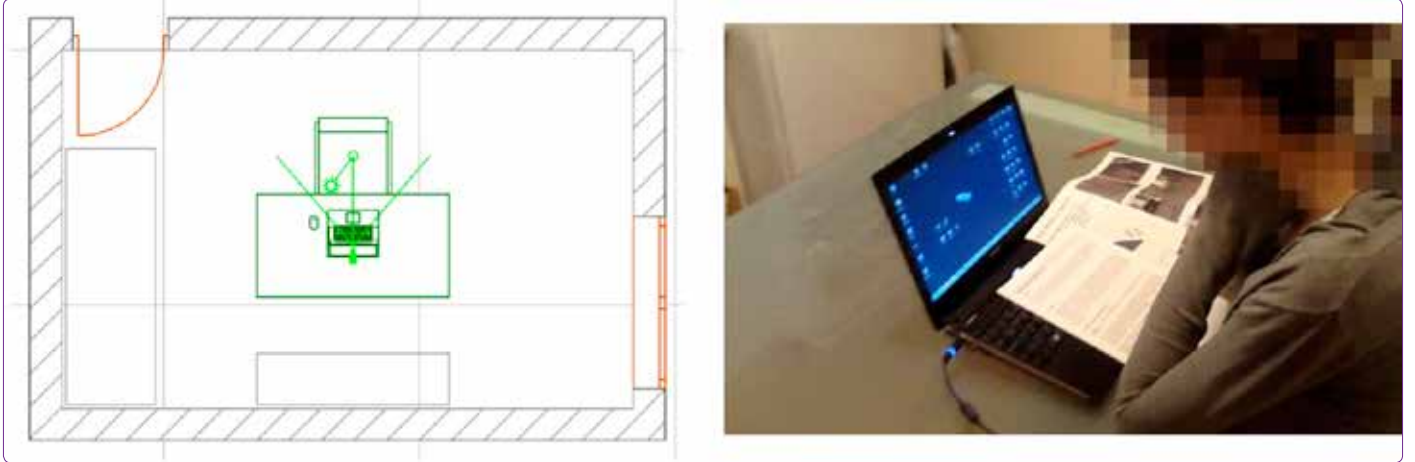
Tasarım Çalışması-2: Dijital Model Ortamı

Mimar Tasarımcı-G her iki tasarım oturumunda ken-

disine sağlanan aynı ortamda çalışmıştır. Şekil 3'te Dijital Model çalışma ortamı ve kayıt yapan kamera konumu ve-

Tablo 1. Fiziksel Maket ortamı Protokol çalışma prosedürü

Sıra	Açıklama
1	Tasarımcının (yaş, cinsiyet, mezun olduğu okul, geçmiş deneyim ve becerileri vb.) genel özelliklerini anlayabilmek üzere ön görüşmenin yapılması
2	Fiziksel Maket çalışmasına dair ön sunum; yürütülen tasarım çalışmasının içeriğine dair kısa bilgi verilmesi
3	Sesli-düşünme denemesi; katılımcıya sesli-düşünme yönteminin anlatılması ve küçük ölçekli sesli-düşünme alıştırmalarının yapılması
4	Tasarımcının Tasarım Problemi-1 (FM ortamı) hakkında bilgilendirilmesi, verilen tasarım problemini incelemesi, soru sorma ve soruları yanıtlamak için 15 dakikalık zaman tanınması
5	Katılımcının Tasarım Problemi-1 (FM)'de belirtilen kriterleri göz önüne alarak, bir tasarım önerisi getirmek üzere çalışma yapması
6	Fiziksel Maket çalışma sonrasında, geribildirim almak üzere katılımcı ile görüşme yapılması



Şekil 3. Dijital Model çalışma ortamı.

Forum Mimarlık (İTÜ Taşkışla/İST.)

(kapalı) Kollokyum mekanı: 150 m²
 (yarı-açık) Kollokyum mekanı: 100 m²
 (kapalı) Servis alanı ve ıslak mekan: 50 m²
 (Kapalı) kalıcı sergi mekanı: 100 m²
 (Yarı-açık) sergi mekanı: 100 m²

(kapalı) kolokyum mekanı:	150 m ²
(yarı-açık) kolokyum mekanı:	100 m ²
(kapalı) servis alanı ve ıslak mekanlar:	50 m ²
(Kapalı) kalıcı sergi mekanı:	100 m ²
(Yarı-açık) sergi mekanı:	100 m ²

Şekil 4. Dijital Model çalışmasına ait bilgilendirme dokümanı ve tasarım problemi-2.

rilmiştir. Dijital model çalışmasında ise katılımcının, kişisel bilgisayarlarına yüklenen bir yazılım ile, aynı anda çalışma ekranı ve tasarımcının hareketlerinin kayıt edilmesi mümkün olmuştur.

Tasarım problemi-2: Dijital Model ortamı: Tasarım çalışmasının ikinci oturumunda, Tasarımcı-G'den, Tasarım Problemi-2 (Şekil 4) olarak verilen alanda (farklı bir arazi), bir tasarım önerisi getirmesi istenmiştir.

Tasarımcıya çalışma alanı ve yakın çevresi SketchUp programında modellenmiş olarak verilmiştir. Dijital model çalışmasında katılımcı park alanı içinde kapalı ve yarı açık olmak üzere; kolokyum, sergi ve hizmet alanlarını barındıran toplamda 500 m² büyüklüğe sahip bir tasarım problemi üzerinde çalışmıştır. Tasarım problemi-2 (DM) çalışması, toplam 2 saat 10 dakika (130 dakika) sürmüştür (katılımcıya bir süre kısıtlamasında bulunulmamıştır, bu nedenle

çalışma süresi tasarımcının performansına göre değişim göstermektedir). Tasarımcının kişisel bilgisayarına yüklenen bir yazılım ile tasarımcının süreci kayıt altına alınmıştır (bu şekilde tasarımcının süreçte ekran hareketleri, görsel ve işitsel verilerini kayıt etmek mümkün olmuştur). Dijital Model çalışması sürecindeki prosedür Tablo 2’de verilmiştir.

Yukarıda detaylı bilgileri verilen, FM ve DM protokol çalışmalarından elde edilen bulgular Linkograf grafiklerinin oluşturulmasında kullanılmıştır. Sonraki bölümde tasarım sürecinde kullanılan, bireysel tasarımcıya ait FM ve DM tasarım süreçlerinin Linkograf analizlerine yer verilmiştir.

Analizler

Linkograf Analizi

Linkograf, Goldschmidt tarafından geliştirilen, tasarım hareketleri ve bu hareketler arasındaki bağlantılara odaklanan tasarım süreçlerinin analiz ve işaretlenmesine dayalı bir sistemdir.³ Burada ‘hareketler, tasarım protokollerinin ardışık sözel ifadelerinin ayrıştırılması ile ele edilen tasarım incelemesinin durumunu değiştiren küçük adımlar’ olarak tanımlanır.⁴ Hareketlerin birbirleri ile olan ilişkileri ise bağlantıları (links) oluşturur. Bu bağlantıların bir araya gelmesi ile bir çeşit ağ ortaya çıkar. Bu şekilde, belirli süre içinde bir tasarım problemi üzerinde çalışan tasarımcının, tasarım uzamının tasvir edilmesi mümkün olur. Bağlantılar, tek başlarına tasarım uzamının tümünü tanımlayamasa da kısmi bir tasvir yapılabilmesine olanak sağlar. Yani, belirli bir noktada, tasarımcının düşünce sürecine dair bir fikir edinmek mümkündür. Hareket ve bağlantıların kodlanması ile ortaya çıkan örüntü, tasarım süreci hakkında ayrıntılı bir resim ortaya konulmasına yardımcı olur. Bu noktada tasarım hareketleri (design moves) ve bu hareketler arasındaki bağlantıları (links) tanımlamak yerinde olur.

Tasarım Hareketleri (design moves): tasarımcının, tasarım sürecinde ortaya koyduğu ardışık akıl yürütme (reasoning) eylemleridir.⁵ Bireysel tasarımcıya ait tasarım hareketleri, tasarımcının süreç içinde ‘sesli-düşünme’si durumunda sözel ve görsel kayıtlarının dökümünün yapılması sonucu elde edilir. Bu süreç her tasarımcının tasarımlama durumuna göre değişebileceği gibi, çalışmanın amacına uygun olarak kısıtlanmış belirli bir zaman içinde de yapılabilir.

Bu çalışmada tasarımcı, her biri yaklaşık iki saat süren, iki farklı tasarım ortamında ve iki farklı tasarım problemi üzerinde sesli-düşünerek bir çözüm önerisi getirmiştir. Bu sırada gözlemci, tasarımcının sorularını yanıtlamak ve gözlem yapmak üzere hazır bulunmuş, ancak tasarımcının sürecine herhangi bir müdahalesi olmamıştır. Protokoller,

Tablo 2. Dijital Model ortamı Protokol çalışma prosedürü

Sıra	Açıklama
1	Tasarımcının (yaş, cinsiyet, mezun olduğu okul, geçmiş deneyim ve becerileri vb.) genel özelliklerini anlayabilmek üzere ön görüşmenin yapılması
2	Dijital Modelleme çalışmasına dair ön sunum; yürütülen tasarım çalışmasının içeriğine dair kısa bilgi verilmesi
3	Sesli-düşünme denemesi; katılımcıya sesli-düşünme yönteminin anlatılması ve küçük ölçekli sesli-düşünme alıştırmalarının yapılması
4	Tasarımcının Tasarım Problemi-2 (DM ortamı) hakkında bilgilenmesi, verilen tasarım problemini incelemesi, soru sorma ve soruları yanıtlamak için 15 dakikalık zaman tanınması
5	Katılımcının Tasarım Problemi-2 (DM)’de belirtilen kriterleri göz önüne alarak, bir tasarım önerisi getirmek üzere çalışma yapması
6	Dijital Modelleme çalışma sonrasında, geribildirim almak üzere katılımcı ile görüşme yapılması

tasarımcının bu süreçte tasarım ögesine ait dolaylı ya da dolaysız olarak ürettiği tutarlı önermeyi barındıran hareketlere göre ayrıştırılmıştır.

Burada tasarım hareketleri, tasarım akıl yürütmesine dair temel yapı blokları olarak görülebilir. Tasarımlama, zamanla birbirini izleyen tasarım hareketlerinin üretilmesi ile oluşmaktadır. Dolayısıyla, bu hareketlerden oluşan sürecin incelenmesi bize tasarım süreci hakkında da bilgi verir. Bu çalışma, tasarım hareketleri ile bunlar arasındaki topolojik bağlantıları anlamak amaçındadır.

Bağlantılar (Links): bir tasarım hareketinin diğeri ile olan ilişkisinin ortaya konmasıdır. Bir protokolda (varsa), bir hareketin bir önceki hareket(ler) ile olan bağlantısının olup olmadığına karar vermek önemlidir. Bağlantılar, hareketlerin içeriğine dayanmaktadır. Her bir hareketin, kendinden önceki hareket/hareketlerle, içerik olarak ilişkili olup olmadığı kontrol edilerek işaretleme yapılır. Goldschmidt⁶ iki tür hareket bağlantısı tanımlar: ileribağlantı (forelink) ve geribağlantı (backlink). Bu durumda geriye dönük ilişkiler geribağlantılar (backlinks) olarak adlandırılır ve ‘<’ sembolü ile gösterilir. İleriye dönük ilişkiler ise ileribağlantı (forelinks) olarak adlandırılır ve ‘>’ ile ifade edilir. Şekil 5a’da M1 ve M2 arasındaki geribağlantıyı, Şekil 5b’de ise iki hareket arasındaki ileribağlantı gösterilmektedir.⁷

İkiden fazla hareketi içeren tasarım dizilerinde, düğüm olarak ifade edilen bağlantılar bir örüntü ortaya çıkarır. Burada odak noktası olan ve değişkenlik gösteren öge bağlantılardır (links). Bu şekilde oluşturulan temsiliyet, Linkograf

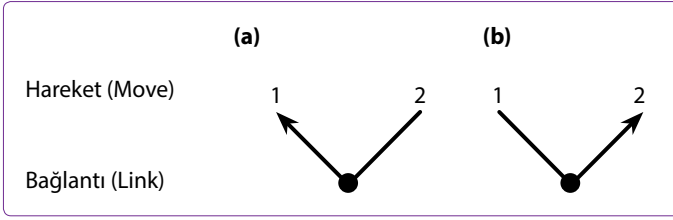
³ Goldschmidt, 1990, 2003.

⁴ Goldschmidt, 2005, s. 593.

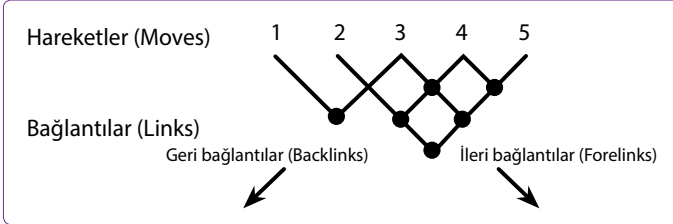
⁵ Goldschmidt, 1990, s. 291.

⁶ Goldschmidt, 2014, s. 48.

⁷ Goldschmidt, 2014, s. 49.



Şekil 5. 1 ve 2 numaralı hareketler arasındaki bağlantılar: (a) M2, M1 ile bir adet geribağlantıya sahiptir. (b) M1, M2 ile bir adet ileribağlantıya sahiptir.⁸



Şekil 6. 5 hareketin oluşturduğu 6 bağlantıyı gösteren Linkograf örneği. Düşümler bağlantıları, çizgiler ise ağ sistemini göstermektedir.¹⁰

olarak adlandırılır.⁹ Şekil 6, altı bağlantıyı içeren beş tasarım hareketini gösteren bir Linkograf örneğidir. Bu örnekte; M1'in, M3 ile bir ileribağlantısı; M2'nin, M4 ve M5 ile iki ileribağlantısı; M3'ün, M4 ve M5 ile iki ileribağlantısı ve M1 ile bir geribağlantısı; M4'ün, M3 ve M2 ile iki geribağlantısı, M5 ile bir ileribağlantısı; M5'in ise M4, M3 ve M2 ile üç geribağlantısı olduğunu görülmektedir.

Goldschmidt, mikro (bilişsel) düzeydeki tasarım sentezinin, düşünme ve değerlendirme eylemlerinin döngüsünden meydana gelen bir aramadan çıkmasıyla anlaşılabilirliğini belirtir.¹¹ Bu eylemler, uygun olabileceği kabul edilene kadar, bir orijinal tasarım önerisini ya da çözümünü aşamalı olarak şekillendirmektedir. Burada Goldschmidt, söz konusu tasarım eylemlerini hareketler olarak tanımlanmakta ve bu hareketler arasındaki bağlantıların, entegre bir sonuç ürün ya da sentezlerin iyi uyumuna olanak verdiğini öne sürmektedir.¹² Bu noktada Goldschmidt, orijinallik ve uygunluk kavramlarına aynı yolla ulaşım sağlayamayacağını sorgular ve bunlara aynı şekilde ulaşım sağlayabileceğini söyler. Orijinal olana ulaşmak için tasarımcının bir öneride bulunması; uygunluğu sağlamak içinse bu önerinin, gereksinimleri sağlayabilmek üzere önceden atılmış adımlarla tutarlı olup olmadığının değerlendirilmesi gerektiğini belirtir. Eğer uygunluk yoksa çelişkiler oluşabilir, ki bu da zorluklar çıkması ya da gereksinimleri karşılamayan bir çözüm önerisinin başarısızlığı ile sonuçlanması demektir. Hareketlerin küçük tasarım adımları olduğu göz önüne alınırsa, bir hareketin, bir tasarım önerisi barındırması için

yeterli olmadığı görülür. Goldschmidt, bütünsel bir senteze varılabilmesi için bunların birbiri üzerine ya da karşı hareketler üzerine kurulması ve geliştirilmesi gerektiğini ifade eder. Benzer şekilde, tasarımcının bir değerlendirme yapılabilmesi için, bir öneriyi genellikle daha önceden ortaya çıkmış pek çok sorun ile eşleştirdiğini belirtir. Bir öneride bulunulacağı zaman ileri baktığımızı ve yaptığımız hareketin büyük olasılıkla, süreç içinde hemen sonraki hareketi takip eden ya da ileride meydana gelen hareketlerle bağlantılı olduğunu söyler. Değerlendirme yaparken de, şimdiki iş ile önceki hareket arasında iyi bir 'uyum (good fit)' olduğundan emin olmak için şimdikiye kadar neler yapıldığına, çelişkilerin, uyumsuzlukların ve tasarım sürecinde başka belirgin olumsuz sonuçlar olup olmadığına baktığımızı belirtir. Bu nedenle Goldschmidt, geriye bakmanın geribağlantıları, ileri bakmanın ileribağlantıları oluşturduğunu iddia eder.¹³ Bu iki tür bağlantının farklı anlamlar barındırması söz konusudur.

Bu araştırma kapsamında Linkograf analizi, tasarımcının Fiziksel Maket ve Dijital Modelleme ortamlarında yürüttüğü tasarım süreci üretkenliğinin analiz edilmesi ve karşılaştırılmasında kullanılmıştır.

Linkograf ve Tasarım Üretkenliği

Linkograf, tasarım hareketleri arasındaki bağlantıların görsel olarak ifade edilmesini sağlayan bir çeşit grafik temsil sistemi. Linkograf grafiğine bakıldığı zaman üç tür örüntü tanımlanır: chunk (yığın), web (ağ), sawtooth track (testere dişi yolu)¹⁴ (Şekil 9). Link indeksi (Link Index, L.I.) ve Kritik Hareketler (Critical Move, CM)'lar ise Linkograf analizinden çıkarılan sayısal değerlerdir. Link index (L.I.) ve critical move'lar (CM) oranları ise tasarım üretkenliğinin ölçülmesi için kullanılır.

Bu bağlamda öncelikle CM ve L.I. terimlerinin tanımlanmasına, daha sonra chunk, web, sawtooth track ne anlama geldiğine ve bu değerlerin tasarım süreci üretkenliğinin açıklanmasında nasıl rol oynadığına dair bilgi verilmiştir.

Kritik Hareketler (Critical Moves, CM)

Bir tasarım protokolünde bağlantı üretim oranı sabit değildir. Bazı hareketler diğerlerine göre daha fazla sayıda geribağlantı ya da ileribağlantı bağlantı üretir. Goldschmidt, üç tür hareket tanımlar: artık hareketler (orphan moves), tekyönlü hareketler (unidirectional moves) ve çiftyönlü hareketler (bidirectional moves).¹⁵ Bunlara ek olarak sayıca zengin bağlantı içeren hareketler de kritik hareketler (critical moves) olarak tanımlanır. Artık hareketler (orphane moves), bir protokolda herhangi bir bağlantı barındırmayan hareketlerdir. Pek çok Linkograf'ta az sayıda da olsa artık hareketler bulunabilir. Goldschmidt, artık hareketlerin,

⁸ Goldschmidt, 2014, s. 49 kaynağından derlenerek yeniden çizilmiştir.

¹¹ Goldschmidt, 2014, s. 50.

⁹ Goldschmidt, 2014, s. 49.

¹² Goldschmidt, 2014, s. 50.

¹⁰ Goldschmidt, 2014, s. 49 kaynağından

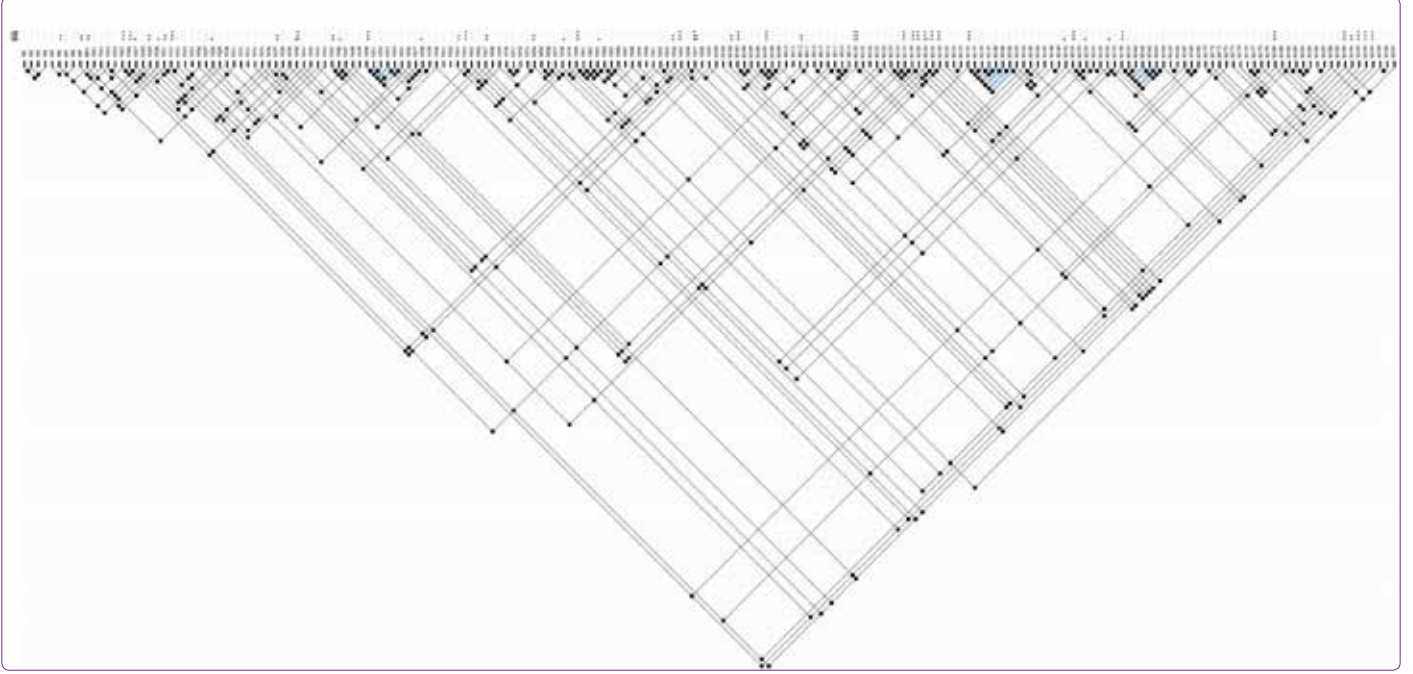
¹³ Goldschmidt, 2014, s. 50.

ması amacıyla, aynen kullanılması

¹⁴ Bu çalışmada söz konusu terim ve kısaltmaların, literatüre bağlı kalın-

uygun görülmüştür.

¹⁵ Goldschmidt, 2014, s. 55.



Şekil 7. Tasarımcı-G'ye ait Fiziksel Maket protokol çalışması Linkograf grafiği.

tasarımcının yetkinlik düzeyi ile bağlantılı olduğunu belirtir. Uzman tasarımcılarla yapılan çalışmaların, yeni tasarımcılara göre daha az artık hareket barındırdığı ortaya konmuştur.

Sadece geribağlantı ya da sadece ileribağlantı barındıran hareketler, tekyönlü (unidirectional) olarak tanımlanır. Goldschmidt,¹⁶ Bu tür hareketlerde tasarımcının, geldiği noktaya kadar ortaya çıkan ya da yapılanlar arasında arka da kalmış ancak daha sonraki hareketlerle bağlantı sağlayan yeni fikirlerin oluşması üzerine yoğunlaştığı yorumunu getirir. Çift yönlü (bidirectional) hareketler ise, hem geribağlantı hem de ileribağlantıları barındırırlar. Bütün bu hareketler içinde kritik hareketler (Critical Moves, CM) özel bir öneme sahiptir.

Kritik hareketler (Critical Moves, CM): bir protokolda hareketin kritik (critical move) olarak tanımlanması, yapılan çalışmanın içeriğine bağlı olarak değişkenlik gösterir. Benzer şekilde, bir hareketin içerdiği bağlantı sayısına eşik (threshold) karar verilmesi de içerikle ilgilidir. Goldschmidt,¹⁷ kritik hareketleri (CM), eşik (threshold) sayısını da t olarak ifade etmektedir. Bu durumda eşik geçen kritik hareketler CM^t olarak sembolize edilir. Bir protokolda belirlenen sayıda bağlantıyı iki şekilde saymak mümkündür. Birincisi, bir hareketin ürettiği bağlantı sayılarının toplamına ya da her iki yönden birine (ileribağlantı ya da geribağlantı) ait bağlantı sayısına bakmaktır. İkinci seçeneğin ileri ya da geri yönlü bir harekete bağlı bağlantıların sayılarının belirlenmesi daha zengin bir analiz olanağı sunar. Golds-

chmidt, ileri yönlü eşik geçen kritik hareketleri CM^t >, geri yönlü eşik geçen kritik hareketleri <CM^t, her iki yönde eşik geçen bağlantıları da <CM^t > olarak sembolize eder.¹⁸ Bir örnek vermek gerekirse, <CM⁷ şeklinde bir ifade bize, eşik sayısı en az 7 geri yönlü bağlantıyı barındıran kritik hareketin sembolize edilmesini gösterir.

Goldschmidt, tanımladığı bu kritik hareketler ile tasarım süreci üretkenliği arasında bir bağlantı kurar.¹⁹ Gestalt psikologları yineleyici ve üretken problem çözme arasında ayrım yaparlar.²⁰ Buna göre yineleyici problem çözme, çözücünün daha önceki problemler için başarılı olmuş çözümleri yineleyerek oluşturduğu süreçler olarak tanımlanır. Güncel problem yeni değilse ve geçmişte karşılaşılan sorunlara benzerlikler gösteriyorsa, aynı çözümün yinelenmesiyle güncel probleme dair bir çözüm getirilebilir. Ancak güncel problemin yeni olması, geçmişte karşılaşılan sorunlarla bir benzerlik göstermemesi ve yeni bir çözüm aranması durumunda, yineleyici süreçlerin yetersiz kalması söz konusudur. Bu durumda, üretken bir çözüm sürecine ihtiyaç vardır. Bu süreçte, problem çözücünün sorun ile başa çıkabilmesi için, problemin yeniden yapılandırıldığı üretken bir sürece gereksinim doğar. Max Wertheimer, insanların problemler için yeni çözümler bulmakta gösterdikleri düşünce biçimini “üretken düşünce (productive thinking)” olarak adlandırır. Goldschmidt de bu noktadan hareketle “üretken tasarımlama” kavramını ortaya koyar. Buna göre Goldschmidt, bir tasarım sürecinde, tasarımcının çözüme ulaşabilmesi için üretken bir sürece ihtiyacı olduğunu belir-

¹⁶ Goldschmidt, 2014, s. 57.

¹⁷ Goldschmidt, 2014, s. 58.

¹⁸ Goldschmidt, 2014, s. 59.

2014, s. 88.

¹⁹ Goldschmidt, 1990; Goldschmidt, ²⁰ Wertheimer, 1945, 1971.

tır. Buna göre tasarım üretkenliği, bir Linkografin yapısında gözlemlenebilir. İleribağlantılar ve geribağlantıları barındıran kritik hareketler (CM) arasındaki denge, tasarım sürecinin üretkenliğine dair bir veri olarak değerlendirilir.²¹

Goldschmidt'in 1990 ve 2014 yıllarında yaptığı çalışmalardan referansla bu çalışmada Fiziksel Maket ve Dijital Modelleme durumlarında ortaya çıkan kritik hareketler (CM) ve bu süreçte üretilen tasarım fikirleri ile CM ilişkisini ortaya koyabilmek üzere, Tasarım-G ile yapılan protokol çalışmalarının analiz edilmiştir. Aşağıda, analizler sonucunda ortaya çıkan Linkograf grafiklerinden elde edilen verilere detaylı olarak yer verilmektedir.

Bu çalışma kapsamında her iki ortam (Fiziksel Maket ve Dijital Model) için eşik düzeyi seçilmiştir t=4 seçilmiştir (CM⁴). Araştırmada bireysel Tasarımcı-G ile yürütülen Fiziksel Maket protokol çalışması toplam 110 dakika sürmüş ve süre içinde 197 hareket ve bu hareketlerin oluşturduğu 397 adet bağlantı tespit edilmiştir. Buna göre Tablo 1'de yer verilen, Fiziksel Maket ortamında t=4 eşikinde 54 adet kritik hareket tespit edilmiştir. Bunlardan, ileribağlantı sayısı (CM⁴>) 31, geribağlantı (CM⁴<) 23, ileribağlantı ve geribağlantı (<CM⁴>) birlikte barındıran bağlantı sayısı 4'tür.

Şekil 7'de, Fiziksel Maket ortamında Tasarımcı-G'nin tasarım sürecinde ortaya çıkan t=4 seviyesindeki kritik hareketler gösterilmektedir. Tablo 3'te ise FM tasarım süreci boyunca hangi aralıkta ne kadar sayıda ileri ve geri hareketlerin olduğu ve bu hareketlerin hangileri olduğu belirtilmiştir.

Tasarımcı-G'nin Fiziksel Maket protokolünden bir örnek verecek olursak, M79-95 hareket aralığında verilebilir. Bu aralıkta toplam 2 adet CM⁴> ve 2 adet CM⁴< üretilmiştir. Bu aralıktaki CM'lerin yoğunluğu, sergi mekanlarının biçimsel olarak makette üretilmesi ve denenmesine dayanmaktadır. Bunlardan 1'i geriye dönük CM'larda meydana gelmiştir. Geribağlantılı CM'de meydana gelen durum ise, bu aralıkta tasarım ilişkilerinin denemesi sonucunda bir önceki tasarım hareketlerindeki fikre geri dönüş yapılmasına dayanmaktadır. Bu aralıkta oluşturulan 1 adet geribağlantılı CM (M94)'da yer alan geriye dönük fikrin kullanılmasına karar verilmiştir.

Dijital Modelleme ortamında Tasarımcı-G, 131 dakika içinde 204 adet hareket ve toplam 295 bağlantı üretmiştir. Bu hareket ve bağlantıların meydana getirdiği Linkograf grafiği Şekil 8'deki gibidir.

Buna göre Tablo 4'te Dijital Modelleme sürecinde ortaya çıkan kritik hareketler gösterilmiştir. Buna göre M1-43 aralığında 4 adet CM⁴> ve 2 adet CM⁴< olmak üzere toplam 6 adet CM meydana gelmiştir. Bu aralıkta üretilen tasarım fikirlerine örnek ise; tasarım yapılacak olan alana yaya yak-

Tablo 3. Fiziksel Maket t=4 düzeyinde üretilen kritik hareketler

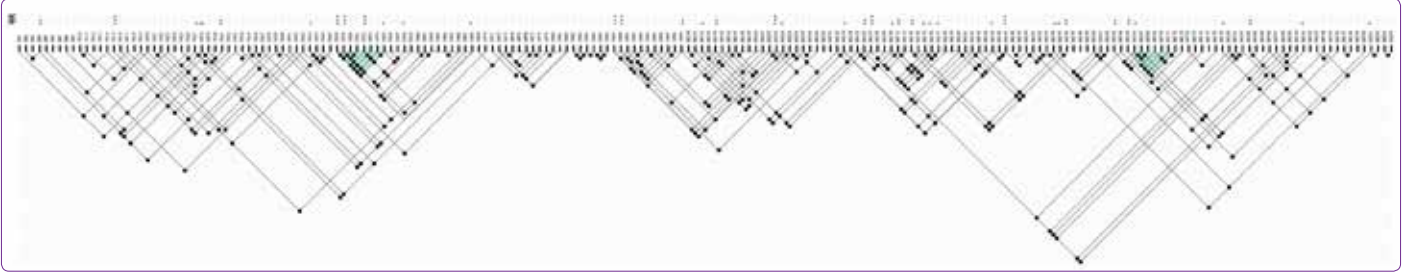
Hareketler	CM ⁴ >	CM ⁴ <	CM ⁴ (Adet)
M1-49	12 (M6, M9, M10, M15, M16, M20, M21, M22, M37, M40, M45, M46)	4 (M17, M19, M28, M40)	16
M50-59	1 (M50)	1 (M58)	2
M63-78	4 (M63, M64, M67, M78)	1 (M74)	5
M79-95	2 (M80, M83)	2 (M94, M95)	4
M96-102	2 (M97, M102)	1 (M97)	3
M103-120	4 (M103, M107, M112, M120)	1 (M120)	5
M121-149	3 (M128, M130, M136)	5 (M127, M129, M130, M131, M132)	8
M150-180	3 (M151, M156, M158)	3 (M150, M153, M180)	6
M181-197	—	5 (M190, M191, M192, M193, M194)	5
Toplam	31	23	54

laşımalarının ve ana girişlerin düşünülmesi, sergi mekanı ile kapalı kolokyum mekanı ilişkisinin kurgulanması, kolokyum mekanı için 'amfi' benzeri bir biçim oluşturulması verilebilir.

Tasarım sürecinde meydana gelen kritik hareketlerin (CM) karşılaştırılması tasarım üretkenliğinin ölçülmesi ve sürecin analiz edilmesinde bize ışık tutar. Ancak sadece kritik hareketlerin analiz edilmesi yeterli olmamaktadır. Goldschmidt, kritik hareketlerin (CM) yanı sıra Link İndeksi (Link İndeks, L.I.) olarak tanımlanan değerlerin, bu süreçleri anlamakta yardımcı olacağını belirtir.²² Bu nedenle iki ortam arasındaki Link İndeksi'ne dair bilgi verilmesi uygun olur.

²¹ Goldschmidt, 2014, s. 89.

²² Goldschmidt, 1990, 2014.



Şekil 8. Tasarımcı-G'ye ait Dijital Model protokol çalışması Linkograf grafiği.

Tablo 4. Dijital Model t=4 düzeyinde üretilen kritik hareketler

Hareketler	CM ⁴ >	CM ⁴ <	CM ⁴ (Adet)
M1-43	4 (M4, M15, M27, M28)	2 (M28, M31)	6
M44-73	4 (M44, M48, M49, M52)	3 (M55, M58, M68)	7
M74-88	—	—	—
M89-119	5 (M89, M90, M99, M102, M104)	2 (M113, M114)	7
M120-156	7 (M123, M126, M127, M130, M131, M133, M154)	7 (M135, M136, M137, M145, M147, M155, M156)	3
M166-204	5 (M163, M165, M166, M179, M183)	2 (M191, M201)	7
Toplam	25	16	41

Link İndeksi (Link Index, L.I.)

Link İndeksi (L.I.), bağlantıların, hareketlere olan oranıdır ve L.I. biçiminde ifade edilir. Link İndeksi, bir tasarım çalışmasında bağlantı eylemleri toplamının hızlı bir göstergesidir. Bu da bize tasarımcının bir sentez ortaya koyma çabası hakkında bir fikir verir.

FM ve DM durumlarında yürütülen tasarım süreçlerinde ortaya çıkan veriler arasında karşılaştırmaya geçmeden önce, Goldschmidt'in 1990 ve 2014 yıllarındaki çalışmalarında yer verdiği Linkograf grafiklerinde ortaya çıkan örüntülerin incelenmesi önemlidir. Goldschmidt, bu örüntülerin tasarım süreci üretkenliğini ölçmede kullanılabileceğini ortaya koyar.²³ Bunlar, Linkograf grafiklerinde hareketler-

le bağlantıların biraraya gelmesi sonucu oluşan birtakım örüntülerdir. Goldschmidt (1990, 2014), 3 çeşit örüntü tanımlaması yapar: Chunk, Web, Sawtooth Track'tır. Bu örüntüler ile ilgili detaylı bilgi aşağıda verilmiştir.

Chunk

Şekil 9'da görülen Linkograf grafiğinde M50-61 ve M61-M74 arasındaki hareketleri barındıran (mavi renk ile gösterilen) üçgen chunk olarak tanımlanır. Bir Linkografta bağımsız chunk'ların yanı sıra, tek bir hareketle birbirine bağlı ve/veya birbiri üzerine binen chunk'ları görmek mümkündür. Bir chunk, bir tasarım soruna dair ilgili özelliklerin, konuya ilişkin soruların ve olası sonuçlarının sorgulandığını göstermektedir.²⁴ Bu irdeleme, olası sonuçlar tükenmesi ve/veya sürecin yeni düşünce döngüsü ile bölünmesiyle sona erer. Tasarımcı, bir tasarım sorununu ele alırken tüm dikkatini o konuya odaklar, ancak bir önceki konu ile ilişkili kurulması noktasında önceki chunk'larla bağlantıların kurulması mümkündür. Bazı Linkografalarda chunk'ların tanımlanması zor olabilir.

Fiziksel Maket protokol çalışmasına dair Linkograf grafiğinde chunk'ların net bir biçimde tanımlanamayacağı görülür.

Diğer taraftan Dijital Modelleme sürecinde daha belirgin bir chunk örüntüsüne rastlanır. Dijital Modellemede ortaya çıkan M48-68 aralığındaki hareketlerde tasarımcının, kapalı mekanlara ait büyüklüklerin oluşturulması; bu kütlelerin arazi üzerinde nasıl konumlandığı ve bu kütleyle bağlanan yaya aksları üzerinde çalıştığı gözlemlenmiştir.

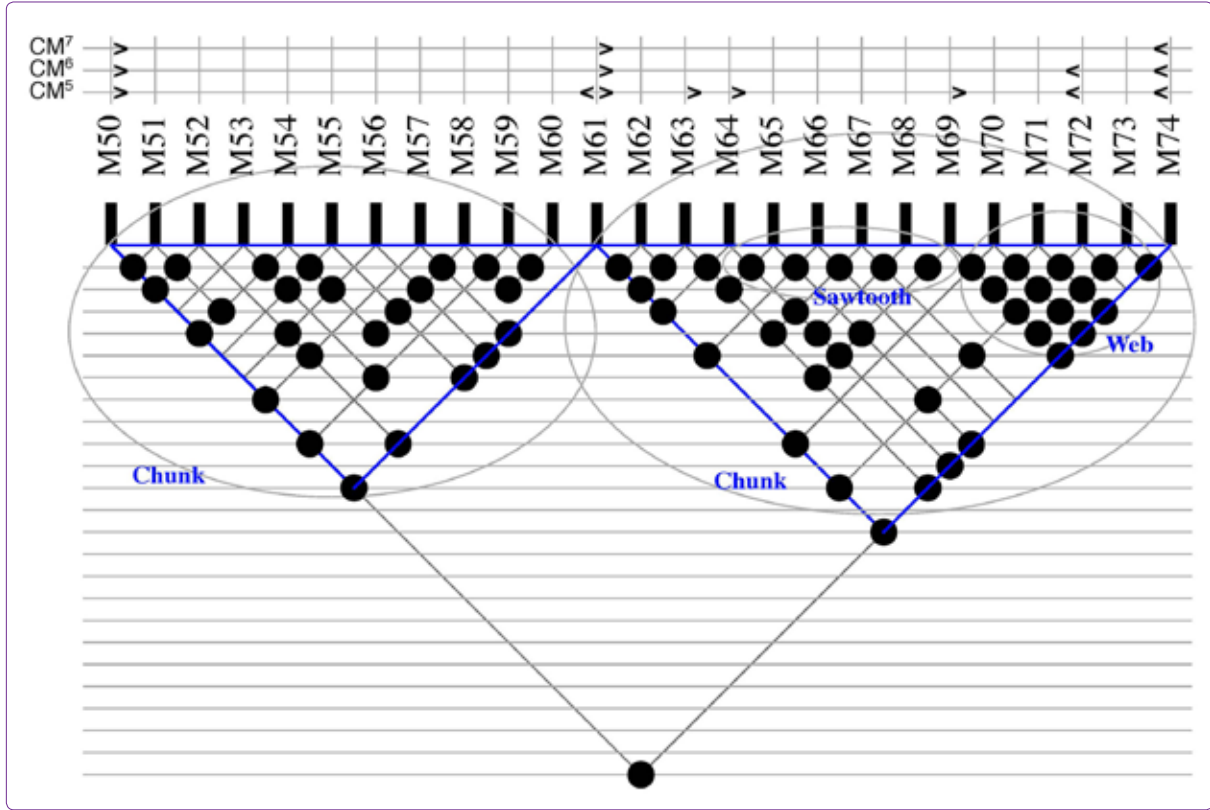
İki ortam arasında Fiziksel maket sürecinde net bir chunk yapısı görülmemesine karşın Dijital Modelleme sürecinde üç parça halinde toplam 72 adet hareketi barındıran bir chunk yapısı ortaya çıkmıştır.

Web

Çok sayıda bağlantının, görece daha az sayıda hareketlerin arasında oluşmasıyla meydana gelen yapıdır (Şekil 9). Web'ler (ağ), bağlantı yoğunluğunun özellikle yüksek olduğu örüntülerin bir parçasıdır. Web'ler, Chunk'lardan daha küçüktür ve her Linkografda bulunmayabilir. Bir web bağlantılarını oluşturan hareketler yüksek derecede birbirine

²³ Goldschmidt, 1990.

²⁴ Goldschmidt, 2014, s. 63-64.



Şekil 9. Kısmi linkograf örneği (temsili).

bağlıdır. Tipik bir web, 12-13 bağlantıyı meydana getiren, 7-8 adet ardışık hareketten oluşur.²⁵ Bir web tasarım sürecinin, belirli bir konun derinlemesine gözden geçirildiği ve bunlara dair bakış açılarının, birbirleri ile uyumlu olduğundan emin olmak için üzerinde çalışılan kısmi bir parçasını temsil eder. Tasarım süreci içinde, özel açıklık kazandırma ya da bir fikrin, ona ait pek çok bakış açısının neredeyse eşzamanlı bir biçimde ortaya konması ile oluşturulduğu durumları işaret eder.

Fiziksel Maket protokolünde ortaya çıkan web yapısından M50-55 (6 adet hareket) arasında 10 adet bağlantı örnek verilebilir. Bu aralıkta Tasarımcı, maket malzemeleri ile verilen tasarım problemindeki mekânsal büyüklükleri oluşturmak üzerine düşünmüştür. Bu aralıkta mekânsal büyüklüklerin hangi oranlarda olması gerektiği ve biçimleri ile ilgili deneme yapmıştır.

Dijital Modelleme protokolünde, M48-55 hareketleri arasında görülen web yapısında tasarımcının, mekânsal büyüklükleri anlayabilmek üzere silindirik bir kapalı alan oluşturmak üzere denemeler yaptığı görülmüştür.

Bu durumda, Fiziksel Maket ağ yapısında toplam 21 adet harekette, 36 adet bağlantı (36/21); Dijital Modelleme ağ örüntüsünde ise 16 adet harekette, 29 adet bağlantı (29/16) ortaya çıktığı görülür.

²⁵ Goldschmidt, 1990, s. 294.

Sawtooth Track

Sawtooth Track, bir hareketin, kendinden bir önceki hareket ile sıralı bir biçimde bağlantılı olması ile meydana gelir. Linkografda bu şekilde ortaya çıkan örüntüler, tasarımcının o sırada, lineer bir düşünce süreci içinde olduğuna işaret etmektedir. Bu durumdaki her bir hareket, tasarımcının o sırada ne yaptığı ya da ne söylediğine karşılık gelmektedir. Bir Linkografda sawtooth track sayılabilmesi için en az dört ardışık hareket içermesi gerekir. Sawtooth Track'lerin daha büyük bir ağına bütünsel bir parçası olmak yerine yalnız kalması halinde, tasarımcının (o noktada), bir sentez sürecinde bulunmadığı, daha çok bir gözlem ya da öneriyi lineer bir dizide geliştirdiği, tasarım aramasını genişletmediği ya da derinleştirmede sonucuna varılabılır.

Fiziksel Maket protokolünde görülen sawtooth, toplamda 38 adet hareketi barındırmaktadır. Sawtooth hareketlerinin, toplam hareketlere oranı ise %19,3'tür. FM protokolünde sawtooth'lara örnek, Tasarımcı-G'nin, M80-86 aralığında sergi mekanı ve yaya akışını sağlayacak, yay biçiminde mekanının üretilmesi üzerinde çalışması verilebilir.

Dijital Modelleme durumunda sawtooth hareketlerinin diğer hareketlere oranı ise, %5,9 olarak karşımıza çıkar. Tasarımcının M48-51 arasında 10 m. çapında bir daireyi oluşturmak üzere çalışması Dijital Modelleme durumundaki sawtooth örüntüsüne bir örnektir.

Tablo 5. Maket ve Dijital Model Hareket ve Bağlantı Dağılım Değerleri

	Hareketler	Bağlantılar	Link İndeksi (L.I.)	CM4> (Adet)	<CM4 (Adet)	CM4 (%)
Fiziksel Maket	197	397	2	31	23	54 (27.4)
Dijital Model	204	295	1,4	25	16	41 (20.1)

Tablo 6. Maket ve Dijital Model Hareket ve Bağlantı Dağılım Değerleri

	Chunk	Web (Link/Moves)	Sawtooth
Fiziksel Maket	—	36/21	%19.3
Dijital Model	72	29/16	%5.9

Bir sonraki bölümde Fiziksel Maket ve Dijital Model ortamlarına dair karşılaştırmalı analizlerin değerlendirilmesine yer verilmiştir.

Değerlendirme

Fiziksel Maket ve Dijital Modelleme ortamlarında gerçekleştirilen tasarım süreçlerinde, iki ortam arasındaki üretkenlik karşılaştırması yapabilmek üzere şu unsurlar incelenmiştir: Kritik hareketler (CM), Link İndeksi (L.I.), tasarım sürecinde üretilen tasarım fikirleri ve kritik hareket (CM) ilişkileri, Linkograf grafiklerinden elde edilen Chunk, Web, Sawtooth örüntüleri. Söz konusu unsurlara dair sayısal veriler Tablo 5'te görülmektedir. Buna göre sırasıyla Kritik Hareketler (CM), Link İndeksi (L.I.), Chunk, Web ve Sawtooth değerleri ele alınacaktır.

Kritik Hareketler: iki farklı ortamda yürütülen protokol çalışmalarında, eşik değeri $t=4$ alınan kritik hareket oranları Fiziksel Maket için %27,4; Dijital Model için %20,1 olarak karşımıza çıkmaktadır. Buna göre Fiziksel Maket ortamında tasarım hareketlerine bağlı oluşan bağlantı sayısının daha fazla olduğu görülmektedir. Bu durumda Fiziksel Maket ortamında gerek ileri (CM4>), gerekse geri bağlantılı (CM4<) kritik hareketlerin dijital modelleme ortamına göre daha yoğun olduğu görülebilir (bkz. Tablo 5). Fiziksel Maket ortamında ileribağlantı ile başlayıp geribağlantı ile biten net, belirgin chunk'lar olmasa da CM değerlerinin yüksek olduğu görülür.

FM durumunda CM⁴ dağılımlarına bakıldığı zaman (Tablo 3) tasarım sürecinin başlangıç aşamasında ileribağlantılı hareketlerin yoğun olduğu görülür. Sürecin ilerleyen aşamalarında, başlangıç aşamasından daha düşük oranlarda ileri ve geri hareket yoğunluğu devam ederken, sürecinde sonuna doğru sadece geribağlantılı hareketlerin olduğu görülebilir. FM tasarım sürecinin başlarında kritik hareket dağılımının yoğun olmasına karşın sürecin tamamına bakıl-

dığında farklı aşamalarda kritik hareket oranlarının değiştiği (azalıp arttığı, sonra tekrar artıp azaldığı) söylenebilir.

DM durumdaki CM⁴ dağılımına bakıldığı zaman (Tablo 4), kritik hareket oluşumlarının, tasarım sürecinin genelinde homojen bir dağılım içinde olduğu görülebilir.

Fiziksel Maket ortamında tasarımcını önünde somut (tangible) bir nesne olması, arazi topoğrafyası, yakın çevredeki yapı/doğal çevre gibi etkenlerin, tasarım sürecinin başlangıcında fark edilmesine neden olduğu gözlemlenmiştir. Bu nedenle tasarımcının, bu etkenleri fiziksel maket çalışmasının başında birer tasarım girdisi olarak kullanarak fikir üretmeye başladığı gözlemlenmiştir. Diğer taraftan, Dijital Modelleme durumunda ise, benzer arazi ve benzer işlevsel özellikleri barındıran bir tasarım problemi ile karşı karşıya kalan tasarımcının, tasarım fikri oluşturmada güçlük çektiği ve tasarıma farklı girdiler üzerinden başlangıç yaptığı gözlemlenmiştir.

Link İndeksi (L.I.): Goldschmidt, bir Linkograf link indeksi değerinin 2.0'ye yakın olmasını hareketler arasındaki bağlantıların yüksek, indeks değerinin 1.0'ın altında olması durumunda ise zayıf olduğunu belirtir.²⁶ Ayrıca Goldschmidt, indeks değerlerindeki göstergeleri katılımcının verilen problemi çözümedeki deneyim ve uzmanlık düzeyi ile ilgili olabileceği yorumunda bulunur.²⁷ İki ortam arasındaki L.I. değerleri karşılaştırıldığında Fiziksel Maket ortamı indeksi 2 iken, Dijital Model indeksinin 1,4 olduğu görülür (bkz. Tablo 5). Bu çalışma kapsamında katılımcıların belirli düzeyde bir tasarım eğitimi almış olması, maket ortamında çalışma ve dijital modelleme deneyimlerinin yüksek düzeyde olmasına özen gösterilmiştir. Bu noktada tasarımcımızın Fiziksel Maket ortamında daha deneyim sahibi olduğu ya da Dijital Modelleme ortamında tasarım yapma deneyiminin ve/veya becerisinin düşündüğü kadar yetkin olmadığı yorumu yapılabilir.

Chunk: FM durumunda belirgin bir chunk sistemi olmasına rağmen tasarım sürecinin "yapısal" olmadığı söylenemez. Fiziksel Maket durumunda, tasarım sürecinde üretilen tasarım düşünceleri zaman süreç içinde geliştirilerek kullanılmıştır. Diğer taraftan DM durumunda, üretilen tasarım düşüncesi hemen denenmiş, bazı durumlarda ise deneme ve tasarım düşüncesi üretimi eş zamanlı meydana gelmiştir. Bu nedenle DM durumunda daha belirgin bir chunk sistemi görülmektedir.

²⁶ Goldschmidt, 1990, s. 297.

²⁷ Goldschmidt, 1990, s. 297.

Web: FM ve DM ortamlarında yürütülen tasarım süreçlerinin chunk değerlerine bakıldığında (bkz. Tablo 6), DM ortamındaki değerlerin (29/16), FM ortamındaki (36/21) değerlere göre daha yüksek olduğu görülür.

Sawtooth: oranlarına bakıldığında Fiziksel Maket ortamında elde edilen oranın, Dijital Modelleme ortamına göre daha yüksek olduğu ancak bu rağmen her iki ortamda da genel olarak %'lerin düşük olduğu görülebilir (bkz. Tablo 6). Fiziksel Maket ortamında sawtooth değerlerinin (%19,3) daha yüksek çıkmasının, çalışma maketi ve maket malzemeleri ile tasarım düşüncesi arasında daha çok sayıda ardışık hareketin oluşmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Diğer taraftan Dijital Modelleme ortamında bu değer (%5,9) daha düşük olması daha az sayıda ardışık tasarım süreci olduğu anlamına geldiği düşünülebilir. Bu noktada şöyle bir yapı dikkati çekmektedir. Bir Linkograf grafiğinde Sawtooth Track belirlenebilmesi için en az 4 tasarım hareketinin ardışık şekilde oluşması gerekmektedir. Dijital Modelleme sürecine dikkatli bir şekilde bakıldığında bu ilişkinin alt sınırının 3'e düştüğü görülür. Bu nedenle Dijital Modelleme protokolünde bu değerler Fiziksel Maket ortamına göre daha düşük kalmaktadır. Ancak genel olarak gerek Fiziksel Maket gerekse Dijital Model ortamlarında bu değerlerin düşük olduğu görülmektedir. Bunun nedenin protokol çalışmasında verilen tasarım probleminin yapısından ve katılımcının bireysel tasarımcı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Nitekim, tasarım çalışmaları alanında yapılmış diğer araştırmalara bakıldığında, soru-cevap biçiminde bir tasarım problemine ve/veya grup çalışmasına dayalı protokol analizlerinde bu değerlerin daha yüksek olabildiği görülür.

Sonuç

Fiziksel Maket ortamında yürütülen tasarım sürecinde Bağlantıların, L.I. değerinin ve t=4 seviyesinde ortaya çıkan kritik hareket (CM⁴) yüzdelerinin yüksek çıktığı görülmektedir. Özellikle L.I. değerinin yüksek çıkması (1'in üzerindeki değerler için) tasarım sürecinin üretkenlik seviyesinin yüksek olduğuna işaret etmektedir. Ancak bu sayıların yüksek çıkması tek başına yeterli olmamaktadır. Chunk değerlerinin de tasarım üretkenliği üzerinde etkileri vardır. Bir Linkograf yapısında belirgin chunk'ların olması, üretilen tasarım fikrinin her açıdan ele alındığı, araştırıldığı; fikrin uygunluğunun araştırıldığı yapıları temsil etmektedir. Linkograf grafiklerinde ortaya çıkan chunk'lar birbirlerine ileri ve/veya geri hareketlerle bağlı ya da bağımsız olabilmektedir. Fiziksel Maket protokolüne ait Linkograf grafiğine bakıldığında belirgin chunk yapılarına rastlanmamıştır. Ancak FM sürecinin bütününe ve içeriğine bakıldığı zaman, tasarımcının birtakım tasarım fikirlerini farklı modelleme durumlarında ele alması, bunların uygunluklarına dair fikir yürütmesi ve bunlar içinden seçtiği fikirleri maket üzerinde denemesi söz konusudur. FM ortamına ait Linkograf grafiğinin yapısı bütünsel bir chunk'a benzemektedir.

Benzer şekilde, Dijital Model ortamında yürütülen tasarım sürecinde Bağlantı sayısının, L.I. değerinin ve t=4 seviyesinde ortaya çıkan kritik hareket (CM⁴) yüzdelerinin de yüksek olduğu görülmektedir. Özellikle L.I. değerinin yüksek çıkması (1'in üzerindeki değerler için) tasarım sürecinin üretkenlik seviyesinin yüksek olduğunu göstermektedir. Bunun yanı sıra, DM protokolündeki chunk örüntüsü FM protokolüne göre çok daha belirgindir. Dijital Modelleme ortamında, üretilen tasarım fikirlerinin ele alındığı; daha önceden ve/veya o sırada alınan tasarım kararları ile uyumlarının sorgulandığı; bu süreçler sonunda bu fikrin kullanılmasına, fikirden vazgeçilmesine ya da geriye dönük olarak başka fikirlerin ele alınmasına dair yapılan çalışmalar her bir chunk'ta daha net bir şekilde görülmektedir. DM ortamının özelliklerinden dolayı her bir fikrin denemesi, ileriye dönük olarak devam ettirilmesi, geriye dönük olarak yeniden ele alınması ve/veya bu fikirden vazgeçilmesi mümkün olmuştur. Diğer taraftan, Fiziksel Maket sürecinde üretilen her fikrin denemesi mümkün olmamış, üretilen fikirler sesli-düşünme yoluyla analiz edilmiş ve en uygun olanın maket malzemeleri kullanılarak modellenmesi söz konusudur.

FM ve DM ortamlarında yürütülen protokol çalışmalarının üretkenlik düzeylerinin birbirine yakın çıktığı tespit edilmiştir. Diğer taraftan, Linkograf grafiklerinin yapısal örüntülerine ve bu örüntülere bağlı chunk, web ve sawtooth değerlerine bakacak olursak birtakım farklılıkların olduğu görülebilir. Bu farklılıkların Fiziksel Maket ve Dijital Model ortamlarının doğasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Linkograf analizlerinde Fiziksel Maket ve Dijital Model ortamlarına ait değerlerin yüksek çıktığı görülmektedir. Genel değerlendirme yapılabilmesi için, daha yüksek eşik değerleriyle analizlerine bakılması ve daha fazla sayıda katılımcı ile protokol çalışmalarının yürütülmesine ihtiyaç vardır

Kaynaklar

- Akın, Ö. (1978). How Do Architects Design?. In Artificial Intelligence and Pattern Recognition in Computer Aided Design, ed. J. Latombe. North-Holland.
- Akın, Ö. (1986). Psychology of Architectural Design, Pion Press, London.
- Bilda, Z., Gero, J. S., & Purcell, T. (2006). Sketch or not to sketch? That is the question. Design Studies, 27, 587-613.
- Cross, N., Christiaans, H., & Dorst, K. (eds.) (1996). Analyzing design activity. John Wiley & Sons, New York.
- Dorst, K. (2004). On the problem of design problems-problem solving and design expertise, The Journal of Design Research, 4 (3).
- Duncker, K. (1926). A qualitative (experimental and theoretical) study of productive thinking (solving of comprehensible problems). Pedagogical Seminary, 33, 642-708.
- Eastman, C. M. (1970). On the Analysis of Intuitive Design Pro-

- cesses. In *Emerging Methods of Environmental Design and Planning*, ed. G. Moore. MIT Press.
- Ericsson, K. A. & Simon, H. A. (1984/1993). *Protocol Analysis: Verbal Reports as Data*. MIT Press.
- Goel, V. (1995). *Sketches of Thought*. Cambridge: M.I.T. Press.
- Goldschmidt, G. (1990). Linkography: assessing design productivity, *Cybernetics and System '90*, R. Trappl, ed., World Scientific, Singapore, 291-298.
- Goldschmidt, G. (1991). The dialectics of sketching. *Creativity Research Journal Vol.4 No.2*, 123-143.
- Goldschmidt, G. (1992). Criteria for design evaluation: a process-oriented paradigm. In Y. Kalay, *Evaluating and Predicting Design Performance* (pp. 67-79). New York: John Wiley & Son, Inc.
- Goldschmidt, G. (1995). The designer as a team of one. *Design Studies*, 16 (2), 189-209.
- Goldschmidt, G. (2003). The backtalk of self-generated sketches. *Design Issues*, 19 (1), 72-88.
- Goldschmidt, G. (2014). *Linkography: Unfolding the Design Process*. MIT Press.
- Goldschmidt, G., & Tatsa, D. (2005). How good are good ideas? Correlates of design creativity. *Design Studies*, 26, 593-611.
- Kan, J. W., & Gero, J. (2005). Design Behaviour Measurement by Quantifying Linkography in Protocol Studies of Designing. *Human Behaviour in Design'05* (pp. 47-58). Sydney: Key Centre of Design Computing and Cognition.
- Kan, J. W., & Gero, J. (2008). Acquiring information from linkography in protocol studies of designing. *Design Studies*, 29, 315-337.
- Newell, A., Simon, H. A. (1972). *Human Problem Solving*. Prentice-Hall, N. J.
- Purcell, A. T., & Gero, J. S. (1998). Drawings and the design process. *Design Studies*, 19, 389-430.
- Robbins, E. (1994). *Why Architects Draw*, MIT Press, Cambridge MA.
- Schön, D. (1983). *The Reflective Practitioner*, Basic Books, NY.
- Schön, D. (1992). Designing as Reflective Conversation with the Materials of a Design Situation, *Research in Engineering Design*, 3, pp. 131-147.
- Schön, D., & Wiggins, G. (1992). Kinds of seeing and their functions in designing. *Design Studies*, 13 (2), 135-156.
- Suwa, M., & Tversky, B. (1997). What do architects and students perceive in their design sketches?: A protocol analysis. *Design Studies*, 18 (4), 385-403.
- Van Someren, M. W., Barnard, Y. F., & Sandberg, J. A. (1994). *The Think Aloud Method: A Practical Guide to Modeling Cognitive Processes*. Academic Press.
- Wertheimer, M. (1945). *Productive thinking*. New York: Harper & Row.

İnternet Kaynakları

- Protocol Analysis and Verbal Reports on Thinking: <https://psy.fsu.edu/faculty/ericsson/ericsson.proto.thnk.html> [Erişim tarihi 18 Aralık 2015].