

LİNKOGRAFİ İLE TASARIM ARAŞTIRMASINI ANLAMA: YÖNTEMSEL BİR BAKIŞ VE VAKA ÇALIŞMASI^{1, 2}

Öğr. Gör. Gökhan DUYUR

İç Mekan Tasarım Programı – İstanbul Topkapı

Üniversitesi

İstanbul / Türkiye

gokhanduyur@gmail.com

ORCID ID: 0000-0001-6466-9203

Prof. Dr. Mehmet Hakan ERTEK

İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü –

Hacettepe Üniversitesi- Güzel Sanatlar Fakültesi

Ankara/ Türkiye

mehmethakan.ertek@hacettepe.edu.tr

ORCID ID: 0009-0002-4323-8062

Öz: Bu çalışma, tasarım süreçlerini araştırmaya yönelik kullanılan linkografi yöntemini, bireysel bir vaka çalışması üzerinden uygulamalı bir örneğini sunmayı amaçlamaktadır. Tasarımın sezgisel ve öznel doğasını anlamlandırmak ve araştırmak için çeşitli analiz yöntemleri geliştirilmiştir. Bu bağlamda araştırmacının kendi yürüttüğü bir tasarım oturumu veri kaynağı olarak kullanılmıştır. Tasarım oturumunda bir tasarım görevi üzerinden sesli düşünme, çizim ve gözlem verileri toplanmış; bu veriler önce protokol analizine, ardından FBS (Function–Behavior–Structure) sistemine göre kategorilere ayrılmıştır. Son olarak Linkoder yazılımı kullanılarak tasarım hareketlerinin bağlantılarının yer aldığı ağ haritası çıkarılmış; hem nitel örüntüler (chunk, web, sawtooth) hem de nicel veriler (bağlantı indeksi, entropi, kritik hareketler) üzerinden değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, protokol analizi ve linkografi yönteminin tasarım sürecini analiz etmek için kullanılabilirliğini ortaya koymuştur. Uygulama sürecinde karşılaşılan yazılım sınırlılıkları, veri toplama koşulları ve yöntemsel gözlemler açıkça belirtilmiş; gelecekte bu alanda yapılacak araştırmalar için çeşitli öneriler geliştirilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Linkografi, Protokol Analizi, Tasarım Araştırması, Araştırma Yöntemi, Tasarım Görevi.

UNDERSTANDING DESIGN RESEARCH THROUGH LINKOGRAPHY: A METHODOLOGICAL INSIGHT AND CASE STUDY

Abstract: This study aims to present a practical application of the linkography method in understanding design processes through an individual case study. Various analytical approaches have been utilized to explore the nature of design and the individuality of the designer. In this reflective study, the researcher used data collected from a self-conducted design task, including think-aloud verbalizations, drawings, and observational records. These data were first segmented and analyzed through protocol analysis, followed by coding according to the FBS (Function–Behavior–Structure) model. Subsequently, a network map of design moves was generated using the Linkoder software, allowing for both qualitative (chunk, web, sawtooth and patterns) and quantitative (link index, entropy, critical moves) analyses. The results demonstrate that protocol analysis and linkography can be effectively applied to investigate the structure and evolution of the design process. Limitations related to software functionality, data collection conditions, and methodological aspects are clearly identified, and several suggestions for future research are also provided.

Keywords: Linkography, Protocol Analysis, Design Research, Research Method, Design Task.

¹ Makalede Araştırma ve Yayın Etiği'ne uyulmuştur.

² Bu makale, birinci yazarın, Hacettepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Anabilim Dalı'nda, Prof. Dr. Mehmet Hakan Ertek danışmanlığında yürütmekte olduğu doktora teziyle ilgilidir.

EXTENDED ABSTRACT

Purpose and Scope: This study aims to reveal the qualitative and quantitative dimensions of the linkography method used to understand the cognitive structure of the design process. The research is structured around a self-study conducted by the researcher. The design task in this study was limited to analyzing the surface finishes and railing details of a staircase, and the design process was analyzed using both protocol analysis and the FBS (Function-Behavior-Structure) model. In this context, the study offers a valid and applicable methodological framework for analyzing design processes in interior architecture and design disciplines.

Method: The research is a case study based on a single-group post-test model. With only the researcher as the participant, the assigned design task was completed in approximately 20 minutes. During this process, the participant was asked to think aloud, and both audio and drawing images were recorded simultaneously. The resulting audio and visual data were analyzed using the Linkoder software. A total of 37 design actions were identified; each action was assigned to one of the following categories according to the FBS model: "Function (F), Expected Behavior (Be), Structure (S), Structural Behavior (Bs), Documentation (D), and Requirements (R). Relationships between actions were evaluated based on forelinks and backlinks. Additionally, link index and entropy values, which indicate link density and direction of cognitive flow, were calculated.

Findings: The linkography output contained a total of 74 links, a link index of 2.00, and entropy values for forelinks: 11.79, backlinks: 19.81, and horizontal links: 14.35. These data revealed that the design process exhibited a moderately complex cognitive structure and was driven primarily by forelinks. According to the FBS model, 64.9% of the design actions were classified as "Structure (S)" and 27% were classified as "Documentation (D)." The limited representation of the "Function" and "Expected Behavior" categories is explained by the design task being more concrete and practical.

Three distinct qualitative patterns were identified through the linkography analysis: Chunk, Web, and Sawtooth. The Chunk pattern, occurring between movements 1–17, represents an intensive thought process focused on step and riser details. The Web pattern emerged in movements 18–26 and demonstrates that decisions regarding the railing design were systematically developed. The Sawtooth pattern, identified in the first eight movements, represents a period in which quick, superficial decisions were made but later elaborated. Furthermore, the most frequently linked movements were related to material choices, with the phrases "Let it be marble" and "Let the riser be marble too." These movements were identified as critical movements and stood out as decisions that determined the direction of the design.

Conclusion: This study demonstrates that the linkography method has the capacity to present both qualitative and quantitative data in the analysis of design processes. Linkography outputs, supported by protocol analysis, offer in-depth insights into designers' decision-making processes, while numerical data such as link counts, entropy values, and patterns reveal the structural characteristics of the process. During the research process, some difficulties were encountered in classifying using the model, highlighting the need to consider different categorization systems in the future. Furthermore, technical limitations of the Linkoder software (e.g., crashing on macOS systems) occasionally hampered the methodological process. Updating the software and developing improvements such as providing participant-based analyses for group studies will enable more efficient use of the method. In conclusion, this study presents an exemplary methodological model demonstrating how linkography can be applied in design research and provides a concrete roadmap for researchers interested in using this method in the future.

1. Giriş

Tasarım, yalnızca önceden tanımlanmış problemlere çözüm üretmekle sınırlı olmayan, aynı zamanda çevremizdeki uyumsuzlukları fark ederek bunları problem olarak tanımlayan, yapılandıran ve bu problemlere yönelik çözümler geliştiren yaratıcı bir etkinliktir (Cross, 2001, s. 82). Bu süreç, tasarımcının içinde bulunduğu bağlamda işlevsel olmayan durumları dönüştürerek daha kullanışlı hale getirmeyi amaçlamaktadır. Dolayısıyla tasarım, belirli bir amaca yönelik ve işlev odaklı bir keşif süreci olarak tanımlanabilmektedir. Tasarımcı da; sürece yön veren çeşitli kısıtlamalar doğrultusunda kararlar alarak tasarım nesnesinin temsilini oluşturmaktadır. Bu temsil grafiksel, sayısal veya metinsel biçimlerde ifade edilebilir. Tasarım araştırmaları ise bu süreci daha iyi anlamayı, tasarımcıları destekleyecek yöntem ve araçlar geliştirmeyi ve sürecin sistematik biçimde analizini mümkün kılmayı hedeflemektedir (Gero, 1990, s. 27).

Buchanan (2001, s.17) tasarım araştırmalarını ele alınan sorunun türüne göre klinik (clinic), uygulamalı (applied) ve temel (basic) olarak sınıflandırmıştır. Klinik araştırmalar bireysel vakalara yöneliktir; bireysel bir tasarım sorununu çözmek için çözümlerle ilgili olabilecek her türlü bilgiyi ve yaklaşımı araştırır. Bir tasarımcının bir kurum için tasarım yapmadan önce kurum hakkında bilgi edinme süreci, klinik araştırma türüne örnektir. Buna karşılık, uygulamalı araştırma bir ürün veya sistem sınıfında belirlenen sorunlara yöneliktir. Örneğin, kurumsal bir firma için tasarlanan merdivende; basamakların kaymaz olması, merdivenin sağlamlığı ve kullanıcıların ayaklarının takılabileceği çıkıntılarının bulunmaması, kullanımda yaşanabilecek sorunlara çözüm niteliğindedir. Bu yaklaşımlar hem akademik araştırmalar hem de pratik uygulamalar sonucunda oluşturulmuş standartlardır. Temel araştırmalar ise tasarımın teorisiyle ilişkilidir ve tasarımdaki diğer tüm faaliyetlerin temelini oluşturur. Tasarım hakkında hipotezlerin belirlenebildiği, ampirik (deneysel) araştırmaların yapılabildiği ve diğer disiplinlerle ortak çalışmaların yürütülebildiği bir araştırma türüdür.

BA/MA	MS	PhD
TASARIM		ARAŞTIRMA
Uygulayıcılar	Danışmanlar Uzman Firmalar	Akademisyenler Araştırma Bilim İnsanları

Görsel 1. Groat, L., Wang, D., 2019, Eğitim düzeylerine göre paydaşların tasarım- araştırma ilişkisi. Architectural Research Methods Second Edition, s.5

Görsel 1, tasarım ve araştırma arasındaki ilişkinin eğitim düzeyine bağlı olarak nasıl değiştiğini ve farklı paydaş gruplarında bu dengenin nasıl kurulduğunu göstermektedir. Buna göre lisans düzeyinde tasarım etkinliği baskınken, yüksek lisans eğitiminde tasarım ve araştırma faaliyetleri daha dengeli hale gelmekte; doktora düzeyinde ise araştırmanın ağırlığı belirgin biçimde artmaktadır. Diyagram, yalnızca eğitim düzeylerini değil, aynı zamanda farklı paydaşların tasarım–araştırma ilişkisindeki konumlarını da göstermektedir. Uygulayıcılar tasarım ağırlıklı süreçlerde yer alırken, uzman firmalar tasarım ve araştırmayı birlikte yürütmekte; akademisyenler ise tasarımın kuramsal yönlerine odaklanan araştırmalarda yoğunlaşmaktadır (Groat ve Wang 2019, s. 5). Bu yapı, klinik, uygulamalı ve temel araştırma türlerinin pratikte nasıl karşılık bulduğunu da dolaylı biçimde ortaya koymaktadır: Tasarımcılar daha çok klinik araştırma niteliğinde problem odaklı çalışmalar yürütmekte; uzman firmaların süreçleri uygulamalı araştırma ile örtüşmekte; akademik çalışmalar ise temel araştırma düzeyine karşılık gelmektedir.

Tasarım disiplinleri, farklı alanlardan ödünç aldıkları araştırma yöntemleri aracılığıyla kendi bilgi üretim süreçlerini zenginleştirebilmektedir. Bu yöntemlerden biri olan protokol analizi, özellikle 1970'li yıllardan itibaren tasarım süreçlerini anlamaya yönelik deneysel çalışmalarda kullanılmaya başlanmıştır (Roozenburg, 2016, s. 137). Kökeni psikoloji alanına dayanan protokol analizi yöntemi, bireylerin bilişsel süreçlerini anlayabilmek amacıyla katılımcıların görüntü ve ses kayıtlarının analiz edildiği protokol çalışmalarını kapsamaktadır. Sesli düşünme (*think-aloud*) veya geriye dönük (*retrospektif*) protokoller olarak sınıflandırılabilen görüntü ve ses kayıtlarının, belirli bir konu üzerine katılımcıların düşünce süreçlerini yansıttığı ve bu nedenle analiz edilebilir nitelikte veri sunduğu savunulmaktadır (Ericsson ve Simon, 1980, s. 215).

Sesli düşünme protokollerinde düşüncenin doğrudan ifade edilebilmesi için katılımcıların bir problem üzerinde çalışırken müdahale edilmeden ve kesintiye uğramadan odaklanmalarına imkan vermek gerekmektedir. Katılımcıya yalnızca düşündüklerini yüksek sesle dile getirmesi beklendiği açıkça belirtilmeli; bunu birine açıklıyormuş gibi yapması istenmemelidir. Bu tekniğin anlaşılması ve pratiğinin yapılabilmesi için, katılımcının basit matematiksel işlemler üzerinde sesli düşünme denemeleri yapması önerilmektedir. Retrospektif protokollerde ise katılımcı tasarım oturumu bittikten sonra video kaydını izleyerek tasarım oturumunda neler düşündüğünü sözlü olarak ifade etmektedir (Ericsson ve Simon, 1998, s. 181). Protokol analizinde, kullanılan bilginin, kullanım sırasının ve her tasarım hareketinin sırasıyla kaydedilmesi gerekmektedir. Tasarım sürecini analiz edebilmek için, protokolda toplanan tüm verilerin incelenmesi, sorun hakkında ifade edilen her bilginin tanımlanması ve ayrıca bu bilginin olası kaynağının belirlenmesi gerekmektedir (Eastman, 1970).

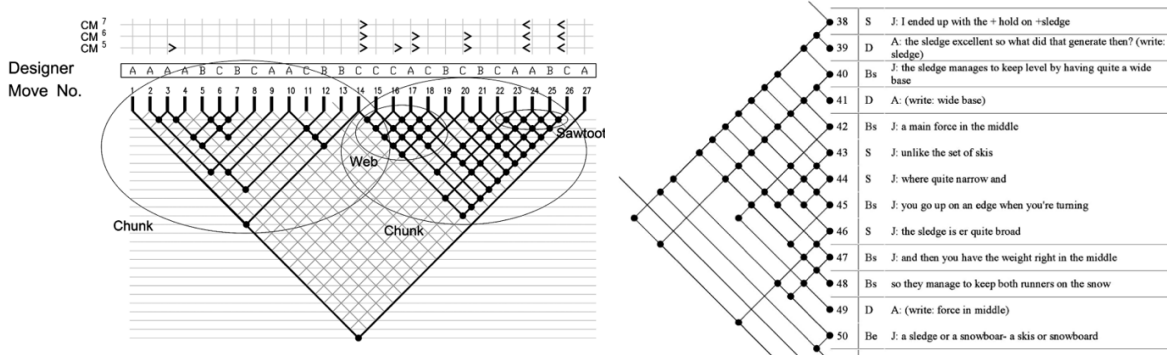
2. Linkografi

Linkografi, tasarım sürecini segmentler arasındaki bağlantıları inceleyerek analiz eden bir protokol analiz yöntemidir. Bu yaklaşımda her segment bir tasarım hareketi (*design move*) olarak ele alınır ve tasarım hareketleri arasındaki bağlantılar grafiksel bir yapı halinde gösterilir. Bağlantı indeksi (*link index*), kritik hareketler (*critical moves*) ve entropi aracılığıyla nicel veriler üretilirken; “*chunk*”, “*web*” ve “*sawtooth*” örüntüleri üzerinden nitel veriler elde edilir (Kan ve Gero, 2017 s.12). Linkografi, protokol kayıtlarından elde edilen ses ve görüntü verilerini kullanıp; tasarım düşüncesini tutarlı bir çerçevede ele alarak, nicel terimlerle analiz edilmesine olanak tanır. Bununla birlikte yapılan ölçümler ve gözlemler aracılığıyla nitel yorumlar ve içgörüler geliştirilmesini mümkün kılmaktadır (Goldschmidt, 2014, s. 159). Linkografide, protokol kayıtlarından elde edilen sesli-düşünme verileri sıralı biçimde çözümlenerek satırlar halinde yazıya dökülür. Her bir satır bir “tasarım hareketi” (*design move*) olarak tanımlanır. Tasarım hareketleri arasındaki bağlantılar belirlenir ve süreç “Linkoder” gibi bir yazılım aracılığıyla analiz edilir. Bu analiz sonucunda, tasarım sürecine ilişkin nicel ve nitel verilerin yanı sıra tasarım hareketlerinin bağlantı yapısını gösteren bir bağlantı haritası ortaya çıkar (Görsel 2).

Linkografi yöntemiyle elde edilen nicel veriler: Nicel veri bir değişkene yapılan gözlemlerin ölçüm ya da hesaplama sonucunda elde edilen sayısal değerlere sahip verilerdir (Özsevgeç, 2024, s.85). Sosyal ve beşeri bilimlerde nicel veriler, soru kağıdı veya anket yoluyla toplanabilir. Sayısal olarak ölçülebilen veriler çeşitli yöntemlerle analiz edilebilir (Hacettepe Üniversitesi, 2023).

Bağlantı indeksi (*link index*), kritik hareketler (*critical moves*) ve entropi Linkografideki nicel verilerdir. Bağlantı indeksi bağlantı sayısının hamle sayısına bölünmesiyle elde edilir. Bağlantı indeksi yüksek olan tasarım

sürecinin yoğun ve verimli geçtiği kabul edilir (Goldschmidt, 2014, s.92). Bağlantı açısından yoğun olan kritik hareketler (CM) tasarım oturumunun verimliliğini değerlendirmek için kullanılır (Kan ve Gero, 2017, s.17; Heidari ve Polatoğlu, 2019, s.286). Bağlantıların sürecin kalitesinin birincil göstergesi olduğu varsayılmaktadır. Bir oturumdaki toplam hareket sayısının yaklaşık %10–12'sine karşılık gelen bir eşik değerin seçilmesi uygun kabul edilmektedir. Geri bağlantı kritik hareketleri (<CM) ile ileri bağlantı kritik hareketleri (CM>) arasında dengeli bir dağılım bulunması, tasarım sürecinin çözüm odaklı ve dengeli bir biçimde ilerlediğini göstermektedir (Goldschmidt, 2014 s.92). Entropi; ileri bağlantılar (forelink), geri bağlantılar (backlink) ve yatay bağlantılar (horizonlink) olmak üzere üç başlık altında incelenmektedir. Entropinin fikir geliştirme süreçlerini ölçtüğü varsayılmaktadır. İleri bağlantı entropisi, tasarımcının yeni fikirler veya girişimler açısından fikir üretme potansiyelini ölçer. Geri bağlantı entropisi, geliştirilen fikirlerin önceki düşüncelerle kurduğu ilişkiyi ölçer. Yatay bağlantı entropisi ise, fikirler arasındaki uyum ve eş zamanlı gelişen düşünceler arasındaki ilişkileri ölçmektedir. Tüm bu ölçümlerle birlikte bir linkografin entropi değerinin tasarım sonucuyla pozitif yönde ilişkili olduğu savunulmaktadır (Kan ve Gero, 2017 s.52).



Görsel 2. (Solda) Goldschmidt, G., 2014, kritik hareketler (CM) verisi ve nitel örüntüler, Linkography Unfolding The Design Process. MIT Press, s.56. (Sağda) Goldschmidt, G., 2014, sıralı olarak tasarım hareketleri verisi Linkography Unfolding The Design Process. MIT Press, s.140.

Görsel 2 Sol ve sağda iki farklı linkograf örneğini sunmaktadır. Görsel 2 Sol'da CM⁵, CM⁶, CM⁷ Kritik hareketleri ve kritik hareketin ileri bağlantıda (>) ve/veya geri bağlantıda (<) mı olduğu bilgisi bulunmaktadır. Görsel 2 Sağ'da ise tasarım hareketleri linkografıta yazılı olarak gösterilmiş ve FBS sistemiyle kategorilendirildiği gözlenmektedir. Linkografılarda belirli verilerin yer almaması bu verilerin mevcut olmadığı anlamına gelmemektedir. Görsel 2 Sağ'da kritik hareketler doğrudan gösterilmemekle birlikte, bağlantı noktaları sayılarak bu hareketler tespit edilebilir. Örneğin 40. tasarım hareketi 10 adet ileri bağlantı (CM¹⁰), 2 adet geri bağlantı (CM²) bulunmaktadır. Görsel 3'te Görsel 2 Sol ve Görsel 2 Sağ'daki linkografılarda hangi verilerin olduğu görselleştirilmiştir.

Görseller	Kritik Hareketler	İleri Bağlantı	Geri Bağlantı	Tasarım hareketlerinin kategorileri	Tasarımcılar
Görsel 2 Sol	CM ⁵ , CM ⁶ , CM ⁷	3. tasarım hareketi: CM ⁵	24.tasarım hareketi: CM ⁵ , CM ⁶ , CM ⁷	x	Grup çalışması üç tasarımcı: A, B, C
Görsel 2 Sağ	x	x	x	FBS Kategori sistemi	İki katılımcı: A ve J

Görsel 3. Görsel 2'deki verilerin listelenmesi, 2025. Kişisel Arşiv.

Linkografi yöntemiyle elde edilen nitel veriler ve analizleri: Linkografideki gözleme dayalı protokol verileri doğası itibarıyla nitel veri kategorisine girmektedir (Kan ve Gero, 2017, s. 6). Nitel veri toplama teknikleri temelde üç başlık altında sınıflandırılmaktadır: Görüşme, gözlem, doküman inceleme. Görüşme, bir konuda bilgi almak amacıyla gerçekleşen iki veya daha fazla kişi arasında sözlü olarak yürütülen bir iletişim sürecidir. Gözlem, katılımcıların düşünce yapısını ve davranışlarının nedenlerini anlamaya yardımcı olur; ayrıca olayların gerçekleştiği doğal bağlamda nasıl meydana geldiğini doğrudan gözlemeleme fırsatı sunar. Doküman inceleme ise, araştırılan konuya dair yazılı, görsel veya dijital materyallerin sistematik olarak analiz edilmesini kapsar (Aktaş Cansız, 2024, s.114) . Elde edilen nitel veriler analiz edilirken, betimsel analiz ve içerik analizi olarak iki temel biçimde değerlendirilebilir. Betimsel analizde veriler alıntılar yardımıyla desteklenir, araştırma probleminde çözüm üretecek biçimde yapılandırılır. İçerik analizinde ise verilerdeki anlamlar; kodlar, kategoriler gibi araçlar yardımıyla ortaya çıkarılır. Verilerin yorumlanmasıyla analiz süreci tamamlanır (Aydın, 2024, s. 461).

Linkografide “chunk”, “web”, “sawtooth”, örüntülerinin analizi nitel veri analizi kapsamında değerlendirilir (Kan ve Gero, 2017 s.12) (Görsel 2 Sol). Chunk bir tasarım problemi etrafında yoğunlaşmayı, alt problemlerin bir araya getirilmesini, çözüm önerilerinin üretilmesini ve bunların sentezlenmesini temsil eden bir örüntüdür. Chunk örüntüsü, grafiksel özellikleri sayesinde linkografalarda kolaylıkla ayırt edilebilir. Genellikle belirgin bir üçgen formunda görselleştirilirler. Ancak bazı linkografalarda Chunk’ları tanımlamak güç olabilir, belirgin bir biçimde oluşmayabilir. Özellikle tasarım sürecinde konuların sıralı bir şekilde ele alınmadığında ve yapılandırılmamış şekilde ilerlediğinde bu örüntülerin belirgin biçimde oluşmaması muhtemeldir. Chunk’ların belirgin biçimde oluşmaması genellikle zayıf yapılandırılmış süreçleri yansıtır ve bu durum, verimsiz bir tasarım süreci ile düzensiz akıl yürütmenin göstergesi olarak değerlendirilmektedir (Goldschmidt, 2014 s.63). Web, chunk örüntüsüne göre daha küçük bir alanda, görece daha fazla bağlantının bir araya gelmesiyle oluşan bir örüntüdür. Bir konunun yoğun biçimde incelendiğini ve fikirlerin sıklıkla birbiriyle ilişkilendirildiğini gösterir. Ancak her linkografada bu örüntüye rastlanmayabilir (Goldschmidt, 2014 s.64). Sawtooth, bazı durumlarda bir tasarım sürecinde ardışık hareketlerin her birinin bir önceki hamleye doğrudan bağlandığı örüntüdür. Bu tür bağlantılar grafik üzerinde, testere dişini andıran zikzak bir desenle temsil edilir. Bu desen, tasarımcının düşünme sürecinde oldukça doğrusal bir yapı izlediğini gösterir. Genellikle, hareketlerin derinlemesine analiz edilmeden, bir gözlemin ya da kararın doğrudan bir öncekine eklenerek ilerletildiği durumları yansıtır (Goldschmidt, 2014 s.65).

Linkografada tasarım hareketlerinin kod ve kategorilere ayrılması: FBS sistemiyle kategorilendirme, tasarım süreçlerini destekleyen kavramların doğasını tanımlamaya ve yapılandırmaya yönelik bir bilgi temsil şemasıdır. Bu sistem, tasarım sürecini işlev (function), beklenen davranış (*expected behavior*), yapı (*structure*), yapısal davranış (*structure behavior*), dokümantasyon (*documentation*) ve gereksinimler (*requirements*) gibi kategorilere ayırarak analiz etmeye olanak tanır (Gero, 1990, s. 29) . Linkografide, tasarım hareketlerinin sıralı biçimde kodlanarak FBS sistemi doğrultusunda kategorilere ayrılması, içerik temelli bir sınıflandırma yaklaşımı olarak değerlendirilebilir. Kodlama ve kategori oluşturma süreci, büyük ölçüde araştırmacının öznel değerlendirmelerine dayanır. Geçerlilik ve güvenilirliği artırmak amacıyla, aynı kodlayıcının farklı zamanlarda gerçekleştirdiği tekrar kodlamalar veya birden fazla kodlayıcı tarafından yapılan karşılaştırmalı kodlamalar gibi yöntemler tercih edilmektedir.

3.Amaç-Kapsam

Literatürde linkografi yöntemi kullanılarak birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar, tasarım bilişi hakkında hem nitel hem nicel veriler sunarak kapsamlı analizlere olanak tanımaktadır. Linkograf analizinin başlangıçtan sonuç aşamasına kadar nasıl uygulandığını adım adım açıklayan süreç odaklı çalışmalara alan yazında yeterince yer verilmediği görülmektedir. Bu araştırma linkografi analizinin başlangıçtan sona kadar nasıl uygulandığını bir durum çalışması aracılığıyla ortaya koymaktadır.

- Çalışmanın birincil amacı linkografi analizinin doğasını anlamaya yönelik olarak yazarın kendi üzerinde gerçekleştirdiği uygulamalı bir deneme süreci yürütmektir. Bu kapsamda, yazar bir tasarım görevi üzerinde çalışırken kendi sesli ve görsel protokol kayıtlarını oluşturmuştur. Elde edilen bu veriler, kodlara ve kategorilere ayrılarak analiz edilmiştir. Kodlama sürecinde, tasarım hareketleri sıralı olarak listelenmiş; kategorilendirme aşamasında ise FBS sistemi kullanılmıştır. Geçerlilik ve güvenilirliği arttırmak için kod ve kategoriler çalışmanın farklı zamanlarında 1. yazar tarafından tekrar değerlendirilip atanan kod ve kategorilerde belirli değişikliklere gidilmiştir. Örneğin FBS sistemiyle kodlamada 1. Yazarın ilk değerlendirmesinde Yapı (S) kategorisinde sınıfladığı bir tasarım hareketini bir süre sonra tekrar değerlendirdiğinde Yapısal Davranış (Bs) kategorisinde sınıflamıştır. Bu analizler sonucunda hem nicel hem de nitel verilere ulaşılmaktadır.
- Linkograf analizi tasarım bilişini anlamak ve tasarım süreçlerini araştırmak amacıyla kullanılmaktadır. Bu tür araştırmalar etik kurul onayları alındıktan sonra yürütülebilmektedir. Etik kurul onayı gerektiren araştırmalarda; yöntem, örneklem ve örnekleme tekniği gibi temel araştırma bilgilerine yer verilmesi zorunludur. Bu bağlamda, bu çalışmada linkograf analizinin teorik temeli incelenmekte; araştırmacının nicel, nitel veya karma yöntem paradigması kapsamında nasıl sınıflandırılacağı ile örneklem yapısı ve örnekleme yöntemine ilişkin bilgiler ortaya konulmaktadır.

Çalışma kapsamında araştırma soruları şu şekildedir:

- Linkograf analizinin kullanılacağı bir araştırma tasarımında, araştırma yöntemi, örneklem ve örnekleme yöntemi nasıl belirlenmelidir?
- Linkograf analizi nitel, nicel veya karma araştırma yaklaşımı kapsamında sınıflandırılabilir mi?
- Linkograf analizinin uygulanacağı bir araştırma tasarımında nasıl bir yol izlenmeli ve dikkat edilmesi gereken temel noktalar nelerdir?

2024 yılında Gabriela Goldschmidt ile yapılan e-posta yazışmasında, linkograf analizinin tüm tasarımcıların kullanımına açık olduğu ve analiz için ayrıca izin alınmasına gerek bulunmadığı kendisi tarafından belirtilmiştir (kişisel görüşme, 7.7.2024).

4. Yöntem

Araştırma yöntemi ve deseni: Bu çalışmada, yazarın kendi deneyimi üzerinden yürütülen bir durum çalışması gerçekleştirilmiş ve bu kapsamda deney öncesi deneysel desen kullanılmıştır. Durum çalışmaları, karma yöntem yaklaşımının bir parçası olarak diğer nitel veya nicel yöntemlerle birlikte kullanılabilir (Yin, 2014, s. 47). Deneysel araştırmalar bir metodoloji izleyerek belirli bir müdahalenin, kontrol altındaki koşullarda bir problemi çözmede ne derece etkili olduğunu belirlemeyi amaçlayan çalışmalardır. Değişkenlerin sonuç

üzerindeki etkilerinin gözlemlenebilmesine imkan tanımaktadır. Deneysel desenler, deney koşulları yeterince yapılandırıldığında neden-sonuç ilişkisini test ederek gözlemleyebilen en geçerli ve güvenilir yöntemlerden biri olarak kabul edilir (Özmen, 2024, s.198). Deneysel desenler üç temel başlıkta incelenmektedir: deney öncesi deneysel desen (*pre-experimental design*), yarı deneysel desen (*quasi-experimental design*) ve gerçek deneysel desen (*true-experimental design*) (Creswell ve Creswell, 2023, s. 209). Durum çalışmasında tek grup son test modeliyle deney öncesi deneysel desen uygulanacaktır (Görsel 4).

Grup	Uygulama	Son Test
Deney	X	O _{1,2}

Görsel 4. Tek grup son test modelinin anlatımı, 2025. Kişisel Arşiv.

Durum çalışmasında, tek grup son test modeliyle yürütülecek deney öncesi desende, araştırmacı; görüntü ve ses kaydının alındığı bir ortamda, belirli bir sürede, A4 boyutunda bir kâğıt ve kalem kullanarak kendisine verilen tasarım görevini tamamlayacaktır.

Örnekleme Belirleme: Yapılacak araştırmalarda araştırma probleminin ortaya konulması, araştırma yönteminin belirlenmesinin ardından araştırmanın yapısına uygun örneklemin belirlenmesi sürecine geçilir. Veri toplama ve veri analizi süreçleri nitel, nicel ve karma araştırma desenlerine göre farklılık gösterdiği gibi, örnekleme belirleme süreci de araştırma yöntemine bağlı olarak çeşitlenir (Creswell ve Creswell, 2023, s.47). Araştırmada belirlenen örneklemin, araştırma sorularına en uygun ve geçerli yanıtları üretebilecek nitelikte olması; ayrıca kullanılan araştırma yöntemiyle uyumlu olması gerekir. Örnekleme büyüklüğü, araştırmanın türüne göre değişmektedir. Nicel araştırmalarda geniş katılımcı grupları tercih edilirken, nitel çalışmalarda daha küçük örneklem yeterli olabilmektedir. Bazı durumlarda ise tek bir katılımcı üzerinden bile derinlemesine ve zengin veri toplanması mümkündür (Bilici Canbazoğlu, 2024, s.58) Bu çalışma, nitel paradigmanda tek katılımcıyla yürütülen derinlemesine araştırma yaklaşımı kapsamında ele alınmıştır.

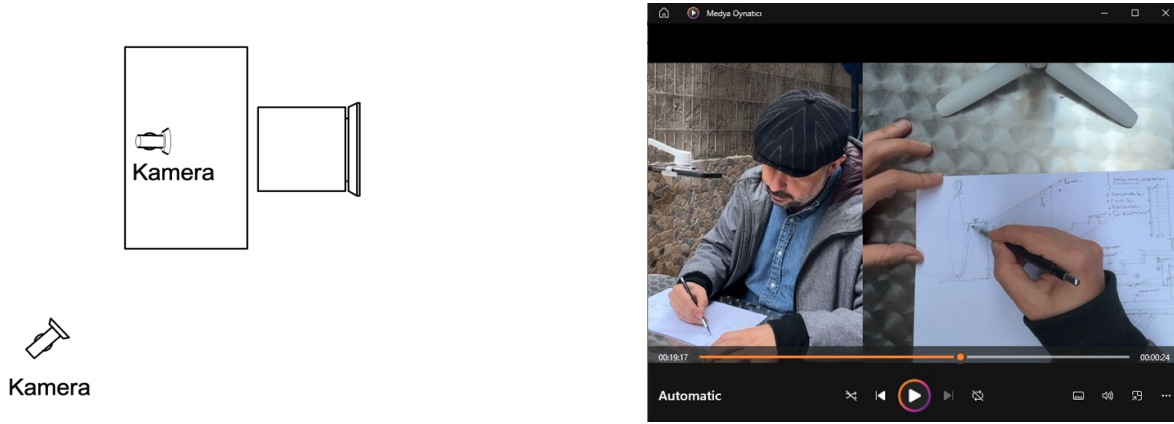
Öz-Analiz: Örneklemini araştırmacının kendisinin oluşturduğu öz-analiz (self-study) yöntemi kullanılmıştır. Öz-analiz yaklaşımı, belirli bir olgunun ne olduğunu ve nasıl işlediğini anlamayı; aynı zamanda sürecin nasıl geliştirilebileceğine ilişkin içgörü üretmeyi amaçlayan bir nitel araştırma türüdür (Hamilton ve Pinnegar, 2009, s.4). Hofstetter (2021, s.9) yaptığı öz analiz çalışmasında hem katılımcı hem araştırmacı rollerini beraber üstlenmenin deneyin koşullarını, kısıtlamaları ve olanakları ilk elden (*first-hand*) deneyimleyebildiğini ifade etmiştir. Phillips ve Zavros, (2013, s.56) araştırmacı olarak katılımcı olmanın (*researchers as participants*) araştırma konusunun karmaşıklıkları hakkında derin ve zengin bir anlayış kazandırdığını bildirmiştir.

Bu çalışma, birinci yazarın Hacettepe Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırma Etik Kurulu onayıyla yürütülen doktora teziyle ilişkilidir (Karar No: 2024/21, Tarih:19/11/2024). Doktora tezinin örneklemi en az beş yıl deneyimli içmimarlardan oluşmaktadır. Birinci yazar da aynı niteliklere sahip olduğundan, bu çalışma öz-analiz yaklaşımı kapsamında söz konusu örnekleme grubuyla metodolojik olarak uyumludur.

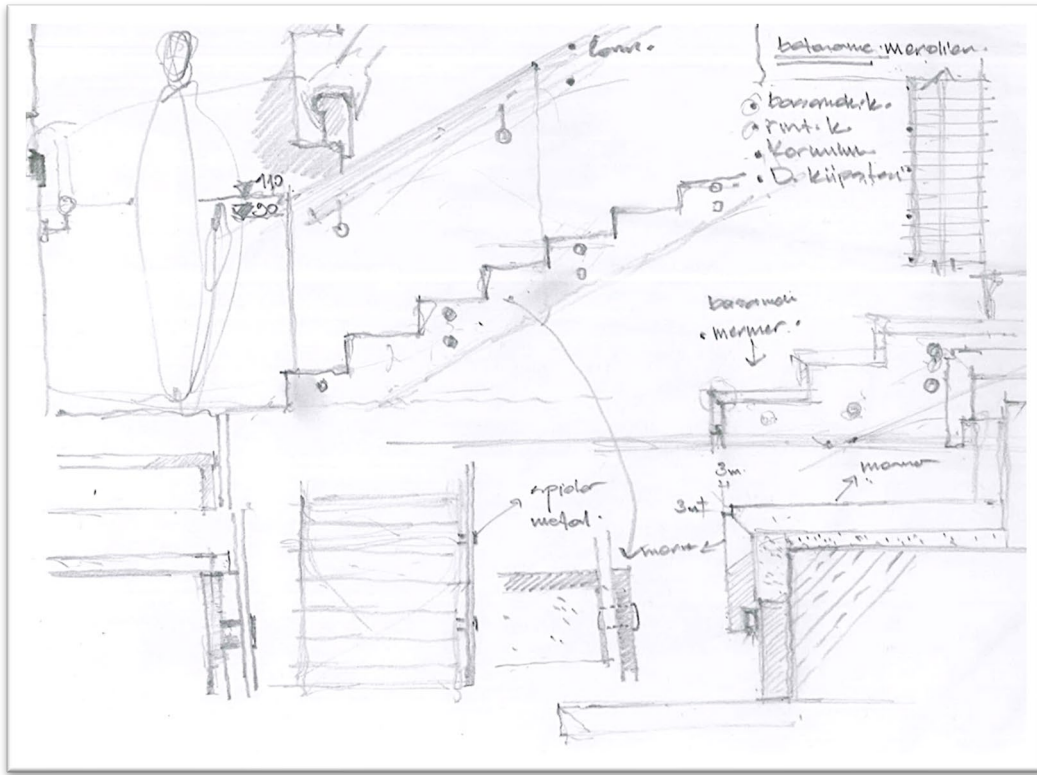
Tasarım Görevi: Çalışma kapsamında verilen tasarım görevi, betonarme bir merdivenin basamak ve riht kaplamaları ile korkuluk ve küpeştelerinin tasarlanarak detaylandırılmasını içermektedir. Birbirine bitişik çok sayıda yüzey içermesi nedeniyle bu görev, detaylandırma açısından zengin veri üretme potansiyeli taşımaktadır. Bu nedenle doktora tezinin alan çalışması kapsamında 1. yazar tarafından önerilmiş; öneri tez danışmanı ve Tez İzleme Komitesi tarafından değerlendirilerek onaylanmıştır. Ardından etik kurula sunulmuş ve etik onay alınmıştır. Tasarım görevinin içeriği, doktora tezinde etik kurul onayıyla katılımcılara uygulanan görevle aynı niteliktedir. Tasarım uygulaması için katılımcıya toplam 20 dakika süre verilmiştir. Tasarım

yaparken protokol analizinin önemli bir gereksinimi olan sesli-düşünme protokolü uygulanmış; tasarım süreci boyunca yapılan ve düşünülen her hareket sesli olarak da ifade edilmiştir.

Veri toplama sürecinde, uygulama boyunca görüntü ve ses kaydı alınmıştır. Veri kaydı için iki ayrı kamera kullanılmıştır. Birinci kamera katılımcının kendisini kaydederken ikinci kamera eş zamanlı olarak çizim kağıdını kayıt altına almıştır (Görsel 5 Sol). Deney sonucunda yaklaşık 20 dakikalık iki adet video ve ses kaydı ile, bir adet çizim kağıdı dokümanı elde edilmiştir (Görsel 6).



Görsel 5. (Solda) kamera düzeni yerleşim planı, 2025. Kişisel Arşiv. (Sağda) deney süreci kamera görüntüsünden bir kare, 2025. Kişisel Arşiv.



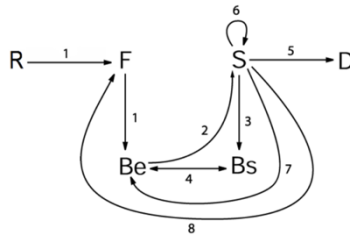
Görsel 6. Deney sonunda elde edilen çizim kağıdı dokümanı, 2025. Kişisel Arşiv.

Veri analiz yöntemi:

- Sesli-düşüncelerin ve çizimlerin eş zamanlı izlenip, takip edilebilmesi için iki farklı kameradan elde edilen video kayıtları, "CapCut" yazılımı kullanılarak görüntüler yan yana konumlanacak biçimde düzenlenmiştir (Görsel 5 Sağ).
- Kamera kayıtlarından elde edilen sözel veriler, eş zamanlı olarak kaydedilen çizim görüntüleriyle birlikte analiz edilmiş ve Pourmohamadi ve Gero, (2011 s.3) tarafından geliştirilen; linkoder.com platformundan indirilen Excel dosya şablonuna işlenerek 37 ayrı tasarım hareketi olarak sıralanmıştır. Veriler, Linkoder programında işlenecek biçimde 4 başlık altında yapılandırılmıştır: NUMBER: her bir tasarım hareketinin sıra numarasıdır. Yapılan çalışmada 37 tasarım hareketi oluşmuştur. UTTERANCE: yapılan tasarım hareketleridir. CODE: Tasarım hareketlerinin kategorisidir. Yapılan tasarım hareketinin hangi tür bir hareket olduğudur. LINKS: Bir tasarım hareketinin hangi tasarım hareketi ile bağlantılı olduğu bu bölümde belirtilmektedir. Birden fazla bağlantılı hareket varsa yan yana bu hareketler belirtilmektedir.
- Tasarım hareketleri FBS sistemine göre kategorilendirilmiştir (Görsel 8).
- Tasarım hareketleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi linkograf analizinin önemli bir aşamasıdır. Bu aşamada birbirleriyle ilişkili tasarım hareketleri belirlenir ve ilgili tasarım hareketinin yanına hangi sıradaki tasarım hareketi ile ilişkili ise o hareketin satır numarası yazılır. Örneğin, 2. Tasarım hareketi olan "Malzeme seçimi: mermer olsun" ifadesi ile 17. Tasarım hareketi olan "Sonrasında basamağımızı ve ritimimizi mermer yaptık, mermer seçimine sonrasında bakılacaktır." ifadesi içerik açısından bağlantılıdır. Bu bağlamda, 17. Hareketin "LINKS" sütununa "2" numarası yazılarak iki hareket arasındaki ilişki gösterilmiştir. Bu yöntemle, birbirleriyle ilişkili olan tasarım hareketleri, ilgili satırın "LINKS" sütununa yazılan hareket numaraları aracılığıyla bağlantılandırılmaktadır.

FBS sistemiyle kategorilendirme: FBS sistemi tasarım sürecini işlev, beklenen davranış, yapı, yapısal davranış dokümantasyon ve gereksinimler başlıklarında sınıflandırır. Görsel 7'de kategorilerin birbirleriyle ilişkisinin grafik temsili bulunmaktadır (Pourmohamadi ve Gero, 2011 s.5)

- F (İşlev): tasarımın amacı ve işlevini yerine getirmek için gerekli gereksinimler
- Be (Beklenen Davranış): İşlevden gelen, tasarımın gerçekleştirilmesi beklenen davranışlar
- S(Yapı): Tasarımın fiziksel bileşenleri ve düzeni. Stiline dair kararlar
- Bs (Yapısal davranış) doğası gereği yapısal gösterdiği davranış
- D (Dokümantasyon) tasarımın temsiline yönelik çizimler
- R(Gereksinimler) tasarım talebi, müşteri beklentileri, regülasyonlar



Görsel 7. Pourmohamadi, Gero, 2011, FBS sisteminin işleyiş şeması, Linkographer: An Analysis Tool To Study Design Protocols Based On Fbs Coding Scheme. In International Conference On Engineering Design, s.5.

Bir merdiven tasarımı üzerinden FBS sistemi ele alındığında, merdivenin kullanımına yönelik tasarım hareketleri “işlev” (F) kategorisinde yer alır. Örneğin, basamak rıhtı ölçüleri, basamak genişliği ya da sahanlık sayısının hesaplanması gibi hareketler, merdivenin kullanım amacına hizmet eder.

“Beklenen Davranış” (Be), işlevden türeyen, tasarımın yerine getirmesi gereken davranışları ifade eder. Bir merdivenin, farklı kotlar arasında sirkülasyon sağlaması işlevini yerine getirirken, merdivenden beklenen davranışlar bu kategori altında değerlendirilir. Örneğin, merdivenin rıht ve basamak ölçülerinin konforlu olması, basamaklarda kayma riskine karşı önlem alınması ve korkuluğun düşmeleri önleyecek şekilde sağlam biçimde monte edilmesi bu kapsamdadır.

“Yapı” (S), tasarımın fiziksel bileşenlerini ve stilini temsil eder. Malzeme seçimi, detay çözümleri, yapısal elemanlar bu kategoriye girer. Örneğin, “Rıht malzemesi de mermer olsun” şeklindeki ifade yapısal bir tasarım kararını temsil eder. Belirlenen tasarım probleminin ‘betonarme bir merdivenin basamak ve rıht kaplamaları ile korkuluk ve küpeştelerinin detaylandırılarak tasarlanması’ olması sebebiyle, tasarım hareketlerinin tasarımın fiziksel bileşenleri, düzeni ve stiline dair kararları karşılayan yapı kategorisinde yoğunlaşması kaçınılmaz bir durum oluşturmaktadır.

“Yapısal Davranış” (Bs), beklenen davranışın, yapısal öğelerin performansı ile ne derece gerçekleştirildiğini sorgular. “Merdiven rıht birleşiminde uçlarını kırmak” davranışını destekleyen “Merdiven köşesi 45 derece birleşsin ama köşesinde pah olmasın” şeklindeki yapısal karar, bu bağlamda değerlendirilir. Bu çalışmada bu tür bir hareket tespit edilmemiştir.

“Dokümantasyon” (D), tasarımın temsiline yönelik çizimler ve sözlü açıklamaları kapsar. “Basamak ve rıhtın ardışık çiftleri çizilmekte, detaylar oralara da taşınmakta” şeklindeki ifade bu kategoriye örnektir.

“Gereksinimler” (R), tasarım sürecinde dikkate alınması gereken kısıtlamaları, müşteri beklentilerini, yönetmelikleri ve şartnameleri kapsar.

NUMBER	UTTERANCE	CODE	LINKS			
1	Merdiven kesit çizimi; basamak ve rıhtlar.	D				
2	Malzeme seçimi: mermer olsun	S	3			
3	Rıht malzemesi de mermer olsun	S	2			
4	Rıhtında şerit led aydınlatma	S	3			
5	Merdiven köşesi 45 derece birleşsin ama köşesinde pah olmasın	S	2			
6	Küçük ölçekte çizim detaylandırılmalı.	D	2			
7	Merdiven rıht birleşiminde uçlarını kırarak darbelere karşı dayanıklı hale getirelim,	Bs	5			
8	Basamak ve rıht köşesine bir boşluk verelim. 2mm,3mm olabilir.	S	7	5		
9	Sonrasında rıhta ışığı nasıl yerleştirebiliriz.	S	4	3		
10	Mermere rıhta bir lamba açarı ve ışık kaynağı şerit led koyarız.	S	4	3		
11	Rıhtın arkasına bir parça daha mermer koyarız	S	10	3		
12	Rıhtta iki kat mermer olabilir. Ve ışık koyabiliriz.	S	11	9	4	3
13	-(Çizgi ve taramalarla temsil güçlendirilmektedir.)	D	6	1		
14	-(Basamak ve rıhtın ardışık çiftleri çizilmekte detay oralara da taşınmakta)	D	1	10	13	
15	Aydınlatma elemanı kullanılarak merdivenimizi aydınlatabiliriz.	F	4	9	10	
16	Basamaklarımız mermer olur (basamaklardan ok çıkartılıp yazılama yapılmakta)	D	13	2		
17	Sonrasında basamağımızı ve rıhtımızı mermer yaptık mermer seçimine sonrasında bakılacaktır.	D	2	3		
18	Korkuluk bölümünde cam malzeme olabilir. Metal “spiderla” bağlanabilir.	S	1			
19	Cam bir korkuluk olursa nasıl bağlayabiliriz.	S	18	19		

20	Üç basamak arayla spiderla bağlanabilir	S	18			
21	Merdiven kesiti çiziyorum	D	1	13		
22	İnsan figürü çiziyorum ölçeği anlamak için	D				
23	4 basamakta bir "spider" koyabiliriz.	S	18	20		
24	Korkuluğa küpeşte koyabiliriz	S	18	19	20	
25	Cam yüksekliği 110cm küpeşte yüksekliği 90cm olur	F	24	18		
26	Sonrasında korkuluk ön görünüşü çizilmekte	D	13	18		
27	Cam "spider"sistemlerle bağlanır camla mermer arasında boşluk bırakılır.	S	19	9	10	
28	Basamakta ve rihta kullandığımız mermeri alında da kullanmamız gerekir.	S	2	3		
29	O zaman basamak gelse rihtimiz olsa kalan boşluğa alında mermer kaplayıp camı başlatırız	S	20	2	3	
39	Basamakla alın nasıl birleşir, basamak	S	2	3		
31	Böyle de olabilir ya da bu camı alınla döşeme arasına da alabiliriz	S	27	2	3	18
32	Nasıl alırız basamak buraya geldi cam geldi ve alın mermeri en dışa geldiği cam arada kaldı	S	19	2	3	18
33	O zaman yandan baktığımızda yandan mermer görürüz	S	27	18	2	3
34	Temsil için çizim güçlendirilmekte	D	13	30		
35	Bunu yapabileceğimizi düşünüyorum		29			
36	Küpeşteyle ilgili fikir çalışması yaparsak duvardan yaklaşık 90 cm küpeşte yapabiliriz	S	25	24		
37	Ya da duvarın içine bir küpeşte yapılabilir, entegre duvarda bir küpeşte	S	22	24	25	

Görsel 8. Tasarım hareketleri, bağlantılar ve kategorilerin yer aldığı veri sayfası, 2025. Kişisel Arşiv.

5. Bulgular

Linkoder programı kullanılarak oluşturulan linkograf Görsel 6'da sunulmaktadır. Bu linkograf, nokta ve çizgilerle temsil edilen bağlantı haritası, tasarım sürecine ait 1 ila 37 arasındaki tasarım hareketleri, her bir hareketin FBS sistemine göre kategorisi ve hareketlerin içeriği yer almaktadır. Linkograf, elde edilen nicel verilere göre: Toplam segment sayısı: 37 Toplam bağlantı (link) sayısı: 74 Bağlantı indeksi (Link Index): 2,00 Entropi verileri ise şu şekildedir: İleri bağlantı entropisi: 11,79 Geri bağlantı entropisi: 19,81 Yatay bağlantı entropisi: 14,35. Bu bulgular, tasarım sürecindeki bağlantı yoğunluğunu ve düşünce yapısının yönelimini nicel olarak ortaya koymaktadır (Görsel 9).

Total Segments:	37		Sayı dağılımı	Yüzdeler Dilim
Non-FBS:	0 (%0)	Requirement	0	%0,0
Total Links:	74	Function	2	%5,4
Link Ratio:	2,00 per segment	Exp. Behaviour	1	%2,7
Forelink Entropy:	11,79	Str. Behaviour	0	%0,0
Backlink Entropy:	19,81	Structure	24	%64,9
Horizonlink Entropy:	14,35	Description	10	%27

Görsel 9. Linkoder programında elde edilen nicel veriler, 2025. Kişisel Arşiv.

Kritik hareketler incelendiğinde, toplam 37 tasarım hareketinin yaklaşık %15'inin kritik hareket olarak sınıflandırıldığı görülmektedir. Bağlantı sayılarına göre yapılan sınıflamada, 12 ve 13 bağlantıya sahip iki kritik hareket öne çıkmaktadır. Bunlar sırasıyla 2 numaralı "Malzeme seçimi: mermer olsun" ve 3 numaralı "Riht malzemesi de mermer olsun" ifadeleridir. Bu iki hareket, linkograf, en fazla bağlantı kuran ve dolayısıyla tasarım süreci açısından en belirleyici kararlar olarak değerlendirilmektedir. Bu hareketleri, 10 bağlantıya sahip 18 numaralı "Korkuluk bölümünde cam malzeme kullanılabilir, spider bağlanabilir" tasarım hareketi

belirlendiği ve karar yoğunluğunun arttığı aşamalar olarak değerlendirilmektedir. Analiz edilen linkografa, ağırlıklı olarak ileri bağlantıların (CM>) yoğunlaştığı gözlemlenmiştir. Bu durum, tasarım sürecinin daha çok ileriye dönük ve çözüm üretmeye odaklı bir yapıda ilerlediğini göstermektedir.



Görsel 11. Verilerin girilmesi sonrasında Linkoder programından elde edilen linkograf bağlantı haritası, 2025. Kişisel Arşiv.

6. Tartışma

Protokol analizi, mevcut yapıyla tasarım araştırmalarında hem nitel hem nicel verilere ulaşılabilen geçerli ve yaygın olarak kullanılan bir yöntem olarak görülmektedir (Önal, 2014). Fakat bu yöntemin tasarımın karmaşık doğasını tam anlamıyla yansıtamayabileceği yönünde eleştiriler de bulunmaktadır. Bu görüşü savunan Smagorinsky (2001), protokol analizinin bilişsel süreçleri yalnızca sözel çıktılar üzerinden değerlendirdiğini sebep göstererek, tasarım sürecinin örtük ve sezgisel boyutlarını yeterince açıklayamadığını belirtmektedir.

Linkografide tasarım hareketlerini kategorilere ayırmadan da analiz yapılabilmeyle birlikte; tasarım hareketlerini FBS sistemindeki kategorilere de ayrılabilir. Fakat Galle (2009, s.336) FBS sisteminin tasarım süreci başlangıcında bu modele göre tasarım yapılırsa işlevsel olacağını savunmuştur. Tasarım süreci bittikten sonra o süreci tanımlamak için FBS sistemine sınıflandırmanın doğru sonuç vermeyebileceğini bildirmiştir. Bu görüşü destekler nitelikte durum çalışmasında tasarım hareketlerini video kaydından izleyerek

kategorilendirmede zorluk yaşanmıştır. Galle (2009)'nin önerdiği gibi katılımcıya FBS sisteminin önceden tanıtılıp bu sistem dahilinde tasarım yapması beklenebilir.

Linkografi yoluyla tasarım araştırmalarını anlamaya yönelik çalışmalarında, özellikle insan katılımlı durumlarda etik kurul onayı gerekliliği, araştırma yönteminin açık ve sistematik biçimde sunulmasını zorunlu kılmaktadır. Groat ve Wang (2019), tasarım araştırmalarının yalnızca nicel veya nitel olarak sınıflandırlamayacağını, bu tür çalışmaların kendine özgü metodolojik yaklaşımlar içerebileceğini belirtmektedir. Ancak insan ya da yapay zekâ katılımlı araştırmalarda; örneklem seçimi, veri toplama araçları ve analiz stratejileri doğrultusunda, çalışmanın nitel, nicel veya karma paradigma çerçevesinde yapılandırılması gerekmektedir. Protokol analizinin temelde nitel bir yöntem olduğu ve çoğunlukla görüşme, gözlem ve doküman incelemesi yoluyla veri toplandığı literatürce ortaya konmuştur. Ancak yapılandırılmış soru kağıtları aracılığıyla elde edilen veriler, araştırmaya nicel bir boyut da kazandırabilmektedir. Bu durum, tasarım araştırmalarında tek bir yöntemle sınırlı kalınmaması gerektiğini, yöntemsel çeşitliliğe ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Ayrıca, literatürde katılımcı sayısının sınırlı olduğu çok sayıda çalışma bulunmakta ve gelecekte daha geniş örneklem gruplarıyla çalışılması önerilmektedir (Ozbaki ve ark., 2016, s. 410). Bu da linkografi temelli çalışmaların baskın olarak nitel özellik taşıdığını ve çoğunlukla nitel paradigma kapsamında değerlendirildiğini ortaya koymaktadır.

Görüntü ve ses kayıtlarının izlenerek tasarım hareketlerinin ardışık biçimde sıralanması, bu hareketlerin kategorize edilmesi ve aralarındaki ilişkilerin analiz edilmesi süreci, araştırmacının yorumuna dayanan öznel bir yaklaşımlı yansıtmaktadır. Bu nedenle, geçerlilik ve güvenilirliğin artırılması amacıyla, aynı araştırmacının farklı zamanlarda tekrar analiz yapması ya da farklı araştırmacılarla çapraz değerlendirme uygulanması önerilmektedir.

7. Sonuç

Bu çalışma, linkografi analizinin tasarım araştırmalarında hem nitel hem de nicel yönleriyle nasıl kullanılabilirliğini ortaya koymayı amaçlamıştır. Linkografi, tasarım sürecinin ölçülebilir yapısını analiz etme imkanı sunarken; bağlantı indeksi, entropi değerleri ve kritik hareketler üzerinden nicel veriler sağlamakta, chunk, web ve sawtooth örüntüleri ile de anlamlı nitel veriler üretmektedir. Tasarım sürecine ilişkin gözlem verileri nitel olarak değerlendirilirken, bağlantı haritası üzerinden elde edilen sayısal veriler ise nicel analiz için kullanılabilirliğindedir. Bu nedenle, linkografi yönteminin uygulanacağı araştırmalarda, toplanacak veri türü ve kullanılacak analiz yöntemi önceden planlanmalı ve sürece uygun şekilde yapılandırılmalıdır.

Araştırma sürecinde, FBS sisteminin geriye doğru uygulanmasında bazı sınırlılıklar ve zorluklar gözlemlenmiştir. Bu durum, alternatif kategorilendirme sistemlerinin de araştırmalara dahil edilebileceğini göstermektedir. Özellikle tasarım öğrencileriyle yapılacak çalışmalarda, FBS sisteminin katılımcılara önceden tanıtılması, veri analizinin kalitesine katkı sunabilir. Tasarım hareketlerinin sınıflandırılması ve bağlantılandırılması ise sistematik bir şekilde yürütülmeli ve önceden belirlenmiş kategorilere dayandırılmalıdır. Kullanılan sistem ister FBS ister başka bir sistem olsun, tasarım görevine uygun olarak hareketlerin sınıflandırılması, araştırma sürecinin verimliliğini ve güvenilirliğini artıracaktır.

Tasarım hareketlerini kategorilere ayırmak kategori sisteminin kendi içinde değerlendirildiğinde zorlu olabilmektedir. FBS sisteminde her bir tasarım hareketinin yalnızca tek bir kategoriye atanabilmesi, sistemin sınırlılıklarından biri olarak görülmektedir. Bu durum, bazı hareketlerin çoklu boyutlarını göz ardı etme riskini taşımaktadır.

Linkograf analizinde, tasarım hareketlerinin sıralanması ve aralarındaki bağlantıların belirlenmesi, verinin yorumlanmasında araştırmacının öznel kararlarını içermektedir. Bu nedenle, bağlantıların belirli aralıklarla

yeniden değerlendirilmesi ve farklı uzmanlarla çapraz kontrollerin yapılması, araştırmanın geçerlilik ve güvenilirliğini artıracaktır.

Linkoder yazılımının 2011 sürümü itibarıyla çeşitli teknik kısıtlılıkları bulunmaktadır. Özellikle macOS işletim sistemlerinde çalışmaması ve veri girişlerinde zaman zaman hata vermesi gibi sorunlarla karşılaşmıştır. Yazılımın güncellenmesi ve kullanıcı dostu hale getirilmesi, yöntemsel analizlerin daha sağlıklı yürütülebilmesi açısından önemlidir. Ayrıca linkoder programının, kritik hareketleri tanımlama ve grup çalışmaları için katılımcı bazlı ayırıştırma yapma gibi işlevlere sahip olması, analiz sürecini derinleştirecektir.

Öz-analiz yöntemi Linkograf yönteminin kullanımının anlaşılmasında önemli bir rol oynamıştır. Sesli-düşünmenin veri toplamadaki önemi anlaşılmıştır. Protokol kayıtlarının toplanmasında, bireysel çalışmalarda iki kamera ile görüntü kaydı alınmasının gerekli olmadığı görülmüştür. Deney süresince çizim kağıdının görüntü kaydının alınması ve katılımcının ses kaydının alınması linkografi için yeterli veri sağlamaktadır. Katılımcının jest ve mimikleri analiz edilmeyecekse katılımcının görüntüsünün kayıt altına alınmasına gerek bulunmamaktadır. Ancak grup çalışmalarında, hangi verinin hangi katılımcıya ait olduğunun belirlenebilmesi için katılımcıların da görüntü kaydı gerekli hale gelebilecektir.

Araştırmanın sorularına uygun olarak vaka analizinde kullanılan tasarım görevi hem tasarım sürecinin gelişimini izleme hem de veri analiz yöntemlerinin uygulanabilirliğini test etme açısından uygun bir çerçeve sunmuştur. Ancak yaklaşık 20 dakika süren bu tasarım sürecinin daha uzun tutulması, veri çeşitliliğini ve derinliğini arttıracaktır. Bu nedenle, gelecekte yapılacak çalışmalarda daha uzun süreli tasarım görevleri araştırmanın geçerlilik ve güvenilirliğini olumlu yönde etkileyecektir.

Örneklem belirleme sürecinde, çalışmanın amacına uygun hareket edilmesi önemlidir. Nitel araştırmalarda tek bir katılımcı yeterli olabilirken, nicel yaklaşımlarda daha büyük örneklem tercih edilmektedir. Linkograf analizinin nicel boyutları da bulunduğundan, yalnızca nitel paradigma çerçevesinde örneklem oluşturmak örneklem sayısı yetersiz kalabilecektir.

Bu çalışma, linkografi yönteminin tasarım araştırmalarında nasıl uygulanabileceğini ortaya koyarak yöntemsel bir örnek sunmuştur. Özellikle öz-analiz yaklaşımıyla yürütülen bu araştırma, tasarım sürecinin hem nitel hem de nicel boyutlarını birlikte değerlendirerek yöntemin çok yönlü yapısını göstermiştir. Çalışma kapsamında, tasarım hareketlerinin protokol analizi ile kaydedilmesi, FBS sistemine göre kodlanması ve linkografik analizle örüntülerin ortaya çıkarılması süreci adım adım açıklanmıştır. Öz-analiz yaklaşımı, araştırmacının tasarım kararlarının ardındaki amaçları daha açık biçimde ortaya koymasını sağlayarak FBS sistemi doğrultusunda tasarım hareketlerinin anlamlandırılmasını kolaylaştırmıştır. Böylece çalışma, linkografi yöntemini kullanacak araştırmacılar için uygulanabilir bir yöntemsel çerçeve sunmuş ve gelecekteki araştırmalar için önemli bir zemin oluşturmuştur.

Kaynakça

- Aktaş Cansız, M. (2024). Nitel Veri Toplama Teknikleri. In O. Özmen, Haluk; Karamustafaoğlu (Ed.), *Eğitimde Araştırma Yöntemleri* (4.Baskı, p. 112). Pegem Akademi.
- Aydın, M. (2024). Veri Çözümleme (Nitel). In H. Özmen ve O. Karamustafaoğlu (Eds.), *Eğitimde Araştırma Yöntemleri* (4.Baskı). Pegem Akademi.
- Bilici Canbazoğlu, S. (2024). Örnekleme Yöntemleri. In O. Özmen, Haluk; Karamustafaoğlu (Ed.), *Eğitimde Araştırma Yöntemleri* (4.Baskı, p. 55). Pegem Akademi.
- Buchanan, R. (2001). *Design Research and the New Learning*. *Design Issues*, 17(4), 3–23. <https://doi.org/10.1162/07479360152681056>
- Creswell, J. W., Creswell, J. D. (2023). *Research design : qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (Six Edition). Sage Publications.
- Cross, N. (2001). Design Cognition. *Design Knowing and Learning: Cognition in Design Education*, 79–103. <https://doi.org/10.1016/b978-008043868-9/50005-x>
- Eastman, Charles. M. (1970). *On The Analysis of Intuitive Design Processes*. MIT Press.
- Ericsson, K. A, Simon, H. A. (1980). Verbal reports as data. *Psychological Review*, 87(3), 215–251. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.87.3.215>
- Ericsson, K. A., Simon, H. A. (1998). How to Study Thinking in Everyday Life: Contrasting Think-Aloud Protocols With Descriptions and Explanations of Thinking. In *CULTURE AND ACTIVITY* (Vol. 5, Issue 3).
- Galle, P. (2009). The ontology of Gero's FBS model of designing. *Design Studies*, 30(4), 321–339. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.destud.2009.02.002>
- Gero, J. S. (1990). *Design Prototypes: A Knowledge Representation Schema for Design* (© AAAI) (Vol. 11).
- Goldschmidt, G. (2014). *Linkography Unfolding The Design Process*. MIT Press.
- Groat, L., ve Wang, D. (2019). *Architectural Research Methods Second Edition*. In *Book*.
- Hamilton, M. L., Pinnegar, S. (2009). *Self-Study Of Practice As A Genre Of Qualitative Research*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9512-2>
- Heidari, Parvin, Polatoğlu, Çiğdem. (2019). Pen-and-paper versus digital sketching in architectural design education. *International Journal of Architectural Computing*, 17(3), 284–302. <https://doi.org/10.1177/1478077119834694>
- Hofstetter, E. (2021). Analyzing the researcher-participant in EMCA. *Social Interaction. Video-Based Studies of Human Sociality*, 4(2). <https://doi.org/10.7146/si.v4i2.127185>

Kan, J. W. T., Gero, J. S. (2017). *Quantitative Methods for Studying Design Protocols*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-024-0984-0>

Önal, G. K. (2014). Tasarım Aktivitelerini Araştırmak: Protokol Analiz Yöntemi. *Sanat ve Tasarım Dergisi*, 1(14), 65–80.

Ozbaki, C., Çağdaş, G., ve Kilimci Yağmur, S. E. (2016). Maket ve Dijital Ortamda Tasarım Üretkenliğinin Karşılaştırılması. *MEGARON / Yıldız Technical University, Faculty of Architecture E-Journal*, 11(3), 398–411. <https://doi.org/10.5505/megaron.2016.69188>

Özmen, H. (2024). *Eğitimde Araştırma Yöntemleri* (O. Özmen, Haluk; Karamustafaoğlu, Ed.; 4. Baskı). Pegem Akademi.

Özsevgeç, T. (2024). Nicel Veri Toplama Teknikleri. In H. Özmen & O. Karamustafaoğlu (Eds.), *Eğitimde Araştırma Yöntemleri* (4.Baskı). Pegem Akademi.

Öztürk Kösençig, K., Özbayraktar, M. (2025). Unveiling interactions among architectural sketching, parametric design, and digital fabrication using linkography. *International Journal of Design Creativity and Innovation*, 13(1), 1–22. <https://doi.org/10.1080/21650349.2024.2426646>

Phillips, L., Zavros, A. (2013). *5 Researchers as Participants, Participants as Researchers* (1.Edition). Routledge.

Pourmohamadi, M., Gero, J. S. (2011). Linkographer: An Analysis Tool To Study Design Protocols Based On Fbs Coding Scheme. In *International Conference On Engineering Design*.

Roosenburg, N. (2016). Linkography: Unfolding the Design Process | Linkography: Unfolding the Design Process, Gabriela Goldschmidt, The MIT Press, Cambridge, MA (2014), 216 pp., ISBN: 9780262027199. *Design Studies*, 42, 137–139. <https://doi.org/10.1016/J.DESTUD.2015.10.003>

Smagorinsky, P. (2001). Rethinking protocol analysis from a cultural perspective. *Annual Review of Applied Linguistics*, 21, 233–245. <https://doi.org/10.1017/s0267190501000149>

Yin, R. K. (2014). *Case Study Research: Design and Methods* (5.Editions). Sage Publications.

Görsel Kaynakçası

Görsel 1. Groat, L., Wang, D., 2019, Eğitim düzeylerine göre paydaşların tasarım- araştırma ilişkisi. *Architectural Research Methods* Second Edition, s.5

Görsel 2. (Solda) Goldschmidt, G., 2014, kritik hareketler (CM) verisi ve nitel örüntüler, *Linkography Unfolding The Design Process*. MIT Press, s.56. (Sağda) Goldschmidt, G., 2014, sıralı olarak tasarım hareketleri verisi *Linkography Unfolding The Design Process*. MIT Press, s.140.

Görsel 3. Görsel 2'deki verilerin listelenmesi, 2025. Kişisel Arşiv.

Görsel 4. Tek grup son test modelinin anlatımı, 2025. Kişisel Arşiv.

Görsel 5.(Solda) kamera düzeni yerleşim planı, 2025. *Kişisel Arşiv.* (Sağda) deney süreci kamera görüntüsünden bir kare, 2025. *Kişisel Arşiv.*

Görsel 6. Deney sonunda elde edilen çizim kağıdı dokümanı, 2025. *Kişisel Arşiv.*

Görsel 7. Pourmohamadi, Gero, 2011, FBS sisteminin işleyiş şeması, Linkographer: An Analysis Tool To Study Design Protocols Based On Fbs Coding Scheme. In International Conference On Engineering Design, s.5.

Görsel 8. Tasarım hareketleri, bağlantılar ve kategorilerin yer aldığı veri sayfası, 2025. Kişisel Arşiv.

Görsel 9. Linkoder programında elde edilen nicel veriler, 2025. Kişisel Arşiv.

Görsel 10. Tasarım hareketlerindeki Kritik Hareketler (CM), ileri bağlantılar ve geri bağlantılar, 2025. Kişisel Arşiv.

Görsel 11. Verilerin girilmesi sonrasında Linkoder programından elde edilen linkograf bağlantı haritası, 2025. Kişisel Arşiv.