2025 MSTAS

XIX. MİMARLIKTA SAYISAL TASARIM ULUSAL SEMPOZYUMU

TÜBİTAK

28.06.2025 - 02.07.2025

ANTALYA BİLİM ÜNİVERSİTESİ

ANTALYA BİLİM ÜNİVERSİTESİ



XIX. MİMARLIKTA SAYISAL TASARIM ULUSAL SEMPOZYUMU | SİMBİYOZ

MSTAS 2025
XIX. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu
30 Haziran - 1 Temmuz 2025, Antalya Bilim Üniversitesi
"Simbiyoz"

DÜZENLEYEN:
Antalya Bilim Üniversitesi Güzel Sanatlar ve Mimarlık Fakültesi,
Mimarlık ve İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümleri tarafından düzenlenmiştir.

DÜZENLEME KURULU:
Prof. Dr. Salih OFLUOĞLU
Dr. Öğ. Üyesi Oya BABACAN
Dr. Öğr. Üyesi Setenay UÇAR AK
Öğr. Gör. Ramazan SARI
Öğr. Gör. Hakan HACIOĞLU
Öğr. Gör. Kadir Emre BAKIR

EDİTÖRLER:
Prof. Dr. Salih OFLUOĞLU
Dr. Öğ. Üyesi Oya BABACAN
Dr. Öğr. Üyesi Setenay UÇAR AK
Öğr. Gör. Ramazan SARI
Öğr. Gör. Hakan HACIOĞLU
Öğr. Gör. Kadir Emre BAKIR

MİZANPAJ & KAPAK TASARIMI :
Öğr. Gör. Hakan HACIOĞLU

ISBN NUMARASI :
978-625-94372-3-1
© Antalya Bilim Üniversitesi
Bu kitabın her hakkı saklıdır ve tüm yayın hakları "Antalya Bilim Üniversitesi Rektörlüğü'ne" aittir. Bu kitabın herhangi bölümü yayınevinin izni olmaksızın yayınlanamaz, basılamaz, mikrofilme çekilemez dolaylı dahi olsa kullanılamaz. Teksir, fotokopi veya başka teknikle çoğaltılamaz, B ilgisayarda dizgi makinalarında işlenebilecek ortama aktarılamaz. Kitapta yayınlanan tüm yazı ve görsellerin sorumluluğu yazar/ yazarlara aittir.



BİLİM KURULU:

Doç. Dr. Ahmet Emre Dinçer	Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi
Prof. Dr. Arzu Gönenç Sorguç	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Doç. Dr. Aslı Ağırbaş	Özyeğin Üniversitesi
Doç. Dr. Ayşegül Akçay Kavakoğlu	İstanbul Teknik Üniversitesi
Doç. Dr. Başak Uçar	TED Üniversitesi
Doç. Dr. Benay Gürsoy	Pennsylvania State University
Doç. Dr. Derya Güleç Özer	İstanbul Teknik Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Elif Belkıs Öksüz	Kahramanmaraş İstiklal Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Emirhan Coşkun	Haliç Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Esra Gürbüz	Gaziantep Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Ethem Gürer	İstanbul Teknik Üniversitesi
Doç. Dr. Faruk Can Ünal	Yeditepe Üniversitesi
Doç. Dr. Fulya Akipek	İstanbul Bilgi Üniversirtesi
Prof. Dr. Gülen Çağdaş	İstanbul Teknik Üniversitesi
Doç. Dr. Hatice Demirkol	İzmir Yüksek Teknoloji Üniversitesi
Doç. Dr. İlker Erkan	Süleyman Demirel Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Kutay Karabağ	İstanbul Bilgi Üniversitesi
Prof. Dr. Leman Figen Gül	İstanbul Teknik Üniversitesi
Doç. Dr. Mehmet Ali Altın	Eskişehir Teknik Üniversitesi
Doç. Dr. Meltem Aksoy	İstanbul Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Meryem Birgül Çolakoğlu	İstanbul Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Mine Özkar	İstanbul Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Mustafa Emre İlal	İzmir Yüksek Teknoloji Üniversitesi
Prof. Dr. Neşe Çakıcı Alp	Kocaeli Üniversitesi
Doç. Dr. Orkan Zeynel Güzelci	İstanbul Teknik Üniversitesi
Dr. Özgün Balaban	Tilburg University
Prof. Dr. Özgür Ediz	Bursa Uludağ Üniversitesi
Doç. Dr. Özlem Kandemir	Eskişehir Teknik Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Pınar Çalışır Adem	Yeditepe Üniversitesi
Prof. Dr. Salih Ofluoğlu	Antalya Bilim Üniversitesi
Doç. Dr. Sema Alaçam	İstanbul Teknik Üniversitesi
Doç. Dr. Serkan Palabıyık	Balıkesir Üniversitesi
Doç. Dr. Sevil Yazıcı	İstanbul Teknik Üniversitesi
Doç. Dr. Sibel Macit İlal	İzmir Demokrasi Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Şehnaz Cenani Durmazoğlu	İstanbul Medipol Üniversitesi
Prof. Dr. Şule Pektaş Taşlı	Bilkent Üniversitesi
Doç. Dr. Togan Tong	Yıldız Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Tuğrul Yazar	İstanbul Bilgi Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Zülal Nurdan Korur	İstanbul Medipol Üniversitesi

ÖNSÖZ

Mimarlıkta Sayısal Tasarım Sempozyumu (MSTAS 2025), 30 Haziran – 1 Temmuz 2025 tarihleri arasında Antalya Bilim Üniversitesi ev sahipliğinde gerçekleştirilmiştir. Sempozyum öncesinde, 28–29 Haziran tarihlerinde farklı bilişim konularına odaklanan çalıştaylar düzenlenmiştir.

MSTAS, Türkiye'de mimarlık alanındaki en köklü bilimsel etkinliklerden biri olarak, akademi ve sektör paydaşlarını buluşturarak disiplinlerarası iş birliği için güçlü bir platform sunmaktadır. Antalya Bilim Üniversitesi Mimarlık Fakültesi ev sahipliğinde gerçekleştirilen bu yılki etkinlik, tarihindeki en yüksek bildiri katılımına ulaşarak MSTAS'ın en yoğun katılımlı toplantılarından biri olmuştur.

TÜBİTAK 2223-B Yurt İçi Bilimsel Etkinlik Düzenleme Desteği kapsamında desteklenen ve "Simbiyoz" temasıyla düzenlenen sempozyum, mimarlık ve ilişkili alanlarda bilişim teknolojileri ve uygulamaları üzerine çalışan akademisyenleri bir araya getirerek zengin bir paylaşım ve tartışma ortamı oluşturmuştur. Sempozyuma, Kanada Simon Fraser Üniversitesi'nden Prof. Dr. Halil Erhan ve Birleşik Krallık'tan Prof. Dr. Yusuf Arayıcı davetli konuşmacı olarak katılmıştır.

Etkinlik, Prof. Dr. Salih Ofluoğlu yürütücülüğünde; Dr. Öğr. Üyesi Oya Babacan, Dr. Öğr. Üyesi Setenay Uçar, Öğr. Gör. Dr. Ramazan Sarı, Öğr. Gör. Hakan Hacıoğlu ve Öğr. Gör. Kadir Emre Bakır'ın katkılarıyla gerçekleştirilmiştir.

Bu önemli etkinliğin hazırlanması ve yürütülmesinde emeği geçen; başta Üniversitemiz Rektörü Prof. Dr. Semih Ekercin olmak üzere, tüm akademik ve idari kadro üyelerine, öğrencilerimize, katılımcılarımıza ve katkı sunan diğer herkese teşekkür ederiz

MSTAS 2025 Düzenleme Ekibi

DAVETLİ KONUŞMACILAR



"What Can We Learn from the Evolution of Tools: Expanding Computational Design by Focusing on Data, Tasks and Outcomes"

PROF. DR. HALİL ERHAN

School of Interactive Arts and Technology (SIAT) Simon Fraser University Surrey, Kanada

Halil Erhan, lisans eğitimini Orta Doğu Teknik Üniversitesi'nde (ODTÜ) tamamlamıştır. Yüksek lisans eğitimini Clemson Üniversitesi'nde sürdürmüş ve burada bina tasarım bilgilerine 3D modellerin entegrasyonu üzerine odaklanmıştır. Bu deneyimi, Dr. Erhan'ın Tasarım Hesaplamaları (Design Computation) alanına olan ilgisini artırmış ve bu ilgisini Carnegie Mellon Üniversitesi'nde doktora çalışmaları sırasında daha da derinleştirmiştir.

Dr. Erhan, şu anda Simon Fraser Üniversitesi'nde profesör ve Hesaplamalı Tasarım Laboratuvarı'nın direktörüdür. Disiplinler arası araştırmaları, tasarımı bilişsel ve işbirlikçi bir problem çözme süreci olarak ele almakta ve yaratıcı pratisyenlerin kapasitelerini geliştirmek amacıyla etkili ve ilgi çekici araçlar sağlamayı hedeflemektedir. Dr. Erhan ve araştırma ekibi, insan odaklı yenilikçi hesaplamalı yaklaşımlar kullanarak tasarım araçları geliştirmekte ve test etmektedir.

Dr. Erhan, Performans Tahminlerinden elde edilen verileri kullanarak tasarım alanı keşfini etkileşimli veri görselleştirmeleri aracılığıyla yönlendiren "Design Analytics" adlı bir uygulamalı araştırma programı kurmuştur. Ayrıca, AEC (Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat) sektöründe yeni araçların benimsenmesini teşvik etmek için endüstri ortaklarıyla yakından çalışmaktadır. Ek olarak, tasarım paydaşlarının inşa edilmiş çevre önerileri etrafında şeffaf bir tartışma yürütmelerini teşvik etmek amacıyla veriyle yönlendirilen tasarım demokratikleşmesine yönelik bir araştırma programı başlatmıştır. Dr. Erhan, insan odaklı yazılım tasarımı, mekansal biliş ve düşünme, üretken tasarım ve kanıta dayalı kullanıcı arayüzü geliştirme konularında dersler vermektedir.

DAVETLİ KONUŞMACILAR



"HBIM in Practice and the Way Forward for AI Implementation for Automated Scan to BIM"

PROF. DR. YUSUF ARAYICI

Department of Architecture and Built Environment, Northumbria Üniversitesi, İngiltere

Yusuf Arayıcı, Northumbria Üniversitesi'nde öğretim üyesi olarak görev yapmaktadır ve Yapı Bilgi Modellemesi (BIM) alanında önemli bir araştırma deneyimine sahiptir. Arayıcı'nın araştırmaları, BIM ve süreç modellemesinden sürdürülebilir kentsel yenilenmeye ve BIM destekli kültürel miras alanlarına kadar geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır. Özellikle AB ve ERDF tarafından finanse edilen projelerde yer alarak, kültürel miras alanları için BIM tabanlı modelleme ve 3D lazer tarama alanında önemli çalışmalar yürütmüştür.

2001-2011 yılları arasında Avrupa Birliği tarafından finanse edilen çeşitli projelerde BIM entegrasyonu, kullanıcı gereksinim analizi ve 3D modelleme üzerine yoğunlaşmıştır. Bu projeler arasında DIVERCITY, INTELCITIES ve VEPS gibi önemli girişimler bulunmaktadır. Arayıcı, aynı dönemde mimarlık firmalarıyla bilgi tabanlı danışmanlık yaparak BIM benimseme süreçlerini desteklemiş ve kültürel miras modellemesi gibi özel projelere katkıda bulunmuştur.

2013'ten günümüze, Arayıcı enerji verimli bina tasarımı, akıllı miras bina performansı ve dijital ikizler gibi alanlarda BIM tabanlı araştırma projelerine liderlik etmektedir. Arayıcı, çeşitli akademik yayınlar yapmış olup "İnşaatta Bilgisayar Entegre Ortamı için Gereksinim Mühendisliği," "Yapı Bilgi Modellemesi" ve "Miras Bina Bilgi Modellemesi" gibi kitapları da bulunmaktadır.

İÇİNDEKİLER

1. Gün – 30 Haziran 2025

Oturum 1
Hesaplamalı Tasarım I
Oturum Başkanı: Prof. Dr. Levent Arıdağ

▪Fiziksel Prototiplemeden Dijital Varyasyona: Bağlamsal Parametrik Tasarım İçin Bütünleşik Bir Öğrenme Ortamı Modeli 2
Funda Tan Bayram, Esra Arslantürk

▪Kampüs Tasarımında Hesaplamalı Yöntemlerin Uygulanması: Bursa Uludağ Üniversitesi Örneği 15
Barış Mert Karasu, Özgür Ediz

▪Hesaplamalı Tasarım Sürecinde Farklı Dijital Pratiklerin Etkisinin Reflektif Pratik Üzerinden Değerlendirilmesi 26
Gülce Kırdar

▪Yaratıcılık ve Algoritma Arasında: Mimarlık Pratiğinde Dijital Simbiyozun Rol Dönüşümü 38
Zehra Kezer, Havva Alkan Bala

Oturum 2
Sayısal Yöntemler Ve Kültürel Miras
Oturum Başkanı: Dr. Öğr. Üyesi İbrahim Çakır

▪Kültürel Mirasın Belgeleme Çalışmalarında Yersel Lazer Tarayıcı Kullanımı: İznik Roma Tiyatrosu Örneği 48
Ayşe Esin Kuleli

▪Tarihi Yapılarda Dijital Teknolojilerin Koruma Amaçlı Kullanımı: Nero Hamamı Örneğinde Fotogrametri, LIDAR ve HBIM Entegrasyonu 59
Merve Şule Yörük, Salih Ofluoğlu

▪Bedenleşme ve Yapay Zekâ ile Tarihi Mekânların Yeniden İnşası 72
Çisem Nur Demirci, Sümeyye Kökçen

▪Kesit Çizimlerinden Dikey Organizasyon İncelenmesi: Derin Öğrenme ile Palladio'nun Mimarisini Keşfetmek 84
Ece Savaş, Mine Özkar

Oturum 3
Hesaplamalı Tasarım II
Oturum Başkanı: Prof. Dr. Meryem Birgül Çolakoğlu

▪**Identifying Characteristics of Computational Design Thinking: Case of Adaptive Structures** 93
Furkan B. Cilesizoglu, Melek Kılınç, Kurtulus Atasever, Oğuz C. Çelik

▪**Mimari Çizimin Olanaklılığının Fiziksel Hesaplama ve Araçlaştırma ile Zenginleştirilmesi** 106
Görkey Gürel, Çağın Tanrıverdi Çetin, Sema Alaçam

▪**Hesaplamalı Tasarımda Malzeme Etmenliğinin Dokuma Yoluyla Araştırılması** 118
Asude Sena Kösebaş Yıldız, Sevil Yazıcı

▪**Hesaplamalı Tasarım Araçlarıyla Mukarnaslı Kubbelerdeki Zanaat ve Geometri İlişkisinin İncelenmesi** 130
Enes Karakaya, Mine Özkar

Oturum 4
Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi ve Sürdürülebilirlik
Oturum Başkanı: Dr. Öğr. Üyesi Oya Babacan

▪**Mimarlıkta Sayısal Tasarımın Gelişiminin Doğadan Esinlenme Açısından Analitik İncelenmesi** 140
Umay Karakaş, Şule Taşlı Pektaş

▪**Çevresel Ürün Beyanları Kapsamında Alüminyum Profilin Yaşam Döngüsü Analizi ve Malzeme Seçimi İçin Karar Destek Sistemlerinin İncelenmesi** 151
Damla Yıldırım Mutlu, Yiğit Güller

▪**Yapı Malzemesi Seçiminde Sürdürülebilirlik, Karbon Emisyonu ve Yapay Zekâ: Sistematik Literatür Taraması ve Meta Analizi** 166
Elif Basumli, Beyza Nur Yelten, Melek Obak, Gizem Can

▪**The Case Study of Bamboo Form-Finding based on the Material Passport** 174
Yusra Ekin

▪**Çok Katlı Konut Yapılarına Yönelik BIM-LCA Tabanlı Çevresel Değerlendirme ve Tasarım İyileştirme Stratejileri: Bir Vaka Çalışması** 184
Yiğit Yardımcı, Yasemin Erbil, Özgür Ediz, İlker Karadağ

Oturum 5
Sayısal Üretim ve Robotik
Oturum Başkanı: Dr. Öğr. Üyesi Setenay Uçar Ak

▪Hesaplamalı Dübel Tasarımı ve Biçim Bulma 196
Osman Gündüz, Serdar Aydın

▪Mimari Tasarım Sürecinde Kavramsal Tasarım Aşamasında Dijital Üretim Araçlarının Etkisi 205
Ülkü Şimşek Şengül, Elvan Elif Özdemir, Nida Naycı,

▪BIM ve 3D Yazıcıların Entegrasyonu; BIM+3D Kavramına Yönelik Bir Yaklaşım Önerisi 215
Mehmet İnceoğlu; Bircan İnan

Oturum 6
BIM ve Dijital İkiz
Oturum Başkanı: Prof. Dr. Mustafa Emre İlal

▪BIM Integration of Material Passports in the Construction Domain 225
Yusra Ekin, Meryem Birgül Çolakoğlu

▪Mimarlık Eğitiminde Yapı Bilgi Modelleme: Kritik Başarı Faktörlerinin Belirlenmesi 235
Handan Aş Çemrek, Ümit Işıkdağ

▪Dijital İkiz Uygulamaları ve IoT Entegrasyonu Üzerine Bir Literatür İncelemesi 246
Beyza Muş, Meryem Birgül Çolakoğlu

▪Atıl Endüstriyel Yapıların Yeniden İşlevlendirilmesinde Dijital İkiz Teknolojilerinin Rolü: İş Akışı Önerisi 259
Ecem Berna Şahin

2. Gün – 1 Temmuz 2025

Oturum 7
Yapay Zeka ve Mimarlık I
Oturum Başkanı: Dr. Öğr. Üyesi Ali Cem Başarır

▪Erken Tasarım Evresinde İmge Üreticisi olarak Yapay Zekâ ve Yol Kronotopu 272
Levent Arıdağ, Derya Çakır Aydın, Gözde Betülay Yorulmaz

▪Tek Katlı Plan Organizasyonlarında Çekişmeli Üretici Ağlar ve Pekiştirmeli Öğrenmenin Entegrasyonu: Kullanıcı Merkezli Ödül Fonksiyonları 282
Mertcan Güldilek, Mustafa Emre İlal, Berk Ekici

▪İç Mimari Görüntülerle Yapay Zekâ Modeli Eğitimi: Bir Veri Seti Hazırlama Strateji Önerisi 292
Yaren Cengiz, Orkan Zeynel Güzelci, Derya Güleç Özer, Koray Kıdış

▪"DeepSmart Corpus": Mimari Pavyon Verilerinden Yola Çıkarak Makine Öğrenimi ve Dijital Zanaatkârlık ile El Becerisinin Yeniden Değerlendirilmesi 302
Ayça Ayaz Erdağ, Arzu Gönenç Sorguç

Oturum 8
Sanal / Artırılmış / Karma Gerçeklik I
Oturum Başkanı: Prof. Dr. Salih Ofluoğlu

▪Kültürel Mirasın Dijital Geleceği: Artırılmış Gerçeklik Kesişiminde Araştırma Eğilimlerinin Haritalanması 313
Beryar Zübeyde Balaban, Leman Figen Gül

▪Spatial and Temporal Organization of Biometric Feedback for Architectural Research 323
Kutay Guler

▪Mimari Tasarım Stüdyo Eğitiminde Sanal Gerçeklik Teknolojileri ile Siber-Tektonik Mekân Deneyimi 337
Büşra Cantürk, Levent Arıdağ

Oturum 11
Mevzuata Uyum ve Denetim
Oturum Başkanı: Öğr.Gör. Dr. Ramazan Sarı

▪Mimari Tasarımda Koruma Amaçlı İmar Planları Hükümlerine Uygunluğun Dijital Modellerle Denetlenebilirliği 422
Kadir Emre Bakır, Sevim Ateş Can, İbrahim Bakır

▪Uyumluluk Denetimi Otomasyonu için Bina Yangın Yönetmeliğinin Dört Katmanlı Modelleme Yöntemi ile Sayısal Temsili 432
Tarık Çetin, M. Emre İlal, Sibel Macit İlal

▪Acil Durum Toplanma Alanlarının Ulaşılabilirliğin Ölçülmesi: İzmir odağında Eğitim ve Sağlık Yapılarının İncelenmesi 442
Esma Selen Aksoy, Burcu Kısmet Conk, M. Birgül Çolakoğlu

▪Yapı Ruhsat Süreçlerinde TF-IDF ve SVM Yöntemi ile Emsal Alan Tiplerinin Otomatik Sınıflandırılması 456
Eymen Çağatay Bilge

Çalıştaylar

▪Autodesk Forma ile Yapay Zeka Destekli Konsept Tasarım ve BIM Süreçleri 466
Hilal Ekinci

▪Sınırları Aşan Algılar (Expand Your Umwelt) : Yapay Zeka ile Yeni Bir Mimarlık Duyusu Yaratmak 467
Ali Cem Başarır

▪VR'da Kısa Bir Yürüyüş : Mekan, Renk ve Ses 468
Tolga Özdemir

▪Tasarım XR : VR ile Kentsel Gelecek 469
Gays Elukab, Serdar Aydın

▪Veriden Eskize : Üretken Yapay Zeka ile Kişiselleştirilmiş Tasarım Deneyimi 470
Nur Sipahioğlu

2025 MSTAS

OTURUM I

HESAPLAMALI TASARIM I



2025 MSTAS MİMARLIKTA SAYISAL TASARIM XIX. ULUSAL SEMPOZYUMU
28.06.2025 - 02.07.2025

Kampüs Tasarımında Hesaplamalı Yöntemlerin Uygulanması: Bursa Uludağ Üniversitesi Örneği

Barış Mert Karasu[1]; Özgür Ediz[2]
[1,2]Bursa Uludağ Üniversitesi
[1]bmertkarasu@uludag.edu.tr; [2]ozgur@uludag.edu.tr

Özet

Kampüs, tasarımcıları tarafından istenilen görsel etkiyi yaratmak amacıyla bilinçli olarak tasarlanmış bir düzeni ifade etmektedir. Türkiye'de Cumhuriyet dönemiyle birlikte yükseköğretim kurumlarının artışı ve buna bağlı olarak eğitim faaliyetlerinin gerçekleştirileceği fiziksel mekânlara olan ihtiyaç, kampüs tasarımına yönelik girişimlerin başlamasına yol açmıştır. Bu süreçte, kent merkezlerinin yaşam dokusunu bozmadan, kent dışı alanların değerlendirilmesi ve özerk yaşam alanları oluşturulması hedeflenmiştir. Kampüslerin tasarımı, gelecekteki eğitim ve toplumsal gereksinimlerin öngörüsüne dayanan çeşitli morfolojik yapılar önerilerek gerçekleştirilmiştir. Kampüs tasarım ilkelerini belirlemeye çalışan ve öğrenci eğitimi ile kampüs formu arasındaki ilişkiyi ifade eden çeşitli normatif çalışmalar mevcut olsa da tasarım önerilerinin sonuçlarını kanıta dayalı olarak tartışan nicel araştırmalara sık rastlanmamaktadır. Son yıllarda, sezgisel yöntemlere alternatif olarak gelişen hesaplamalı yöntemler dikkat çekmektedir. Bu çalışmanın amacı, seçilen bir kampüs yapılı çevresine yapılacak tasarım müdahalelerinin sosyo-mekansal etkilerini hesaplamalı tasarım ve analiz yöntemleriyle incelemektir. Bu amaç doğrultusunda, Bursa Uludağ Üniversitesi Görükle Kampüsü çalışma alanı olarak seçilmiştir. Sezar Aygen tarafından 1978 yılında 'lineer-konsantrik' bir düzende tasarlanan bu kampüste, yerel bölgeler arası iletişimin tekil noktalardan sağlandığı gözlemlenmiştir. Görükle Kampüsü'nün erişilebilirlik ve işlevsellik açısından optimize edilmesi için fraktal boyut ve mekân dizimi yöntemleri kullanılmıştır. Tasarım önerisi geliştirilirken özgün kampüs dokusuna ait mimari karakterin olabildiğince korunması hedeflenmiştir. Önerilen tasarım ile ilk durumun benzerlik seviyeleri fraktal analiz yöntemiyle test edilmiştir. Fiziksel müdahale önerilerinin olası sosyo-mekansal etkileri ise mekân dizimi yönteminin eksensel hat analiz tekniği aracılığıyla temsil edilmiştir. Fraktal boyut değerlerindeki %2'den az değişim, morfolojik bütünlüğün korunduğunu; ortalama entegrasyon değerindeki %22'lik artış ise mekânsal erişilebilirliğin iyileştirildiğini göstermiştir. Bu bulgular, hesaplamalı yöntemlerin kampüs planlamasında etkin bir araç olduğunu ve benzer ölçekli yerleşkeler için uygulanabilirliğini kanıtlamaktadır. Bu çalışma, kentsel tasarım kararlarının nicel verilerle desteklenmesinin önemini vurgulamakta ve gelecekteki araştırmalar için, çalışma kapsamında kullanılan yöntemlerin farklı bağlamlarda test edilmesi ile kullanıcı deneyimi odaklı detaylandırmaların yapılmasını önermektedir. Çalışma ayrıca olası tasarım müdahalelerinin etkilerini sayısal olarak ifade ederek, gelecekteki kampüs tasarımları için rehberlik edecek bir kurgu sunmayı hedeflemektedir.

Anahtar Kelimeler: *Hesaplamalı Tasarım, Mekân Dizimi, Fraktal Boyut, Bursa Uludağ Üniversitesi Görükle Kampüsü.*

MSTAS 2025 MİMARLIKTA SAYISAL TASARIM XIX. ULUSAL SEMPOZYUMU
28.06.2025 - 02.07.2025

Application of Computational Methods in Campus Design: The Case of Bursa Uludağ University

Barış Mert Karasu[1]; Özgür Ediz[2]
[1,2]Bursa Uludağ University
[1]bmertkarasu@uludag.edu.tr; [2]ozgur@uludag.edu.tr

Abstract

A campus refers to an arrangement consciously designed by its designers to create the desired visual effect. The increase in the number of higher education institutions in Turkey in the Republican period and the need for physical spaces where educational activities will be carried out have led to the initiatives for campus design. In this process, it was aimed to make use of out-of-town areas and to create autonomous living spaces without disrupting the living environment of city centres. The design of campuses has been carried out by proposing various morphological structures based on the prediction of future educational and social needs. Although there are various normative studies that try to determine campus design principles and express the relationship between student education and campus form, quantitative studies that discuss the results of design proposals based on evidence are not common. In recent years, computational methods as an alternative to intuitive methods have attracted attention. The aim of this study is to examine the socio-spatial impacts of design interventions in a selected campus built environment by using computational design and analysis methods. For this purpose, Bursa Uludağ University Görükle Campus was selected as the study area. In this campus, which was designed by Sezar Aygen in 1978 in a 'linear-concentric' layout, it has been observed that communication between local areas is provided through singular points. Fractal dimensional analysis and space syntax methods were used to optimise the Görükle Campus in terms of accessibility and functionality. While developing the design proposal, it was aimed to preserve the architectural character of the original campus fabric as much as possible. The similarity levels of the proposed design and the initial situation were tested by the fractal analysis method. The possible socio-spatial effects of the physical intervention proposals were represented through the axial line analysis technique of the space syntax method. A change of less than 2% in fractal dimension values showed that morphological coherence was preserved, while a 22% increase in the average integration value showed that spatial accessibility was improved. These findings prove that computational methods are an effective tool in campus planning and can be applied to similar sized campuses. This study emphasises the importance of supporting urban design decisions with quantitative data and recommends that the methods used in this study should be tested in different contexts and elaborated with a focus on user experience for future research. The study also aims to provide a guiding framework for future campus designs by quantitatively expressing the effects of possible design interventions.

Keywords: *Computational Design, Space Syntax, Fractal Dimension, Bursa Uludağ University Görükle Campus.*

1. Giriş

Cumhuriyetin ilanı ile başlayan yükseköğretim kurumlarının kurulması süreci, eğitimin gerçekleştirileceği fiziksel mekân ihtiyacı doğurmuştur. Bu bağlamda, kentsel alanlardaki yaşamı etkilemeden, kent dışı bölgeleri değerlendirmek ve özerk yaşam çevreleri oluşturmak amacıyla büyük şehirlerden başlayarak kampüsler inşa edilmiştir. Türk eğitim sistemi, 1923 yılında ilan edilen Cumhuriyet'in ardından uygulanan köklü eğitim reformları ile tamamen yeniden yapılandırılmıştır. 1924 yılında yürürlüğe giren 'Tevhidi Tedrisat Kanunu' ile medreseler kapatılmış, darülfünun ise 'İstanbul Darülfünunu' adını alarak tüzel kişilik kazanmıştır (Sönmezler, 2003). Türkiye'deki üniversiteler, 1950'li yıllara kadar kentle iç içe bir yapı sergilemişlerdir. Günümüzde dahi kent içinde varlıklarını sürdüren üniversiteler mevcuttur. Üniversiteye bağlı fakülteler ve yüksekokullar, gelişimlerini genellikle kent içinde devam ettirmektedirler (Türeyen, 2003). Ancak 1960'lı yıllarda Avrupa'da ve sonrasında ülkemizde üniversitelerin kent dışına yönelmesi gözlemlenmektedir (Erkman, 1990).

Banliyö kampüsü olarak adlandırılan kent dışındaki üniversiteler, kentsel morfoloji çalışmalarında "kentsel tip" olarak değerlendirilen birer kent parçası olarak kabul edilmektedir (Dober, 1996; Larkham, 2000). Kentsel tasarım tekniklerinin kampüslere uygulanmasıyla, belirli sınırlarla tanımlı yerleşim alanları oluşturulmuştur (Carmona, 2021). Kentlerde olduğu gibi, kampüslerin biçimlenişini etkileyen birçok parametre bulunmaktadır. Üniversitelerin kendine özgü amaçları, tasarımcı yaklaşımları, iklimsel ve çevresel özellikler, ülkelere göre şekillenen mimari karakteristikler, kullanıcı beklentileri ve mimari teknolojideki değişimler gibi faktörler, kampüslerin biçimlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Türeyen, 2003). Erkman (1990), kampüslerin işlevlerini dört ana başlık altında toplamıştır: Çalışma, Barınma, Dinlenme ve Rekreasyon, Ulaşım. Kentlerdeki işlevlerin kampüslere uyarlanması sonucu farklı kampüs yerleşim biçimleri ve tasarım yaklaşımları ortaya çıkmıştır (Erkman, 1990; Maki ve Ohtaka, 1965).

Kampüs, kurucuları tarafından istenen görsel etkiyi oluşturmak amacıyla bilinçli bir şekilde tasarlanmış bir düzeni temsil etmektedir. Ancak, her kampüs biçimini kapsayan evrensel bir tasarım kuralı bulunmamaktadır. Kampüs tasarımı, her birimin bütüne hizmet eden küçük parçalar olarak düşünülmesinin yanı sıra, bireysel mimari ifadelerin toplamı şeklinde de şekillenebilmektedir (Chapman, 2006). Literatürde, iyi tasarlanmış bir kampüsün tasarım ilkelerini belirlemeye çalışan, öğrenci eğitimi ile kampüs tasarımı arasındaki ilişkiyi kurmayı ve tasarımcıları yönlendirmeyi amaçlayan birçok yoruma dayalı normatif çalışma bulunmaktadır (Coulson vd., 2022; Hajrasouliha, 2017; Hashimshony ve Haina, 2006). Ancak, tasarım süreci kapsamında ele alınan ve bir tasarım önerisi yapılırken olası sonuçlarını tartışan kanıt ve nicel araştırmalara dayalı çalışmalara ulaşmak oldukça zordur. Hajrasouliha (2019) tarafından da belirtildiği gibi, kampüs için belirli fiziksel müdahalelerin potansiyel etkisini araştırmak, kampüs planlamacıları ve mimarlar için ilginç bir konu olmayı sürdürmektedir.

Çalışma kapsamında alan çalışması olarak seçilen Bursa Uludağ Üniversitesi (BUÜ) Görükle Kampüsü 1978 yılında Sezar Aygen tarafından tasarlanmıştır. Tasarım sürecinde emsal çalışmalar incelenerek kampüs formunun 'lineer-konsantrik' düzende olmasına karar verilmiştir (Aygen, 1976). Çalışma 1978 yılında tasarlanan kampüse önerilen fiziksel müdahelelerin potansiyel etkilerini hesaplamalı yöntemlerle araştırmayı amaçlamaktadır. Bu müdahalelerin potansiyellerini ve karmaşık geometrik kurguların etkilerini test etmek, nicel bir yaklaşım kullanılmadan oldukça zordur. Günümüzde mevcut hesaplamalı yöntemlerin uygulanması sayesinde yerleşimlerin ve kentsel formların fiziksel özelliklerinin ölçülmesi, bu ölçüm sonuçlarının sayılar ve anlaşılır grafiklerle ifade edilmesi mümkün hale gelmiştir. Kentsel biçim ve bu biçimlerdeki değişimlerin analizi, kent morfolojisi disiplininin 1960'lı yılların başında ortaya çıkmasıyla gerçekleştirilebilmiştir. Kentsel morfoloji analizi, bir kentin yapısını veya kentsel dokusunu incelemekte, kentin oluşum ve dönüşüm süreçleri, tarihsel gelişimi ve meydana getiren unsurları detaylı bir şekilde değerlendirmeye olanak tanımaktadır (Conzen, 1960). Batty ve Longley (1994), fraktal boyut kavramından faydalanarak şehirlerin rastgelelik ve kendine benzerlik ilkeleriyle açıklanabileceğini ortaya koymuştur. Hillier ve Hanson (1984) ise mekân dizimi (space syntax) olarak adlandırılan, grafik teorisi temelllerine dayanan bir yaklaşım kullanarak kentsel formun özelliklerini nicel verilerle ortaya koymuştur. Mekân dizimi yöntemi ile yapılı çevrelerin sosyo-mekânsal analizi yapılabilir ve sistemin erişilebilirlik değeri ile insan etkileşimine olan etkileri incelenebilir. Hillier (2007), sistemi oluşturan tüm bileşenlerin eş zamanlı varlığı sonucu oluşan morfolojik yapıyı konfigürasyon olarak adlandırmıştır. Konfigürasyondaki herhangi bir noktasal değişim, tüm yapının değişmesine neden olmaktadır. Kentsel geometrilerin doğal bir sonucu olan mekânsal konfigürasyon, morfolojik yapıyı deneyimleyen kullanıcıların davranışlarını ve hareket şemalarını etkilemektedir.

Bu çalışma, fraktal boyut ve mekân dizimi analiz yöntemlerini entegre ederek bir banliyö kampüsünün fiziksel yapısını incelemek ve aynı zamanda kampüs için çeşitli öneri fiziksel müdahaleler geliştirmeyi amaçlamaktadır. Kentsel tasarım müdahalelerinin pratikteki olası etkilerini incelemek ve etkili yapılı çevrelerin nasıl oluşturulacağına dair çözüm önerileri geliştirmek, bu çalışmanın temel hedeflerinden birini oluşturmaktadır. Çalışma sürecinde yapılan müdahalelerin mevcut mimari dokunun karakterini bozmaması ve kampüsün biçimlenişini daha erişilebilir hale getirmesi hedeflenmiştir. Fraktal değere dayalı analiz yöntemi mevcut ve tasarlanan durum arasındaki görsel karmaşıklık seviyelerindeki değişimi gözlemlemek açısından seçilmiştir. Benzer bir şekilde; mekân dizimi yöntemi ise mevcut ve tasarlanan durum arasındaki sosyo-mekansal farklılıkları ve erişilebilirlik miktarlarındaki değişimleri analiz etmek açısından uygun bir yöntemdir. Alan çalışması çerçevesinde BUU Görükle kampüsü seçilmiştir. Çalışmada yapılacak bilinçli müdahalelerin pozitif etkilerini nicel verilerle ifade etmesi gelecek tasarımları için yol gösterici olacaktır.

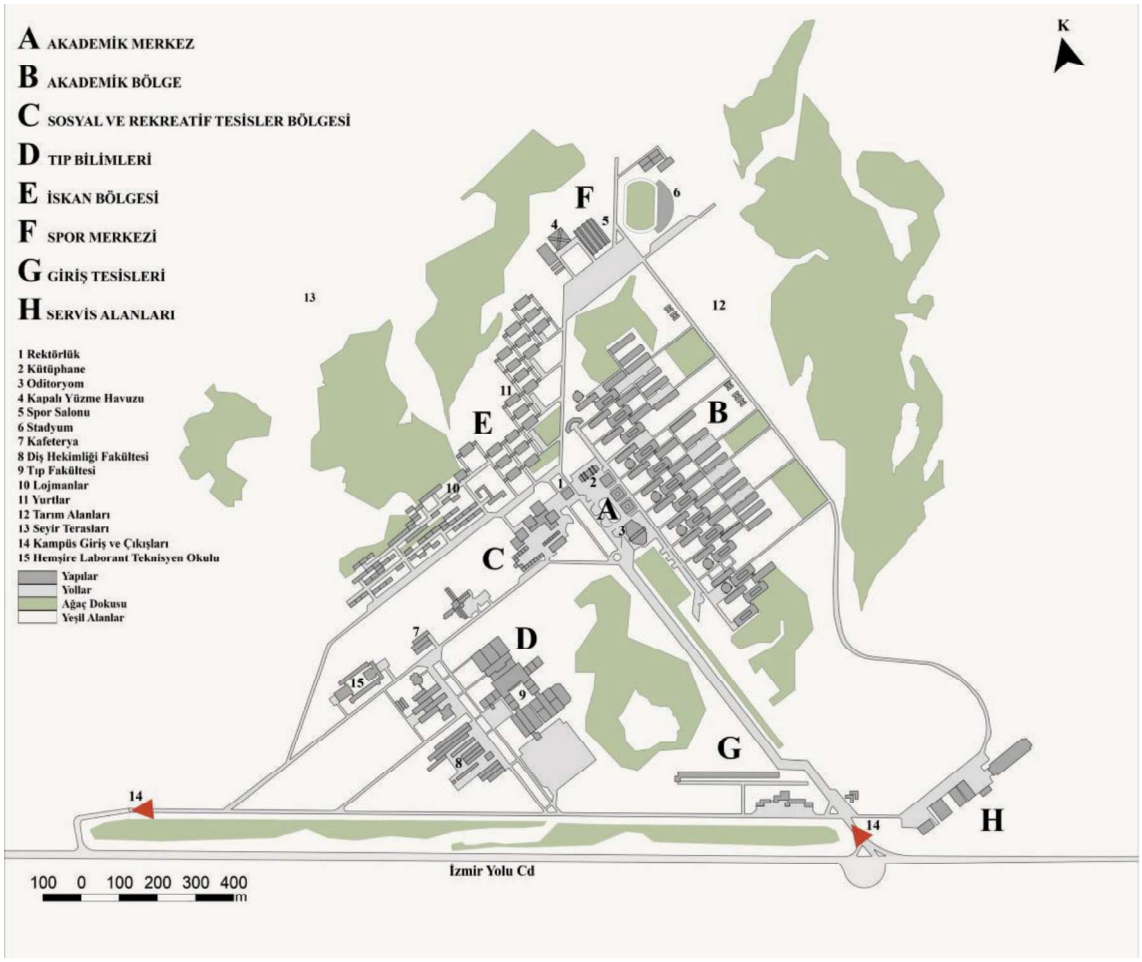
2. Materyal: Bursa Uludağ Üniversitesi

Bu başlık altında alan çalışması olarak seçilen BUÜ Görükle Kampüsü'nün kuruluş süreci, fiziksel yapısı ve çalışma kapsamından geliştirilen tasarım önerisinden bahsedilecektir.

2.1. Bursa Uludağ Üniversitesi Görükle Kampüsü

1973-1981 yılları arasında üniversitelerin Anadolu'ya yayılması sürecinde, Diyarbakır, Adana, Eskişehir, Sivas, Malatya, Elâzığ, Samsun, Konya, Bursa ve Kayseri'de toplam on yeni üniversite kurulmuştur (Türeyen, 2003). BUÜ Görükle Kampüsü, Bursa'nın Nilüfer ilçesi sınırlarında yer almaktadır. Kamulaştırma işlemleri sonucunda 16.000 dönümlük bir alana sahip olan Görükle Kampüsü'nün ve kampüs içindeki yapıların tasarımını gerçekleştirmek üzere 7 Haziran 1976 tarihinde Mimar Sezar Aygen görevlendirilmiştir. Türkiye'deki üniversiteler için emsal teşkil edecek tasarımlar mevcut olmasına rağmen, konuyla ilgili yeterli bilgi birikiminin eksikliği nedeniyle proje bürosu, detaylı bir araştırma yapılması ve sonuçların fiziksel planlamaya dönüşmesi kararını almıştır (Aygen, 1976). Sezar Aygen ve ekibi, yurt dışında East Anglia, Warwick, Lancaster, Bath, Surrey, Bochum, Simon Fraser ve Stirling üniversitelerini; yurt içinde ise ODTÜ Kampüsü, ODTÜ Gaziantep Kampüsü ve İstanbul Teknik Üniversitesi Ayazağa Kampüsü'nü incelemişlerdir. Kampüs tasarım süreci başlamadan önce, Tıp Fakültesine bağlı birimlerin inşası devam etmekteydi. Kampüs planlaması yapılırken, önceki örnekler dikkate alınarak, lineer ve konsantrik çözümlemelerin geçerli yönlerinin birleştirilmesiyle "lineer-konsantrik" bir planlama modeli benimsenmiştir (Aygen, 1976). Tasarım ve planlama süreci, 30 Eylül 1978 tarihinde tüm projelendirme çalışmalarının tamamlanmasıyla sonuçlanmıştır (Aygen, 1978).

Kampüs içi en yoğun sirkülasyon olan yaya sirkülasyonunun fonksiyonlar arasında ulaşımı kolaylaştırması için tüm kampüsün çapı 1500 metre olarak tasarlanmıştır. Kampüs azami büyümüş haline göre tasarlanmış olsa da ileri tarihlerde gelebilecek ilave fakülteler de göz önünde tutularak büyüme ve gelişme alanlarını içine alacak şekilde bir planlama yapılmıştır. Bursa'nın sivil mimarisinin belirgin özelliği olarak nitelendirilen içe dönük açık mekanlar ile birbirine akan iç ve dış ilişkisi tasarımda yansıtılmaya çalışılmıştır (Aygen 1976). Görükle Kampüsü; Tıp, İktisadi ve İdari Bilimler, Mühendislik, Veterinerlik, Ziraat, Fen-Edebiyat, Eğitim, Mimarlık, Spor Bilimleri ve Sağlık Bilimleri Fakülteleri, Konservatuvar, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu ve Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Enstitüler, Rektörlük merkez binası, spor birimleri, yurtlar, kütüphane ve yeme-içme için tasarlanmış yapılara ev sahipliği yapmaktadır. **Şekil 1** 1978 yılında Sezar Aygen ve ekibi tarafından tamamlanan Bursa Uludağ Üniversitesi Görükle Kampüsü'nün yerleşke planını göstermektedir.



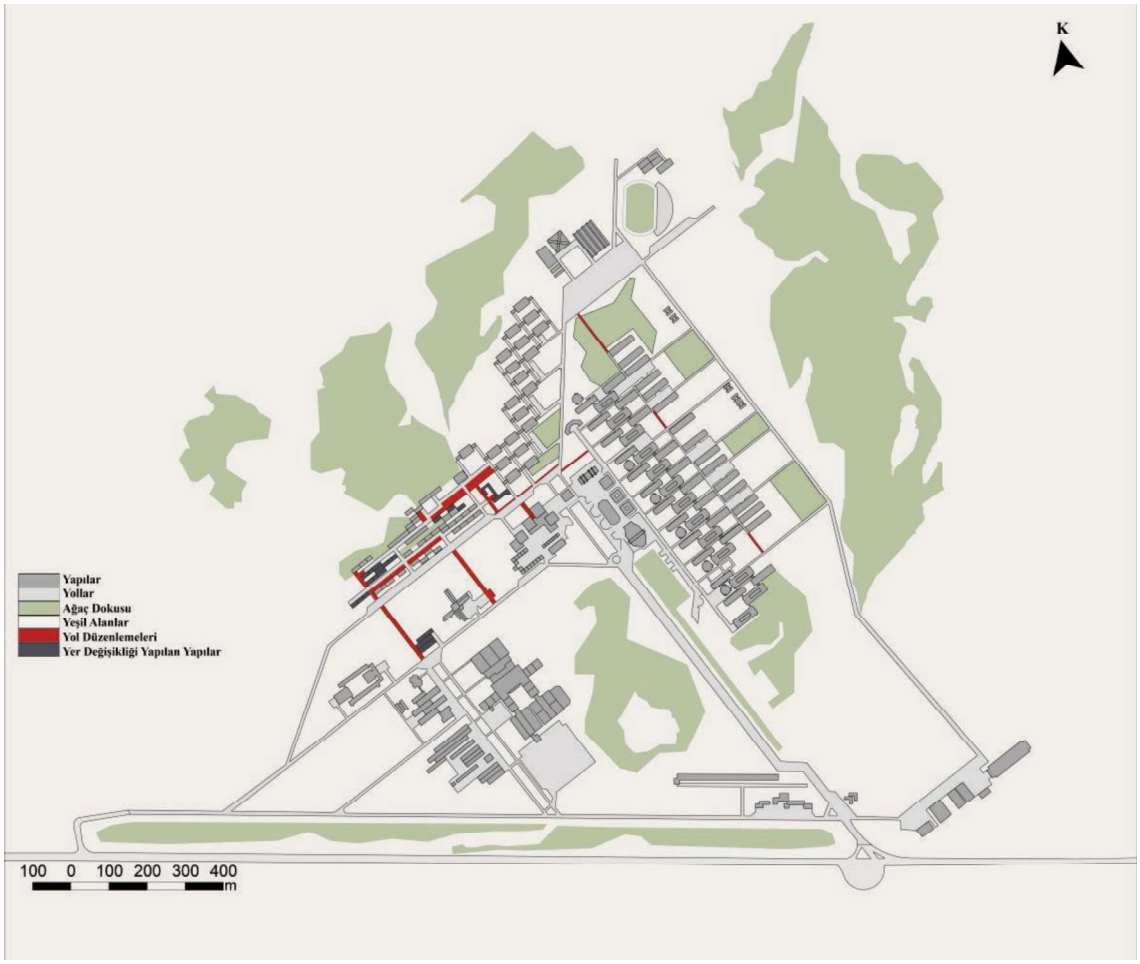
Şekil 1: Görükle Kampüsü tasarlanan yerleşke planı

2.2. Tasarım Önerisi

Kent planlamacıları ve tasarımcılar, belirli bir plan çerçevesinde tasarlanan kentsel formları oluştururken geçmiş deneyimlere ve benzer projelerden edinilen bilgi birikimine odaklanmaktadırlar. Ancak, tasarımcılar, etkili bir yapılı çevre oluşturma konusunda kesin bir çözüm sunamamaktadır (van Nes ve Yamu, 2021). Hillier (2007), tasarım sürecinin bir analiz-sentez aşaması olmaktan çok bir varsayım-test sürecine benzediğini belirtmiş ve konfigürasyondaki müdahalelerin mekân dizimi yöntemi aracılığıyla test edilebileceğini göstermiştir. Hajrasouliha (2017) ise kampüsün fiziksel çevresi ile akademik başarı ve öğrenci memnuniyeti arasında güçlü bir ilişki olduğunu vurgulamıştır. Bu kapsamda, kampüs mekanının fiziksel etkileşimi arttıracak şekilde tasarlanması rastgele karşılaşmaların sayısını arttırmakta bu durum da akademik başarı üzerinde pozitif bir etki yaratmaktadır. Alan çalışması olarak seçilen Görükle Kampüsü üzerinde yapılan fraktal ve sentaktik analizler sonucu yerleşkenin eksikleri tespit edilmiş ve bu eksikleri en az seviyeye indirmek için tasarım önerisi geliştirilmiştir. Tasarım önerisi geliştirilmesi Aygen tarafından geliştirilen kampüs planının fraktal boyut ve mekân dizimi yöntemleriyle analiz edilmesinden sonra gerçekleştirilmiştir.

1978 yılında Sezar Aygen ve ekibi tarafından tasarlanan Bursa Uludağ Üniversitesi Görükle Kampüsü'nde, yerel bölgeler arasındaki bağlantı sayısının oldukça düşük olması en önemli sorun olarak tespit edilmiştir. Oluşturulan yerleşke planında, bölgeler arasındaki ilişkiler yalnızca birkaç düğüm noktasından sağlanmaktadır. Yerleşke planının kuzeyindeki iskân bölgesinde ise yapılar, çizgisel bir hat yerine parçalı hatlar üzerine yerleştirilmiştir. Bu durum, sistemdeki eksensel hat sayısının artmasına neden olmakta; ancak oluşan bu akslar, bölünme sonucunda düşük bağlantılılık değerine sahip olmaktadır. Sistemdeki derinlik kazanımını azaltmak amacıyla, bu yerel bölgenin daha çizgisel bir düzenleme ile yeniden kurgulanması hedeflenmiştir. Belirlenen problemler sonucunda geliştirilen öneri yerleşke planı **Şekil 2**'de gösterilmiştir. Bu öneri geliştirilirken sisteme en az müdahale amaçlanmıştır. Kampüste yer alan yapıların oluşturduğu mimari dokuda mevcut birimler korunmuş, iskân bölgesinde yer alan dağınık yerleşim daha düzenli bir hale getirilmiştir. İskân bölgesinde yer alan yurt yapılarına, özgün özellikleri sebebiyle müdahalede bulunulmamıştır. Bunlara ek olarak sosyal ve rekreatif tesisler bölgesinde yer alan kafeterya yapısı kuzeydoğu yönünde kaydırılmıştır.

Öneri geliştirilirken erişilebilirlik ve karşılaşma potansiyelini etkileyen yol dokusuna öncelik verilmiştir. Sistemdeki bağlantısı düşük hatların sayısı azaltılarak yerel omurgalar oluşturulması hedeflenmiştir. Ayrıca yerel bölgeleri birbirine bağlayan uzun hatlar arasındaki bağlantısı sayısı da arttırılmıştır. Öneri yerleşke planında, sosyal ve rekreatif tesisler bölgesi üzerinde yer alan sınır dokusu üzerinde bir takım bağlantı yolları oluşturulmuştur. Böylece iskân bölgesi ve Temel Tıp Bilimleri arasında uzun bir yerel omurga elde edilmiştir. Sistemin güneydoğusunda yer alan organik yapılı yol ise yeşil dokuya müdahale etmeden, çizgisel bir düzenle değiştirilmiştir.



Şekil 2: Görükle Kampüsü öneri yerleşke planı

3. Yöntemler

3.1. Fraktal Boyut Yöntemi

Doğal ve doğal olmayan formlardaki düzensizliği ve pürüzlülüğü ölçmek için Mandelbrot (1982) tarafından geliştirilen fraktal boyut (D) değeri bir görüntü veya nesnenin karmaşıklık seviyesini temsil etmektedir. Bir görüntü veya nesnedeki geometrik bilginin yoğunluğunu ölçmek için D analizi, mimari de dahil olmak üzere çeşitli alanlarda benimsenmiştir. D ya da karmaşıklık değerini ölçmek için genellikle kutu sayma yöntemi kullanılmaktadır (Ostwald & Vaughan, 2016). Kutu sayma işlemi tamamlandığında elde edilen D değeri 1 ile 2 arasında değişmektedir. D değerinin 2'ye yakın olması, doku detay seviyesinin oldukça zengin olduğunu; 1'e yaklaşması ise detay zenginliğinin az ve sade olduğunu göstermektedir. Ayrıca, D değeri farklı görsellerin karmaşıklık seviyeleri arasındaki benzerliklerin incelenmesinde de kullanılmaktadır (Ediz ve Çağdaş, 2007; Ostwald ve Vaughan, 2016). Çalışma kapsamında D değeri geliştirilen önerinin tasarlanan durumla benzerlik seviyesini değerlendirmek için kullanılmıştır. Hesaplanan D değerleri arasındaki karşılaştırmalar yüzde olarak ifade edilen aralık kullanılarak oluşturulabilmektedir. Farklı D değerleri arasındaki aralık %2'nin altındaysa "ayırt edilemez" seviyede benzer olarak tanımlanmaktadır (Ostwald ve Vaughan, 2016; Vaughan ve Ostwald, 2022).

Çalışma kapsamında kullanılan kampüs dokularının çizimleri Bursa Uludağ Üniversitesi Yapı İşleri Başkanlığından elde edilen basılı çizimlerden faydalanılarak bilgisayar ortamında AutoCad programı yardımıyla hazırlanmıştır. Görükle

Kampüsü'nde bulunan dokuları temsil eden tüm imajlar, binary (siyah beyaz) formatında hazırlanmıştır. Analiz için oluşturulan görseller, literatürde tanınan standartları dikkate alarak hazırlanmıştır (Ostwald ve Ediz, 2015; Ostwald ve Vaughan, 2016).

3.2. Mekân Dizimi Yöntemi

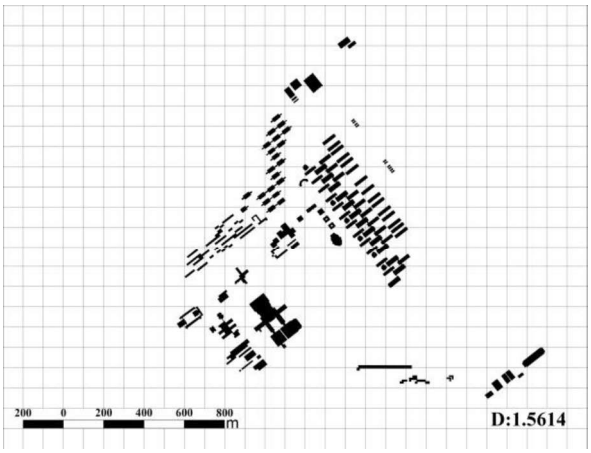
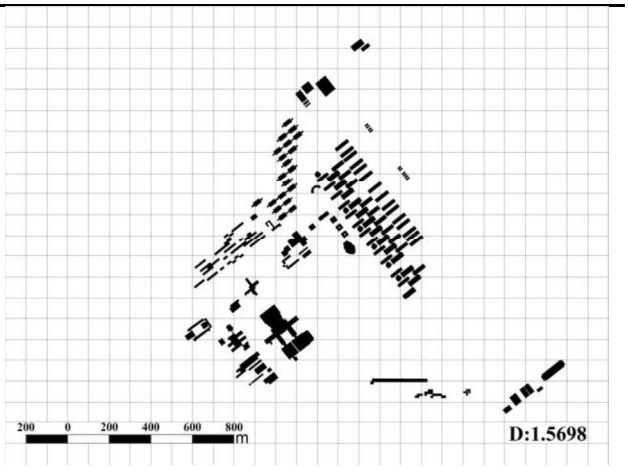
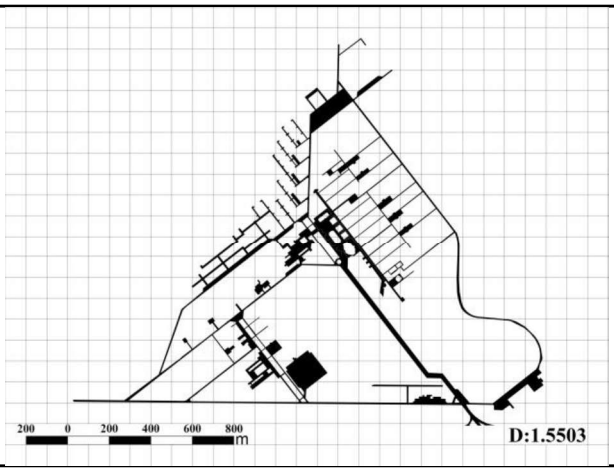
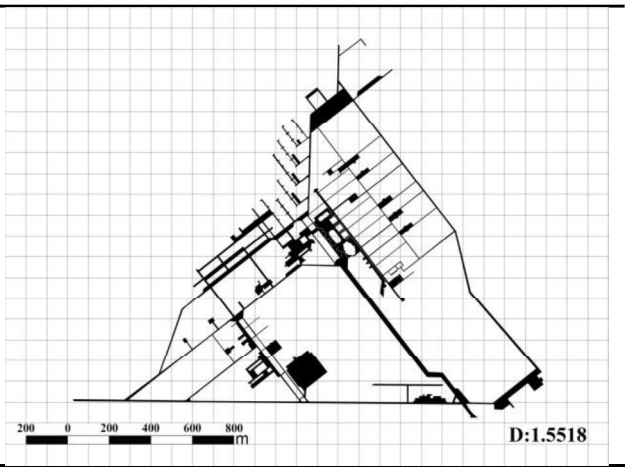
Mekan dizimi yaklaşımına göre bütünü oluşturan parçalarda yaşanan bir değişim bütünün yapısını değiştirmektedir. Mekanların barındırdığı geometrik yapının oluşturduğu düzen sonucu sahip olduğu morfoloji konfigürasyon olarak adlandırılmaktadır. Mekân dizim kuramı, yerleşimlerin konfigürasyonel özelliklerinin kullanıcı hareketleri ve etkileşimleri üzerinde belirleyici bir etkiye sahip olduğunu öne sürmektedir. Mekân dizimi yaklaşımına göre, mekanların sosyal yapıları ile mekânsal konfigürasyonları arasında karşılıklı bir ilişki bulunmaktadır (Hillier, 2007; Hillier ve Hanson, 1984). Eksensel hat haritaları bir konfigürasyonun temsil edilebilmesi için gerçekleştirilmesi gereken ilk görev olarak tanımlanmaktadır (Oliveira, 2013). Eksensel haritalar oluşturmak, yollar, caddeler ve insanların hareket edebileceği boşlukları temsil etmenin bir yoludur. Bu alanlar, en uzun görüş ve hareket hatlarını yansıtan eksensel çizgiler kullanılarak modellenir (van Nes ve Yamu, 2021). Lee, Ostwald ve Zhou (2023) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, kentsel ölçekli mekân dizim araştırmalarının büyük çoğunluğunun eksensel hat analiz tekniğinin entegrasyon değerlerinin temel parametre olarak tercih edildiğini vurgulamaktadır. Global entegrasyon analizi, bir caddenin veya sokağın kentsel sistem içindeki diğer tüm cadde ve sokaklara erişilebilirliğini nicel olarak belirlemek için kullanılan bir yöntemdir (Hillier, 2007). Yüksek global entegrasyon değeri eksen hattının bulunduğu sokağın sistemdeki diğer sokaklarla kurduğu ilişkinin kuvvetli olduğunu başka bir deyişle sokağın erişilebilirlik derecesinin yüksek olduğunu ifade etmektedir. Literatürde, mekân dizimi erişilebilirlik parametreleri ile insan hareketleri arasındaki paralel ilişkiyi ortaya koyan çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (Chiu vd., 2020; Colaço ve De Abreu e Silva, 2023; Hillier vd., 1993). Erişilebilirlik derecesi yüksek olan sokaklar yüksek insan hareket akış oranlarına sahip olmaktadır.

Bursa Uludağ Üniversitesi Yapı İşleri Başkanlığından elde edilen basılı çizimlerden faydalanılarak yerleşke planı AutoCad yazılımı yardımıyla oluşturulmuştur. Dxf formatında dışa aktarılan yerleşke planının eksensel hat haritaları DepthmapX yazılımında otomatik olarak oluşturulmuştur. DepthmapX, mekansal yol ve caddes ağlarının analizini gerçekleştirmeye imkân tanıyan açık kaynaklı bir yazılımdır (Varoudis, 2012). Analiz süreci Al_Sayed vd. (2014) tarafından önerilen adımlar izlenerek gerçekleştirilmiştir. Analizler sonucunda grafiksel ve sayısal sonuçlar elde edilmiştir. Elde edilen görseller mavi kırmızı renk paletinde dışa aktarılmıştır. Grafiklerde sıcak renkler (kırmızı ve turuncu) yüksek entegrasyon değerlerini, soğuk renkler (mavi ve yeşil) ise düşük entegrasyon değerlerini temsil etmektedir. Görükle Kampüsü'nün Aygen tarafından tasarlanan durumundan elde edilen renk aralık değerleri önerilen durum için manuel olarak atanmıştır. Bu sayede geliştirilen tasarım önerisinin pozitif ve negatif etkileri sayısal değerlere ek olarak renk değerleriyle de gösterilmiştir.

4. Bulgular ve Tartışma

Çalışma kapsamında 1978 yılında Aygen tarafından tasarlanan Görükle Kampüsü yerleşke planına öneriler geliştirilmiş ve geliştirilen öneriler hesaplamalı yöntemlerle test edilmiştir. Bu hedef doğrultusunda yapılan müdahaleler sonucu oluşan dokuların ve tasarlanan dokuların fraktal lekeleri ve D değerleri **Tablo 1**'de gösterilmiştir. Kampüste yer alan yapılardan oluşan mimari dokunun birimleri değiştirilmemesine rağmen yapılan müdaheleler sonucunda D değeri 1.5614'ten 1.5698'e yükselmiştir. Bu durum mimari dokunun karmaşıklık seviyesinin arttığını göstermektedir. Yol dokusunun fraktal boyut değeri yeni eklenen yollar sonucu 1.5503'ten 1.5518'e yükselmiştir. Bu sonuç önerilen müdahalelerin yol dokusunun detay seviyesini az miktarda değiştirdiğini göstermektedir. Elde edilen D değerleri arasındaki farkların %2'nin altında kalması dokuların 'ayırt edilemez' benzerlik seviyesine sahip olduğuna işaret etmektedir. Bu durum çalışma kapsamında geliştirilen tasarım önerisinin Aygen tarafından önerilen yerleşke planının karakterini değiştirmediğine işaret etmektedir.

Tablo 1: Mevcut durum ve önerilen durum dokularının fraktal lekeleri ve fraktal boyut değerleri

	Tasarlanan Durum	**Öneri Durum**
Mimari Doku		
Yol Dokusu		

Aygen tarafından tasarlanan yerleşke planının entegrasyon haritası **Şekil 3**'te gösterilmiştir. Yüksek entegrasyon değerine sahip hatlar 'E' ile düşük entegrasyon değerine sahip hatlar 'A' ile ifade edilmiştir. Aygen tarafından geliştirilen yerleşke planında 151 adet eksensel hat bulunmaktadır. Ortalama eksensel hat uzunluğu ise 191 metre olarak hesaplanmıştır. **Şekil 4** çalışma kapsamında geliştirilen öneri yerleşke planının entegrasyon haritasını göstermektedir. Öneri yerleşke planında yapılan müdahaleler sonucu eksensel hat sayısı 135'e düşmüştür. Bu durum sistemdeki açısal değişimlerin azaldığına ve yerleşkeyi oluşturan geometrilerin daha düzgün yapıya kavuştuğuna işaret etmektedir. Sistemde yer alan aksların ortalama uzunluğu ise 213 metreye yükselmiştir. Aygen tarafından tasarlanan yerleşke 1.26 olarak ölçülen ortalama entegrasyon değeri öneri planda 1.54'e yükselmiştir. Önerilen müdahaleler sonucunda en yüksek global entegrasyon değeri 2.30'dan 2.65'e yükselmiştir. Aygen tarafından geliştirilen tasarım önerisinde en düşük entegrasyon değerine sahip hatlar yerleşkenin güney-batısında yer alan organik yapılı yolda bulunmaktadır. Önerilen müdahaleler sonucunda en düşük entegrasyon değerine sahip eksensel hatlar yerleşkenin farklı noktalarına dağılmıştır.

değeri ise 1.97'den 2.47'ye yükselmiştir. Sistemin geneline bakıldığında sıcak renk toklarıyla ifade edilen yüksek entegrasyon değerine sahip aksların sayısının arttığı gözlemlenmektedir. Elde edilen sonuçlar öneri durumun karmaşıklık seviyenin Aygen tarafından tasarlanan yerleşke planının karmaşıklık seviyesi ile 'ayırt edilemez' seviyede benzerlik sergilediğini göstermiştir. Buna rağmen sistemin erişilebilirlik seviyesini ve hareket potansiyelini gösteren entegrasyon değerlerinde gözle görülür bir artış gözlemlenmiştir (**Tablo 2**). Bu durum, önerilen senaryoda insan hareket potansiyelinin arttığını göstermektedir. İnsan hareketliliği, rastgele karşılaşmalar sonucunda fikir alışverişi potansiyelini de artırmaktadır.

Tablo 2: Tasarlanan durum ve öneri durum analiz sonuçları

		Tasarlanan Durum	Öneri Durum	Değişim Oranı (%)
Fraktal Boyut Analizi Değerleri	Mimari Doku	1.5614	1.5698	0.84
	Yol Dokusu	1.5503	1.5518	0.15
Eksensel Hat Analiz Değerleri	Eksensel hat sayısı	151	135	-10.5
	Ortalama aks uzunluğu	191	213	11.5
	Ortalama entegrasyon	1.26	1.54	22.2
	En yüksek entegrasyon	2.30	2.65	15.2

5. Sonuçlar

1978 yılında Sezar Aygen ve ekibi tarafından emsal çalışmalardan çıkarımlar yapılarak tasarlanan Görükle Kampüsü'nün erişilebilirlik potansiyelini iyileştirmek amacıyla geliştirilen bu çalışmada, fraktal boyut analizi ve mekân dizimi yöntemleri kullanılarak yeni bir tasarım önerisi sunulmuştur. Günün koşullarında hesaplamalı yöntemlerin yaygın olarak kullanılmaması Aygen tarafından geliştirilen tasarım önerisinin hesaplamalı bir alt yapı olmadan tasarlanmasına sebep olmuştur. Hesaplamalı analiz ve tasarım yöntemlerinden yararlanılarak oluşturulan müdahaleler sonucunda kampüsün karmaşıklık seviyesi korunurken erişilebilirlik seviyesinin arttırılması hedeflenmiştir.

Yapılan analizler ve uygulanan yöntemler sonucunda, kampüs dokusunun mevcut fraktal özellikleri korunurken, kullanıcı hareketliliği için daha etkin bir çerçeve oluşturulmuştur. Önerilen tasarım sayesinde, mekânsal bağlantıların iyileştirilmesiyle erişilebilirlik seviyesinde gözle görülür bir artış sağlanmıştır. Bu durum, kampüsün işlevselliğini güçlendirirken aynı zamanda estetik ve organizasyonel bütünlüğünü de korumuştur. Fraktal boyut değerlerindeki farklarının %2'nin altında kalması ve ortalama entegrasyon değerinin %22 artması bu durumu kanıtlar niteliktedir.
Sonuç olarak, fraktal boyut ve mekân dizim, tekniklerinin kampüs planlamasına entegre edilmesi, benzer ölçekteki yerleşkeler için de uygulanabilir bir yaklaşım sunmaktadır. Gelecekte yapılacak çalışmalarda, bu yöntemlerin farklı bağlamlarda test edilmesi ve kullanıcı deneyimi odaklı detaylandırılması önerilmektedir. Bu çalışma, sürdürülebilir ve erişilebilir kampüs tasarımına yönelik yeni bir perspektif sunarak, akademik yerleşkelerin planlama süreçlerine katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

Teşekkür
Bu çalışma, 'Hesaplamalı Yöntemlerle Yerleşke Morfolojisini Okumak: Bursa Uludağ Üniversitesi Görükle Kampüsü Örneği' isimli tez çalışmasının parçasıdır.

KAYNAKLAR

Al_Sayed, K., Turner, A., Hillier, B., Iida, S., & Penn, A. (2014). *Space syntax methodology* (4th ed.). Bartlett School of Architecture, UCL.

Aygen, S. (1976). *Bursa Üniversitesi kampus planması*. Bursa Uludağ Üniversitesi.

Aygen, S. (1978). Bursa Üniversitesi kampus planlaması. *Mimarlık Dergisi*, *16*, 49–52.

Batty, M., & Longley, P. (1994). *Fractal cities: a geometry of form and function*. Academic Press.

Carmona, M. (2021). Public places urban spaces: The dimensions of urban design. In *Public Places Urban Spaces* (3rd ed.). Routledge.

Chapman, M. P. (2006). *American places: In search of the twenty-first century campus*. Praeger Publishers.

Chiu, Y. H., Chuang, I. T., & Tsai, C. Y. (2020). Analyzing correlation of urban functionality and spatial configuration. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, *48*(5), 1296–1313. https://doi.org/10.1177/2399808320924673

Colaço, R., & de Abreu e Silva, J. (2023). Exploring the role of accessibility in shaping retail location using space syntax measures: A panel-data analysis in Lisbon, 1995–2010. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, *50*(5), 1345–1360. https://doi.org/10.1177/23998083221138570

Conzen, M. R. G. (1960). *Alnwick, Northumberland: A study in town-plan analysis*. Institute of British Geographers.

Coulson, J., Roberts, P., & Taylor, I. (2022). *University trends: Contemporary campus design* (3rd ed.). Routledge.

Dober, R. P. (1996). *Campus planning*. John Wiley & Sons.

Ediz, Ö., & Çağdaş, G. (2007). A computational architectural design model based on fractals. *Open House International*, *32*(2), 36–45. https://doi.org/10.1108/ohi-02-2007-b0005

Erkman, U. (1990). *Büyüme ve gelişme açısından üniversite kampüslerinde planlama ve tasarım sorunları*. İTÜ Mimarlık Fakültesi.

Hajrasouliha, A. (2017). Campus score: Measuring university campus qualities. *Landscape and Urban Planning*, *158*, 166–176. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.10.007

Hajrasouliha, A. (2019). Connecting the dots: Campus form, student perceptions, and academic performance. *Focus*, *15*(1), 38–48.

Hashimshony, R., & Haina, J. (2006). Designing the university of the future. *Planning for Higher Education*, *34*(2), 5–19. https://doi.org/10.1215/9781478022503-005

Hillier, B. (2007). *Space is the machine: A configurational theory of architecture*. Space Syntax.

Hillier, B., & Hanson, J. (1984). *The social logic of space*. Cambridge University Press.

Hillier, B., Penn, A., Hanson, J., Grajewski, T., & Xu, J. (1993). Natural movement: Or, configuration and attraction in urban pedestrian movement. *Environment & Planning B: Planning & Design*, *20*(1), 29–66. https://doi.org/10.1068/b200029

Larkham, P. J. (2000). Institutions and urban form: The example of universities. *Urban Morphology*, *4*(2), 63–77. https://doi.org/10.51347/jum.v4i2.3890

Lee, J. H., Ostwald, M. J., & Zhou, L. (2023). Socio-spatial experience in space syntax research: A PRISMA-Compliant review. *Buildings*, *13*(3), 644. https://doi.org/10.3390/buildings13030644

Maki, F., & Ohtaka, M. (1965). *Some thoughts on collective form*.

Mandelbrot, B. B. (1982). The Fractal Geometry of Nature. In *American Journal of Physics*. W.H. Freeman and Company.

Oliveira, V. (2013). Morpho: A methodology for assessing urban form. *Urban Morphology*, *17*(1), 21–33. https://doi.org/10.51347/jum.v17i1.2885

Ostwald, M. J., & Ediz, Ö. (2015). Measuring form, ornament and materiality in Sinan's Kılıç Ali Paşa Mosque: An analysis using fractal dimensions. *Nexus Network Journal*, *17*(1), 5–22. https://doi.org/10.1007/s00004-014-0219-3

Ostwald, M. J., & Vaughan, J. (2016). *The fractal dimension of architecture*. Springer International Publishing.

Sönmezler, K. (2003). *Modern mimarinin kentsel deney alanı: Üniversite tasarımı*. [Doctoral dissertation, Mimar Sinan Üniversitesi].

Türeyen, M. N. (2003). Yükseköğretim kurumları ve kampuslar. Tasarım Yayın Grubu.

van Nes, A., & Yamu, C. (2021). *Introduction to Space Syntax in Urban Studies*. Springer International Publishing.

Varoudis, T. (2012). DepthmapX Multi-Platform Spatial Network Analysis Software. In *Version 0.30 OpenSource,*. The Bartlett School of Architecture, UCL. http://varoudis.github.io/depthmapX

Vaughan, J., & Ostwald, M. J. (2022). Measuring the geometry of nature and architecture: Comparing the visual properties of Frank Lloyd Wright's Fallingwater and its natural setting. *Open House International*, *47*(1), 51–67. https://doi.org/10.1108/OHI-01-2021-0011