



Sürdürülebilir kent içi bisiklet ulaşımı planlaması: Yozgat örneği

*İbrahim ASLAN¹, Yüksel TAŞDEMİR²

¹ Yozgat Bozok Üniversitesi, Kenevir Araştırmaları Enstitüsü, Malzeme ve Enerji Bölümü, Yozgat, Türkiye

² Yozgat Bozok Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yozgat, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ

Makale Tarihleri:

Geliş tarihi

25.04.2024

Kabul tarihi

30.05.2024

Yayın tarihi

30.06.2024

Anahtar Kelimeler:

Bisiklet ulaşımı

Kent içi ulaşım

Sürdürülebilir kent uygulamaları

ÖZET

Bisiklet ulaşımı, son yıllarda birçok büyük şehirde popüler bir alternatif ulaşım şekli haline gelmiştir. Ancak, nüfusun hızla artması ve şehir içi ulaşım altyapılarının büyük ölçüde motorlu taşıtlara göre tasarlanması, bisiklet kullanımını zorlaştırmakta ve bir dizi sorun yaratmaktadır. Şehirlerdeki yoğun trafik, güvenli bisiklet yollarının eksikliği ve motorlu taşıtların hakimiyeti, bisikletliler için hem tehlike oluşturmakta hem de bu ulaşım türünün geniş kitleler tarafından benimsenmesini engellemektedir. Bu durum, sürdürülebilir şehir planlaması açısından ele alınması gereken önemli bir sorun olarak öne çıkmaktadır. Bisiklet kullanımının teşvik edilmesi, trafik sıkışıklığını azaltabilir ve çevresel etkileri minimize ederken, kentsel yaşam kalitesini artırabilir. Ancak bu potansiyelin gerçekleştirilmesi için, kent içi ulaşım ağlarının bisiklet dostu hale getirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada Yozgat ilinin demografik yapısı, iklim ve topografik özellikleri incelenmiş, sürdürülebilir bir ulaşım aracı olan bisikletin etkili olarak kullanılmasına olanak verecek bisiklet ulaşımı rotaları önerilmiştir.

A planning for sustainable urban cycling transportation: A Study of Yozgat

ARTICLE INFO

Article history:

Received

25.04.2024

Accepted

30.05.2024

Published

30.06.2024

Keywords:

Cycling transportation

Urban transportation

Sustainable urban applications

ABSTRACT

Bicycle transportation has become a popular alternative type of transport in many large cities in recent years. However, the rapid increase in population and the fact that urban transportation infrastructures are largely designed for motorised vehicles makes cycling difficult and creates a series of problems. Heavy traffic in cities, lack of safe bicycle lanes and the dominance of motorised vehicles pose a danger to cyclists and prevent the widespread adoption of this mode of transportation. This situation stands out as an important issue that needs to be addressed in terms of sustainable urban planning. Encouraging cycling can reduce traffic density and improve the quality of urban life while minimising environmental impacts. However, in order to realise this potential, urban transport networks should be made bicycle friendly. In this study, the demographic structure, climate and topographical characteristics of Yozgat province are analysed and bicycle road models that will enable the effective use of bicycle as a sustainable means of transportation are proposed.

1. GİRİŞ

Sürdürülebilir kent içi ulaşım, şehirlerdeki ulaşım sistemleri ve uygulamalarının, çevresel, sosyal ve ekonomik olumsuzlukları en düşük seviyeye indirerek, verimlilik, erişilebilirlik ve yaşam kalitesini maksimize etme amacıyla uzun vadeli bir sürdürülebilirlik vizyonu ile tasarlanmasını tanımlamaktadır. Bu yaklaşım, kentsel alanlarda ulaşımın, bireylerin ve toplumun ihtiyaçlarını gelecekte de karşılayabilecek şekilde yönlendirilmesini amaçlamaktadır [1]. Son yıllarda küresel ısınmanın etkileri giderek daha fazla hissedilmektedir, bu nedenle dünyamızı korumak adına birçok alanda olduğu gibi ulaşım alanında da tedbirler artırılmaktadır. Bu tedbirler; toplu taşımanın yaygınlaştırılması, elektrikli araçların desteklenmesi ve bisiklet kullanımının özendirilmesi şeklinde kendini göstermektedir. Bisiklet kullanımı, bu yöntemler arasında hem ekonomik hem de çevreci avantajlarıyla, aynı zamanda sağlığı destekleyici ve sürdürülebilir olmasıyla ön plana çıkmaktadır [2]. Bisiklet ulaşımı, son yıllarda birçok büyük şehirde popüler

ORCID ID: İbrahim Aslan: 0000-0003-0076-9971; Yüksel Taşdemir: 0000-0002-6192-8609

*Sorumlu yazar(lar)/Corresponding author(s): İbrahim Aslan

E-mail: ibrahim.aslan@bozok.edu.tr

Bu makaleye atıfta bulunmak için/To cite this article: Aslan İ, Taşdemir Y., "Sürdürülebilir kent içi bisiklet ulaşımı planlaması: Yozgat örneği", Bozok Journal of Engineering and Architecture, vol. 3, no. 1, pp. 1-11, 2024.

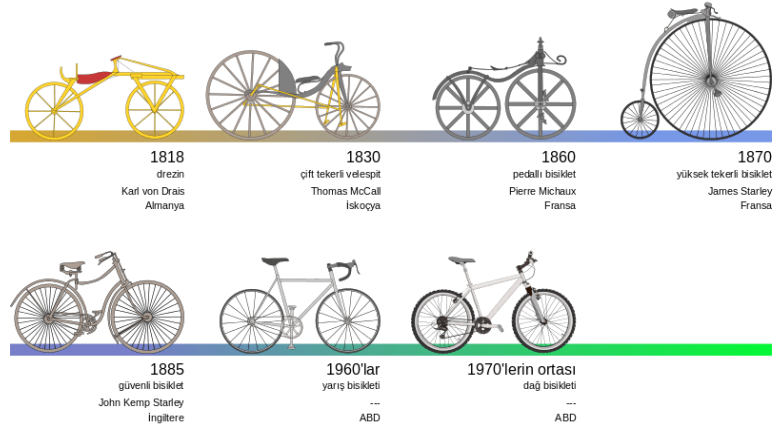
bir alternatif haline gelmiştir. Ancak, nüfusun hızla artması ve şehir içi ulaşım altyapılarının büyük ölçüde motorlu taşıtlara göre tasarlanması, bisiklet kullanımını zorlaştırmaktadır. Şehirlerdeki yoğun trafik, güvenli bisiklet yollarının eksikliği ve motorlu taşıtların hakimiyeti, bisikletliler için tehlike oluşturmakla beraber bu ulaşım türünün geniş kitlelerce benimsenmesini engellemektedir. Bu durum, sürdürülebilir şehir planlaması açısından ele alınması gereken önemli bir mesele olarak öne çıkmaktadır. Bisiklet kullanımının teşvik edilmesi, trafik sıkışıklığını azaltabilir ve çevresel etkileri minimize ederken, kentsel yaşam kalitesini artırabilir. Ancak bu potansiyelin gerçekleştirilmesi için, kent içi ulaşım ağlarının bisiklet dostu hale getirilmesi gerekmektedir. Birleşmiş Milletler üyesi ülkeler tarafından 2030 yılına kadar ulaşımları hedeflenen ve 2016 yılının ocak ayında yürürlüğe giren [3] ve Şekil 1’de sunulan Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinden 11.2 numaralı hedef, bu amaca işaret etmektedir [4].



Şekil 1. Sürdürülebilir kalkınma hedefleri [4]

1.1. Ulaşım Aracı Olarak Bisiklet ve Tarihsel Gelişimi

Fransız Jean Theson, 1645 yılında, iki kişinin oturup hareket ettirebileceği dört tekerlekli küçük bir araç için ilk bisiklet patenti almıştır. Daha sonra, 1690 yılında, Fransız asilzade Sivrao Kontu tarafından, pedalsız ve iki ahşap tekerlekli bir bisiklet tasarlanmış ve bu bisiklete "Celenfer" ismi verilmiştir. Bu bisikletin ahşap tekerleklerinin yere değen kısımları demir çemberlerle güçlendirilmiş olmasına rağmen, bu durum süspansiyon eksikliği nedeniyle hızı düşürmüştür. 1839 yılında pedalın icadıyla birlikte bisiklet, günümüzdeki formuna yaklaşmaya başlamış ve 1868 yılında tekerleklerin sert lastikle kaplanmasıyla hızı artmıştır [5,6]. Bisikletin tarihsel gelişim süreci Şekil 2’de sunulmuştur.



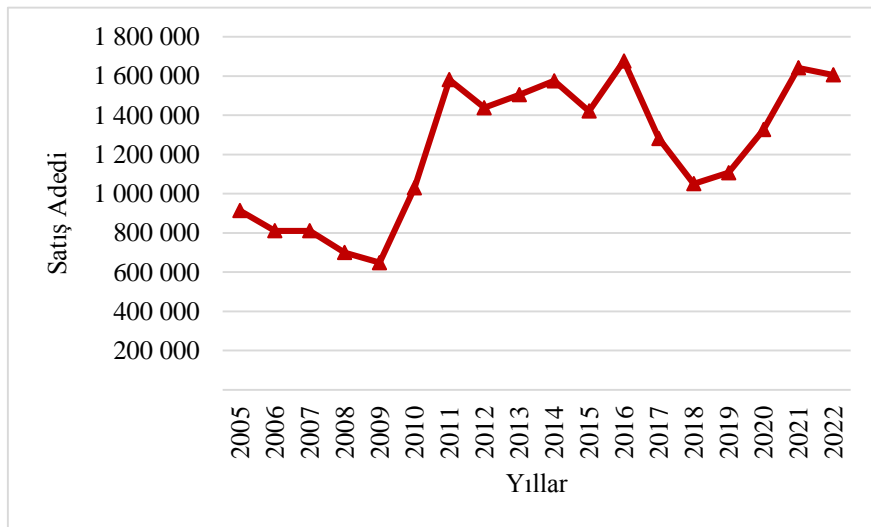
Şekil 2. Bisikletin gelişiminin tarihsel süreci

Günümüzde ise bisiklet teknolojisinde önemli bir dönüşüm yaşanmaktadır; mekanik bisikletler giderek daha fazla elektrikli bisikletlerle yer değiştirmektedir. Bu elektrikli bisikletler hem günlük ulaşımda hem de uzun mesafe sürüşlerinde kullanıcılarına önemli avantajlar sunmaktadır. Elektrik motorunun eklenmesi, pedal çevirme çabasını azaltarak daha az yorulmayı ve daha hızlı seyahat etmeyi mümkün kılmaktadır. Ayrıca bisikletlerin, 3 tekerlekli formlarının olması da tüm yaş grupları için bisikletin kullanılabilirliği açısından önemlidir.

2018 yılında, Birleşmiş Milletler Genel Kurulu, 193 üye ülkenin oy birliğiyle 3 Haziran'ı Dünya Bisiklet Günü olarak ilan etmiştir. Bu kararla birlikte, Birleşmiş Milletler, bisikletin sadece bir ulaşım aracı olarak değil, aynı zamanda eğitim, sağlık ve spor gibi alanlarda erişim sağlayan önemli bir kalkınma aracı olarak da değerini vurgulamıştır. Genel Kurul, bisikletin basitliği, ekonomikliği, güvenilirliği ve sürdürülebilirliği gibi özelliklerinin yanı sıra, uzun ömürlülüğü ve çok yönlülüğü gibi benzersiz niteliklerini kabul ederek, küresel topluluk içinde bu aracın önemini pekiştirmiştir. Bisiklet gününün ilanı, dünya genelinde bisiklet kullanımının teşvik edilmesine ve bisikletin sunduğu faydaların daha geniş çapta tanınmasına katkıda bulunmayı amaçlamaktadır [7].

1.2. Bisiklet Kullanımının Türkiye'deki Durumu

Bisikletin Türkiye'ye gelişi 1890 yıllarına dayanmaktadır. O tarihlerden günümüze kadar bisikletin gündelik kullanımı artmış ve sportif faaliyetlerde de ivme kazanılmıştır. Ancak Türkiye'de bisiklet kullanımının gelişmiş ülkeler düzeyine ulaşmadığı yadsınmaz bir gerçektir [8,9]. Ülkemizin nüfusunun %66,6'sı [10] genç yaşta olup (40 yaş altı genç kabul edilmiştir), doğa ve iklim koşulları da bisiklet kullanımı için elverişlidir. Genellikle çocukların eğlence amacıyla sezonluk olarak görülen bisikletler ülkemizde ucuz ve sağlıklı bir yaşam aracı olarak kabul edilmeye başlandığı andan itibaren artık sadece sezonluk bir ürün olmaktan çıkmıştır [11].



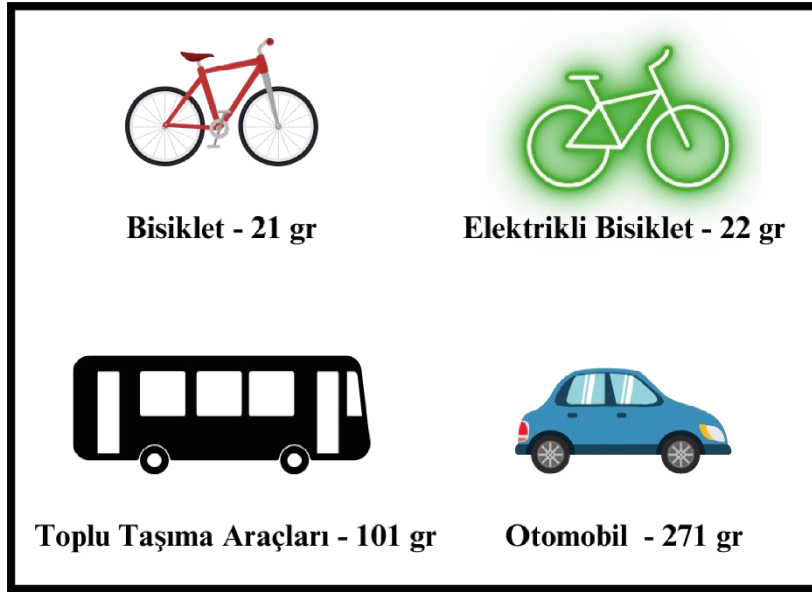
Şekil 3. Türkiye'de 2005-2022 yılları arasında bisiklet satış adetleri [12]

Şekil 3'te Türkiye'de 2005-2022 yılları arasında bisiklet satış adetleri verilmiştir. 2009 yılından sonra bisiklet satışlarında önemli bir sıçrama olduğu görülmektedir.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının Enerji Verimliliği Eylem Planında (2024-2030) kent içi ulaşımında mikro-mobilitenin ve enerji verimliliğini artıracak mobilite önlemlerinin geliştirilmesi başlıklarında; şehirlerde bisiklet kullanımını teşvik etmek için bilinçlendirme çalışmalarının yapılması ve kentsel planlamaların bu yönde şekillendirilmesi, ulaşım ana planlarının, sürdürülebilir bir kent anlayışıyla, bisiklet yolları altyapısını içerecek şekilde düzenlenmesi, altyapının, bisiklet yolları, bisiklet park alanları ve bisiklet istasyonları gibi unsurlarla geliştirilmesi, ayrıca bisiklet yollarının diğer ulaşım yollarıyla entegrasyonunun sağlanması istenmektedir [13]. Ayrıca 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu'na göre; Enerji yönetimi faaliyetleri ve uygulanabilecek enerji verimliliği önlemleri arasında sürdürülebilir hareketliliği artırmak için bisikletli ve/veya elektrikli araçlar ile ulaşımın özendirilmesi amaçlanmaktadır [14].

1.3. Bisiklet Kullanımının Avantajları

Kent içi ulaşımında bisiklet kullanımının temel olarak ekonomik, çevresel, sosyal açıdan ve sağlık açısından faydaları bulunmaktadır [15]. Bisiklet sürücüleri, seyahat sürelerini kendi isteklerine göre düzenleyebilmekte olup, bu da zaman yönetiminde önemli bir esneklik ve verimlilik sağlamaktadır. Motorlu taşıtların aksine, bisikletler yakıt gerektirmez, bu da kullanıcıların ekonomik olarak tasarruf etmelerine olanak tanımakta ve bütçelerine katkıda bulunmaktadır. Çevresel etkileri oldukça düşük olan bisikletler ne gürültü ne de hava kirliliği yaratmamakta, böylece daha sürdürülebilir bir ulaşım seçeneği sunmaktadır. Ayrıca, bisiklet sürmek fiziksel aktivite gerektirdiğinden, kullanıcıların hareketsiz yaşam tarzından kaynaklanan sağlık sorunlarını önlemede etkili bir yöntemdir [16]. Son zamanların en büyük küresel salgınlarından birisi olan Covid-19 pandemisi, birçok alanı olduğu gibi ulaşım alışkanlıklarımızı da büyük ölçüde etkilemiştir. Pandeminin getirmiş olduğu sosyal mesafe gereklilikleri, ulaşımında sağlıklı ve yalıtılmış seçeneklere olan ihtiyacı ön plana çıkarmıştır. Yaşanan bu gelişme bisikletin daha popüler bir ulaşım aracı olmasının önünü açmıştır. Pandemi sonrası dönemde, bisiklet kullanımının kent ulaşım stratejilerinde daha merkezi bir rol alacağı ön görülmektedir. Nitekim Pase ve arkadaşları [17] tarafından yapılan çalışma, pandemiden sonra kullanıcıların toplu taşımaya dönme konusunda temkinli davranmaları nedeniyle bisiklet kullanımının kısa mesafeli yolculuklar için esnek ve çevre dostu olduğu sonucunu göstermiştir. Şekil 4'te ulaşım araçlarının seyahat başına sera gazı CO₂ salınımları verilmiştir. Yapılan karşılaştırmada sera gazı CO₂ salınımı en düşük aracın bisiklet olduğu görülmektedir [18].



Şekil 4. Ulaşım araçlarının sera gazı CO₂ salınım miktarları

1.4. Bisiklet Kullanımının Önündeki Engeller

Kent içi ulaşımında bisiklet kullanımının sağladığı pek çok avantaja rağmen, yaygınlaşması ve gelişmesinin önünde bazı engeller bulunmaktadır. Bu engellerin başında mevcut ulaşım altyapısının motorlu taşıt odaklı olduğu, özellikle bisiklet kullanımının desteklenmediği ve bisiklet yolu devamlılığının sağlanmadığı ifade edilmektedir. Bununla birlikte bisiklet kullanımının önündeki bazı engeller aşağıda listelenmiştir [19].

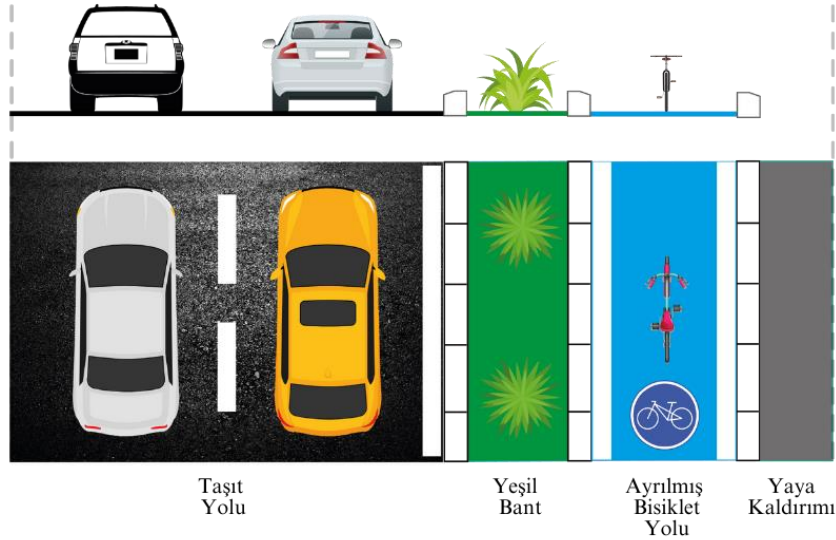
- Toplumsal cinsiyet sorunları
- Motorlu araç sürücülerinin olumsuz yaklaşımı
- Bisiklet kültürü eksikliği
- Altyapı yetersizliği
- Eğitim

- Topluma taşıma entegrasyonu yetersizliği
- Coğrafya
- İklim

Bisiklet kullanımı hususunda yapılacak teşvikler ve toplum bilincinin artırılmasıyla yukarıda bahsi geçen problemlerin üstesinden gelinebileceği düşünülmektedir.

1.5. Bisiklet Yolu Tasarımında Kriterler

Bisiklet yolu kullanıcılarının beklentilerini karşılamak, bisiklet yollarındaki problemleri tespit etmek ve yeni güzergah modellerini tespit etmek amacıyla; demografik yapı, bisiklet kullanım alışkanlıkları, bisiklet kullanım amacı, bisiklet kullanımı ve olası güzergâhlar, trafikte yaşanan sorunlar ve güvenlik, bisiklet alanları ve bisiklet park sistemleri, geleceğe yönelik bisiklet yolu talebi, altyapı eksiklikleri, toplu taşıma sistemi ile entegre olması, mevcuttaki bisiklet yollarının sürekliliği, katılımcı fikir ve önerileri gibi kriterlerin bilinmesi gerekmektedir. Bisiklet yolu tasarımı yapılırken 12.12.2019 Tarihli Resmî Gazete 'de yayımlanan Bisiklet Yolları Yönetmeliği esas alınmaktadır [20]. Bisiklet yolu kurulacak alanın trafik durumu, fiziksel koşullar gibi faktörler göz önünde bulundurularak, yönetim tarafından hangi tür bisiklet yolunun uygulanacağına karar verilmektedir. Eğer imar planında bisiklet yolunun tipi belirtilmişse, plana uygun olarak tasarım ve uygulama yapılması gerekmektedir. İmar planlarına göre, bisiklet yollarının taşıt yolları ile yaya kaldırımları arasında konumlandırılması esas alınmaktadır. Bisiklet yolları genellikle taşıt yolunun sağ tarafında, araçların gittiği yönde veya iki yönlü olarak planlanmakta, iki yönlü bisiklet yolları için, yaya kaldırımı tarafındaki bisiklet şeridi, taşıt yolunun yönüne uygun şekilde planlanıp projelendirilmektedir. Şekil 5'te 70 km/saat azami hıza sahip yollarda yeşil bant ile ayrılmış bisiklet yolu şematize edilmiştir.



Şekil 5. Otomobil için azami hız limit 70 km/saat üzerindeki taşıt yollarına bitişik olarak ayrılmış taşıt yolu [18]

Bisiklet yollarının uygulandığı yolun hız limitleri ve uygulanma biçimine göre bisiklet yollarının uygulama kriterleri Bisiklet Yolları Yönetmeliği'nde detaylı olarak belirtilmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

Bu bölümde çalışmaya konu olan Yozgat ilinin demografik, topografik yapısı ve genel özellikleri hakkında bilgi verilmiştir. Ayrıca Yozgat ikamet eden bisiklet kullanıcılarıyla bisiklet kullanımı hakkında yapılan anket çalışmasına dair değerlendirmeler yapılmıştır. Çalışmada uydu görüntüleri ve topografik veriler kullanılmış, bisiklet yolları için önerilen rotalarda saha incelemeleri yapılmıştır.

2.1. Yozgat İli Genel Özellikleri

Yozgat, Türkiye'nin İç Anadolu Bölgesi'nde yer almaktadır ve karakteristik yarı kurak karasal iklim özelliklerine sahiptir. Denizin etkilerinden uzak olduğu için yaz ayları sıcak ve kurak geçerken, kış ayları ise soğuk ve yağışlı geçmektedir. Gece ile gündüz, yaz ile kış arasında sıcaklık farkları oldukça belirgindir. Sert iklim şartları, Çekerek Vadisi'nde Yeşilirmak havzasına giriş yaparak hafiflemekte, burada Karadeniz ardı ikliminin etkileri de hafifçe hissedilmektedir. Yozgat, Sivas, Kayseri, Nevşehir, Kırşehir, Kırıkkale, Amasya, Çorum ve Tokat illeri ile çevrilidir ve toprak alanı açısından Türkiye'nin 15. en büyük ilidir. İlin doğusundan batısına doğru yükseklik azalırken, doğu ve batı uç noktaları arasında yaklaşık 216 km, kuzey ve güney uç noktaları arasında ise 144 km mesafe bulunmaktadır. Yerel saat farkı, en doğu ve en batı noktaları arasında 8 dakika 20 saniyedir, bu durum iklim üzerinde belirgin bir etki yaratmamaktadır. Yozgat, 1.412.300 hektarlık toprağıyla deniz seviyesinden 1300 metre yükseklikte

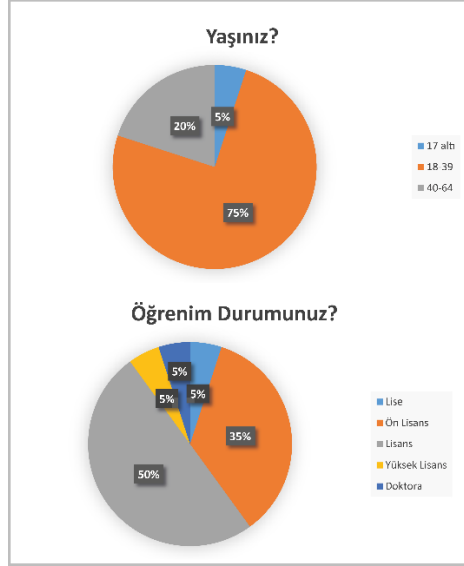
konumlanmıştır [21]. Yozgat'ın merkez ilçesi yine aynı isimle anılmaktadır. Yozgat merkez ilçe nüfusu; 2023 yılı verilerine göre 55.407 erkek ve 55.213 kadın olmak üzere toplam 110.620'dir. Çalışmanın gerçekleştirildiği Yozgat kent merkezinin genel görüntüsü Şekil 6'da sunulmuştur.



Şekil 6. Yozgat kent merkezi uydu görüntüsü [22]

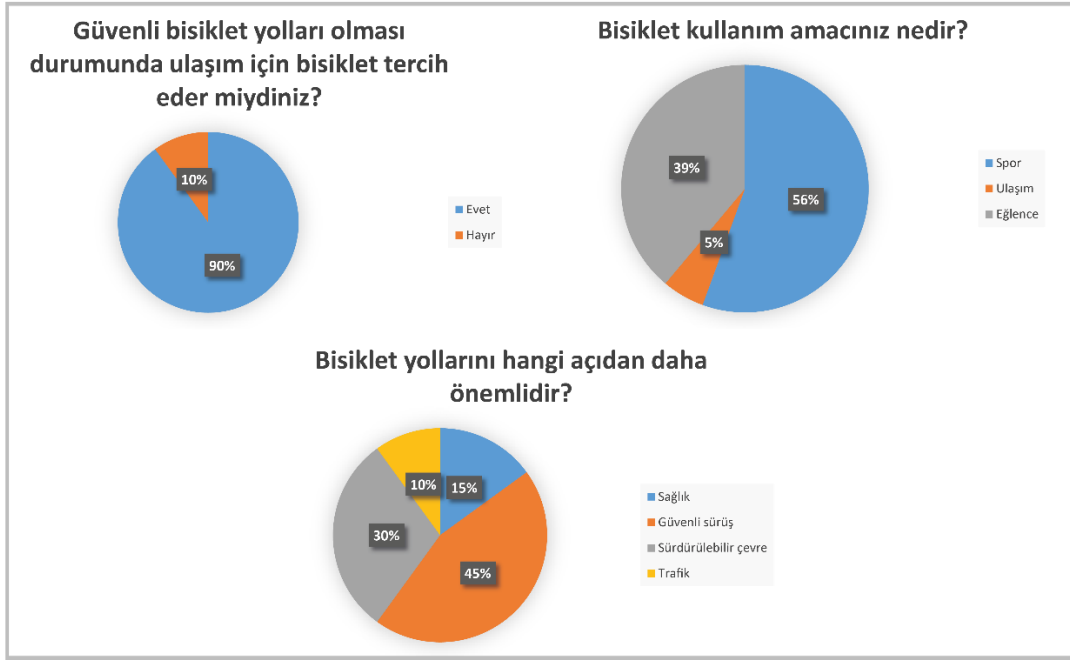
2.2. Anket Çalışması

Bu kısımda Yozgat kent merkezinde bisiklet kullanımına ilişkin eğilimleri belirlemek amacıyla anket çalışması yürütülmüştür. 20 bisiklet kullanıcılarını kapsayan anket çalışmasında, katılımcılara ait bilgiler Şekil 7'de sunulmuştur.



Şekil 7. Katılımcı profilleri

Şekil 7'de gösterilen veriler incelendiğinde, bisiklet kullanımına %80 genç yaşta bireylerin ilgi gösterdiği görülmektedir. Yine bisiklet kullanımına olan ilginin belirli bir eğitim seviyesine sahip bireylerde yoğunlaştığı söylenebilir. Anket sonuçları katılımcıların %35'inin ev/iş/okul ulaşımında toplu taşıma araçlarını kullandığını, %15'inin ise bisiklet/elektrikli bisiklet kullandığını göstermiştir. Ev/iş/okul ulaşım şeklinde katılımcılardan %65'i memnuniyetsizliğini ifade etmiş, %43,8'i bu durumun sebebinin mevcut ulaşım sistemlerindeki aksaklıklara bağlarken, %25'i ekonomik nedenleri sebep göstermiştir. Katılımcıların %90'ı yaşadığı mahallede bisiklet yolu olmadığını ifade etmiş, bisikleti ulaşım amacıyla kullananların oranı %5 olarak belirlenmiştir. Katılımcılar ulaşım açısından bisiklet yollarını önemli bulurken, güvenli bisiklet yolu olması durumunda ev/iş/okul ulaşımında bisikleti kullanabileceğini ifade edenlerin oranı %90 olarak belirlenmiştir. Bisiklet kullanımına dair anket verileri Şekil 8'de sunulmuştur.



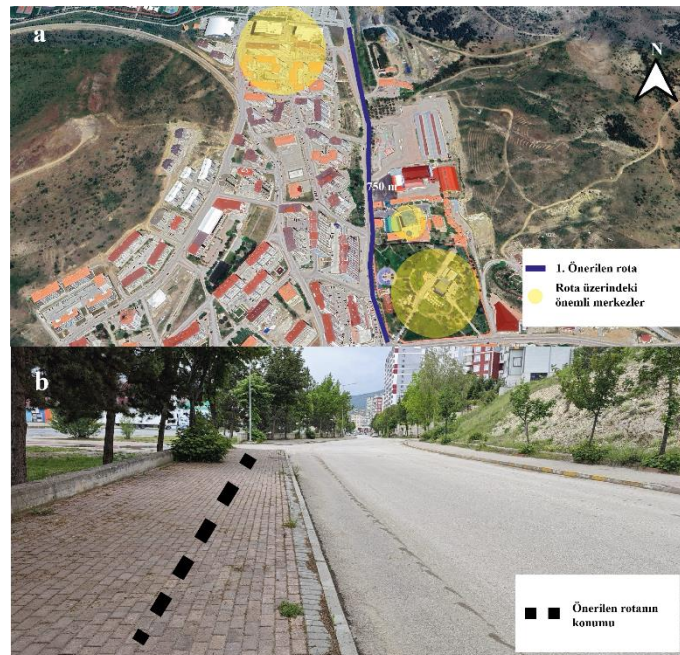
Şekil 8. Bisiklet kullanımına dair anket verileri

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Gün geçtikçe kentlerde meydana gelen trafik problemleriyle, küresel iklim ve çevre problemlerine alternatif çözüm önerisi üretmeyi amaçlayan çalışmanın bu bölümünde Yozgat ili kent merkezine, ihtiyaç duyulan bisiklet yolları için rotalar önerilmiştir. Bisiklet ulaşımı rotaları belirlenirken sahanın mevcut durumu incelenmiş, uydu görüntüleri ve yükseklik ölçümlerinden faydalanılmış ve kullanıcı görüşleri dikkate alınmıştır.

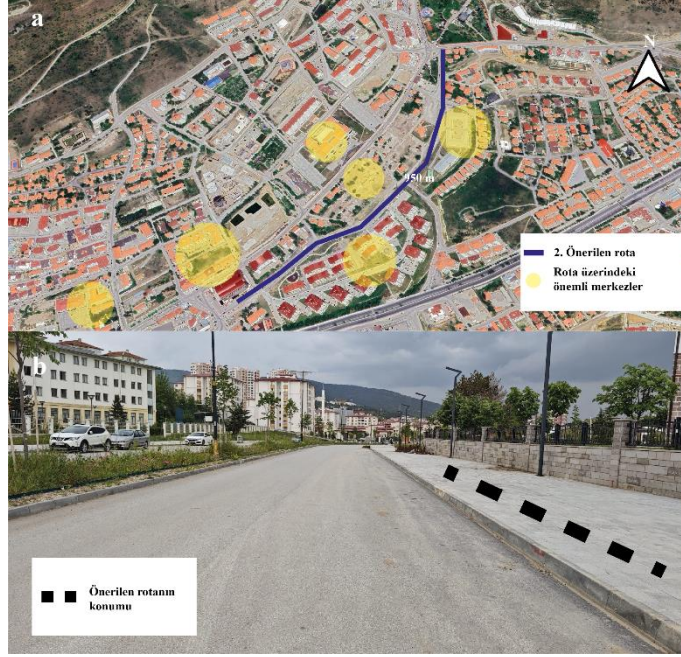
3.1. Önerilen Bisiklet Rotaları

Yozgat kent merkezi bisiklet ulaşımı planlaması için önerilen ilk bisiklet rotası, Spor Vadisi ile Çapanoğlu Kent Park arasında planlanmıştır. Bu rotanın uzunluğu 750 metre olan planlanmıştır. Rotanın ilk ve son noktası arasında yaklaşık 10 metre yükselti farkı olduğu belirlenmiş, rota için yaklaşık eğim %1,3 olarak hesaplanmıştır. Bölge yeni gelişmekte olan bir bölge olup, bu rota üzerinde Kent Park, Spor Vadisi ve İl Müftülüğü gibi önemli merkezler bulunmaktadır. Şekil 9'da rota önerisine ait görseller sunulmuştur.



Şekil 9. 1. Önerilen bisiklet rotası (a) ve rotanın mevcut durumu (b) [23]

2. Önerilen bisiklet rotası, Menekşe 1. Caddesi üzerine yani Çapanoğlu Kent Park ile Yimpaş Alışveriş Merkezi arasında planlanmıştır. Rotanın uzunluğu 950 metre olarak ve eğimi yaklaşık olarak %1,4 olarak belirlenmiştir. Bu rotanın en önemli özelliği üzerinde Millet Bahçesi'ni barındırmasıdır. Ayrıca İmam Hatip Ortaokulu ve Yozgat Valiliği bu rota üzerinde yer almaktadır. Rotaya ait görseller Şekil 10'da sunulmuştur.



Şekil 10. 2. Önerilen bisiklet rotası (a) ve rotanın mevcut durumu (b)

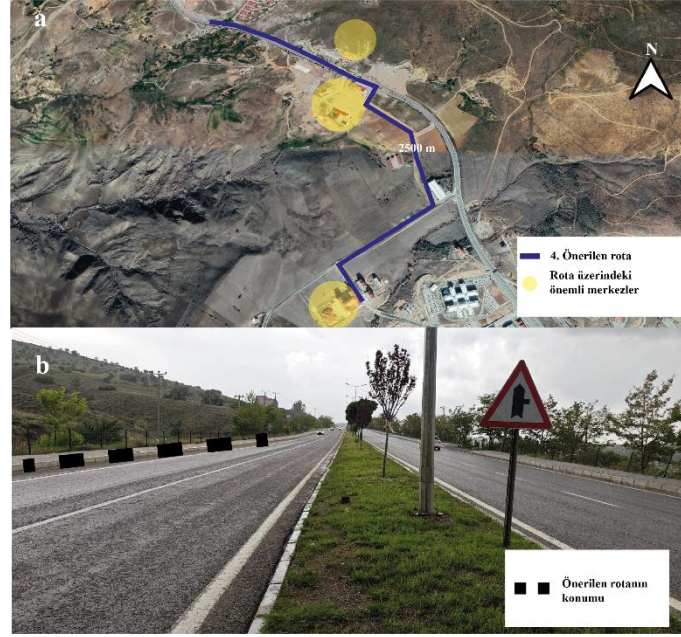
Önerilen bisiklet rotasının 3.'sü ve uzun olanı Ankara – Yozgat – Sivas (D200) karayolunun Adnan Menderes Bulvarı üzerinde planlanmıştır. Bozok stadyumundan başlayıp Cemil Çiçek Bulvarı'nda son bulan rotanın uzunluğu 2700 metre olarak belirlenmiştir. Rota ilk ve son noktası arasındaki eğim yaklaşık %1,6 olarak hesaplanmıştır. Bu rota şehirler arası karayolu üzerinde olması sebebiyle motorlu araç trafiği açısından oldukça yoğundur. Rota üzerinde, liseler, kent meydanı bağlantısı, Adalet Sarayı, İl Özel İdaresi, Yozgat Park, Diş Hekimliği Fakültesi gibi önemli merkezler yer almaktadır. Şekil 11'de 3. bisiklet rotasına ait görseller yer almaktadır.



Şekil 11. 3. Önerilen bisiklet rotası (a) ve rotanın mevcut durumu (b)

4. bisiklet rotası, Yozgat – Kayseri karayolunun Cemil Çiçek Bulvarı üzerinde bulunan mevcut bisiklet ulaşımının devamı olarak planlanmıştır. Bu rota yaklaşık 25.000 öğrenci, 2.000 personele sahip Yozgat Bozok Üniversitesi'nin ana kampüsüne giden yolda olması nedeniyle bisiklet ulaşımının önemli bir kesimini oluşturmaktadır. Rota, Çapanoğlu Mahallesi ve KYK yurtlarından

üniversite kampüsüne kısa mesafe ulaşımı için planlanmıştır. Rotanın uzunluğu 2500 metre olarak belirlenmiştir. Bu rota üzerinde yer yer eğim açısından konforu etkileyebilecek kesimler bulunmaktadır. Ancak bu kesimlerin kısa mesafeli olması eğimden kaynaklı büyük bir konfor problemi yaratmayacaktır. Şekil 12’de 4. bisiklet rotasına ait görsellere yer verilmiştir.



Şekil 12. 4. Önerilen bisiklet rotası (a) ve rotanın mevcut durumu (b)

Bisiklet ulaşımı için önerilen 5. rota Yozgat Bozok Üniversitesi Bilal Şahin Batı ve Erdoğan Akdağ Doğu kampüsleri içerisinde planlanmıştır. Rota kampüsler içerisindeki KYK yurtları ve fakülteler arası bisiklet ulaşımını sağlamak amacıyla planlanmıştır. Rota uzunluğu 2300 metre olarak belirlenmiştir. Bisiklet rotalarının 5.’sine ait görseller Şekil 13’te verilmiştir.



Şekil 13. 5. Önerilen bisiklet rotası (a) ve rotanın mevcut durumu (b)

Önerilen 5 bisiklet rotasının konumları, motorlu araç yollarının yeterli genişliğe ya da genişletilebilme potansiyeline sahip tarafına önerilmiştir. Bu çalışma kapsamında, önerilen yolların ayrılmış bisiklet yolu olarak planlanması esas olmakla birlikte, mevcut yolun fiziksel durumu göz önünde bulundurulduğunda, ayrılmış bisiklet yoluna olanak bulunmayan kesimlerde paylaşımlı bisiklet yolu planlanması önerilmektedir.

3.2. Mevcut Bisiklet Yolu

Yozgat kent merkezinde yer alan ulaşım amaçlı bisiklet yolu Cemil Çiçek Bulvarı üzerinde yer alan bisiklet yoludur. Bu mevcut yolun uzunluğu yaklaşık olarak 3 km’dir. Bisiklet yolu Yozgat kent merkezinin en yeni Mahallelerinden Çapanoğlu Mahallesi

yer almaktadır. Yol üzerinde liseler ve oto sanayi gibi merkezler yer almaktadır. Yolun bulunduğu bulvar oldukça yoğun bir mobiliteye sahiptir. Şekil 14’te mevcut yola ait görseller yer almaktadır.



Şekil 14. Mevcut bisiklet yolu

Şekil 14’ten görüldüğü üzere, mevcut bisiklet yolu üzerinde yapılan incelemeler, yolun bisiklet ulaşımı için yeteri konfor düzeyinde olmadığını göstermiştir. Yol kaplamasının bozuk yüzeylerinin rehabilite edilmesi, yolun süreksizliklerinin giderilmesi, uygun yerlere ve yeterli sayıda istasyon teşkil edilmesi, yeterli aydınlatmanın sağlanması konforlu ve güvenli ulaşım açısından önem arz etmektedir.

4. SONUÇLAR

Bisikletlerin ve uygun altyapının birleşimi, sağlık, çevre ve sürdürülebilirlik gibi kritik kavramlarla uyumlu bir toplum yaratma potansiyeline sahiptir. Devletlerin, bisiklet kullanımını destekleyici politikalar geliştirmesi, bu potansiyelin gerçekleşmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu yönüyle bisiklet, sadece bir ulaşım aracı olmanın ötesinde, geleceğin şehirlerini şekillendirme aracı olarak öne çıkmaktadır.

Gelişen teknoloji ile birlikte, elektrikli bisikletler, eğimli yollar gibi fiziksel engellerin bisiklet kullanımını zorlaştırdığı durumlar için etkili bir çözüm sunmaktadır. Bu özelliğiyle, bisiklet kullanımını daha erişilebilir ve cazip hale getirir. Sağlık açısından, bisiklet kullanımı, düzenli fiziksel aktivite sağlayarak bireylerin genel sağlık durumlarını iyileştirmekte ve kronik hastalıkların önlenmesine yardımcı olmaktadır. Çevresel açıdan, bisikletler, karbon emisyonunu azaltarak hava kalitesinin korunmasına katkı sağlamak ve sürdürülebilir ulaşım modelleri arasında önemli bir yer tutmaktadır.

Güvenli ve konforlu bisiklet yolları, bisiklet kullanımını artırmak için kritik öneme sahiptir. İyi tasarlanmış bisiklet altyapısı, insanların bisikleti günlük ulaşım aracı olarak görmelerini ve bu alışkanlığı benimsemelerini teşvik etmektedir. Buradan hareketle çalışma, Yozgat kent merkezinde bisikletle ulaşımın ihtiyaç ve talep edilen bir ulaşım türü olduğunu ortaya çıkarmış ve alternatif bir ulaşım aracı olmasına destek sağlamak amacıyla en uygun bisiklet yolu rotalarına odaklanmıştır. Çalışmada toplamda 9200 metre bisiklet yolu önerilmiştir. Ayrıca mevcut yolların da yol kaplamasının bozuk yüzeylerinin rehabilite edilmesi, yolun süreksizliklerinin giderilmesi, uygun yerlere ve yeterli sayıda istasyon teşkil edilmesi, yeterli aydınlatmanın sağlanması gereklilikleri vurgulanmıştır.

YAZAR KATKILARI

1. yazar %70, 2. yazar %30

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Bu çalışmada herhangi bir kurum, kuruluş, kişiler ve yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

ETİK

Bu makalenin yayınlanmasında herhangi bir etik sorun bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] WRI TÜRKİYE, Türkiye sürdürülebilir kent içi ulaşım klavuzu. <https://wrişehirler.org/icerik/turkiye-surdurulebilir-kent-ici-ulasim-kilavuzu>. [Erişim Tarihi: 22.04.2024].
- [2] Tekin, M. A., Alanya’da sürdürülebilir kent içi ulaşımında bisiklet. Yüksek Lisans Tezi, Hamdullah Emin Paşa Üniversitesi, Alanya, Türkiye, 2019.
- [3] Wikipedi, Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları, https://tr.wikipedia.org/wiki/S%C3%BCrd%C3%BCr%C3%BClebilir_Kalk%C4%B1nma_Ama%C3%A7lar%C4%B1. [Erişim Tarihi: 29.05.2024].
- [4] Küresel Amaçlar, “Simgeler”, <https://www.kureselamaclar.org/>. [Erişim Tarihi: 22.04.2024].
- [5] Çiftçi, Ö., Metropoliten alanda bisiklet yolu planlaması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2006.
- [6] Kuyumcu, Y., Bir Ulaşım aracı olarak bisiklet ve Çorum ili kent içi ulaşımında bisiklet yolu önerisi, Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul, 2017.
- [7] Bisikletizm, “Bisikletli Ulaşım”. <https://bisikletizm.com/category/bisikletizm/bisikletli-ulasim/>. [Erişim Tarihi: 22.04.2024].
- [8] Bisikletizm, Osmanlı’dan Günümüze Türkiye Bisiklet Tarihi, <https://bisikletizm.com/osmanlidan-gunumuze-turkiye-bisiklet-tarihi/>. [Erişim Tarihi: 22.04.2024].
- [9] Ceylan F, Ilıcalı M., İstanbul Ulaşımında Bisiklet Kullanımı ve geleceğe Yönelik Öneriler. İstanbul Ticaret Üniversitesi, Teknoloji ve Uygulamalı Bilimler Dergisi 5(1), 27-43, 2022.
- [10] TÜİK, İstatistik. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=nufus-ve-demografi-109&dil=1>. [Erişim Tarihi: 22.04.2024].
- [11] Sigurd G., Urban Transportation System, McGraw-hill professional books, 2003.
- [12] TÜİK, İstatistik. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=sanayi-114&dil=1>. [Erişim Tarihi: 22.04.2024].
- [13] ETKB, Enerji Verimliliği Eylem Planı (2024-2023), <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-verimliliği-ulusal-enerji-verimliliği-eylem-planı>. [Erişim Tarihi: 22.04.2024].
- [14] ETKB, Kamu Binalarında Tasarruf Hedefi ve Uygulama Rehberi, <https://enerji.gov.tr/duyuru-detay?id=39>. [Erişim Tarihi: 22.04.2024].
- [15] Kurtuluş- Kün, S.B., Türkiye’de Mevcut Bisiklet ve e-skuter Altyapısının Kentsel Ulaşım Bakımından Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Sakarya, Türkiye, 2022.
- [16] Elbeyli Ş., Kentiçi Ulaşımında Bisikletin Konumu ve Şehirler için Bisiklet Ulaşımı Planlaması: Sakarya Örneği, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2012.
- [17] Pase, F., Chiariotti, F., Zanella, A., Zorzi, M., Bike sharing and urban mobility in a post-pandemic world. Ieee Access, 8, 187291-187306, 2020.
- [18] CSB, <https://webdosya.csb.gov.tr/db/meslekihizmetler/haberler/b-s-klet-yollari-kilavuzu-23.12.2019-20191223102511.pdf>. [Erişim Tarihi: 22.04.2024].
- [19] Çeyiz, S., Koçak, F., Ankara İli’nde bisiklet kullanan bireylerin karşılaştıkları sorunlar ve çözüm önerileri. Akdeniz İnsani Bilimler Dergisi, 5(2), 203-221, 2015.
- [20] Mevzuat, Bisiklet Yolları Yönetmeliği, <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=34025&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>. [Erişim Tarihi: 22.04.2024].
- [21] CSB, İlimiz Coğrafyası, <https://yozgat.csb.gov.tr/ilimiz-cografyasi-i-2341>. [Erişim Tarihi: 22.04.2024].
- [22] HGM, Uygulamalar, <https://kure.harita.gov.tr/>. [Erişim Tarihi: 22.04.2024].
- [23] Google Earth, Haritalar, <https://earth.google.com/web/@39.81823393,34.78010378,1274.13934866a,13444.56664671d,35y,360h,0t,0r/data=OgMKAT> A. [Erişim Tarihi: 22.04.2024].



Aktif yaşlanma politikalarının yaşlı dostu kentler bağlamında irdelenmesi

*Kezban BECERİKLİ¹, Selcan BAYRAM²

¹ Yozgat Bozok Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Yozgat, Türkiye

² Yozgat Bozok Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Yozgat, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ

Makale Tarihleri:

Geliş tarihi

08.05.2024

Kabul tarihi

30.05.2024

Yayın tarihi

30.06.2024

Anahtar Kelimeler:

Aktif Yaşlanma

Kentsel Politika

Yaşlı Dostu Kent

Yerel Yönetim

ÖZET

Günümüzde nüfusun yaşlanması durumu ülkeden ülkeye farklı düzeylerde olsa dahi tüm dünya genelinde yaşanan bir durumdur. Bu durum, başta uluslararası kuruluşlar olmak üzere ulusal ve yerel düzeydeki birçok kurumun yaşlanan nüfusun farklılaşan bireysel, mekânsal ve sosyoekonomik ihtiyaçlarına çözüm üreten çalışmalar yürütmesine yol açmaktadır. Bu çalışmaların odak noktası, yaşlı bireylerin yaşam kalitesini iyileştirmek amacıyla sağlık, güvenlik ve katılımı hedefleyen aktif yaşlanma politikalarının oluşturulmasıdır. Uluslararası kuruluşlardan biri olan Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) aktif yaşlanma politikaları çerçevesinde şekillenen "Yaşlı Dostu Kentler ve Topuluklar- YDKT (Age-Friendly Cities and Communities)" girişimi ile yaşlı dostu kentlerin sahip olması gereken temel ilkeleri belirlemiştir. Bu çalışmada DSÖ tarafından belirlenen temel ilkelerin kent planlama meslek disiplini bakış açısıyla ele alınması amaçlanmaktadır. Bu ele alışı hem alan yazına katkı koyacağı hem de yerel politika yapıcılara kentleri özelinde yol gösterici bir kılavuz olacağı düşünülmektedir.

Examining active aging policies in the context of age-friendly cities

ARTICLE INFO

Article history:

Received

08.05.2024

Accepted

30.05.2024

Published

30.06.2024

Keywords:

Active Ageing

Urban Policy

Age Friendly City

Local Government

ABSTRACT

Today, the state of aging of the population is experienced all over the world, even if it is at different levels from country to country. This situation leads many institutions at the national and local level, notably international organizations, to carry out studies that produce solutions to the differentiating individual, spatial and socio-economic needs of the aging population. The focus of these studies is the creation of active aging policies aimed at health, safety and participation in order to improve the quality of life of elderly individuals. The World Health Organization (WHO), one of these international organizations, has determined the basic principles that age-friendly cities should have with the "Age-Friendly Cities and Communities" initiative, which is shaped within the framework of active aging policies. In this study, it is aimed to address these basic principles determined by WHO from the point of view of the occupational discipline of urban planning. It is thought that this approach will both contribute to the literature and will be a guiding guide for local policy makers in particular for their own cities.

1. GİRİŞ

Dünya genelinde artan nüfusla beraber kentlerde yaşayan yaşlı nüfusta da bir artış yaşanmaktadır. Bilim ve teknolojideki ilerlemeler, sağlık hizmetlerinin de gelişmesine olanak tanımıştır. Bu durum, yaşam kalitesinin ve dünya genelinde yaşam süresinin artmasını sağlamıştır. Yaşlı bireylerin ekonomik, toplumsal, siyasal, kültürel olarak etkin yaşlanma süreci aktif yaşlanma olarak kabul edilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) aktif yaşlanmayı, tek başına ya da birlikte hareket ederek yaşlı bireylerin yaşamında sağlığı, katılımı ve güvenliği destekleyen belirli faktörlerin şekillendirdiği yaşam boyu bir süreç olarak görmektedir. DSÖ, aktif

ORCID ID: Kezban Becerikli: 0000-0002-6832-5536; Selcan Bayram: 0000-0003-4188-3682

*Sorumlu yazar(lar)/Corresponding author(s): Kezban Becerikli Yozgat Bozok Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Yozgat, Türkiye

Tel: 0545 575 94 49

E-mail: kezban.becerikli@bozok.edu.tr

Bu makaleye atıfta bulunmak için/To cite this article: Becerikli K., Bayram S., "Aktif Yaşlanma Politikalarının Yaşlı Dostu Kentler Bağlamında İrdelenmesi", Bozok Journal of Engineering and Architecture, vol. 3, no. 1, pp. 12-20, 2024.

yaşlanma yaklaşımından yola çıkarak yaşlı dostu kentlerin sahip olması gereken temel ilkeleri belirlediği bir kılavuz yayınlamıştır. Bu kılavuzun amacı, yaşlı insanların kentte var olan potansiyellerden en üstün şekilde faydalanmaları amacıyla kentleri daha yaşlı dostu olmaya teşvik etmektir. Dolayısıyla yaşlı dostu bir kent, yaşlı bireylerin yaşam kalitesini artırmak amacıyla sağlık, katılım ve güvenlik fırsatlarını optimize ederek aktif yaşlanmayı teşvik etmektedir. Bu anlamda yaşlı dostu kentler; yapılarını ve hizmetlerini, farklı ihtiyaçları ve kapasiteleri olan yaşlı bireyler için mümkün olduğunca erişilebilir kılan ve bunları her yaşlı bireyin taleplerini kapsayacak şekilde tasarlayabilen kentlerdir.

Yaşlı bireylerin aktif ve yerinde yaşlanması hedefiyle DSÖ tarafından 2010 yılında Yaşlı Dostu Kentler ve Küresel Topluluklar Ağı girişimi başlatılmıştır. Bu girişimin ana amacı ağa üye olacak kentlerin yerel yönetimlerinin yaşlı bireylerin farklılaşan ihtiyaç ve taleplerini dikkate alan ve bu bağlamda çözüm ve politikalar üreten yönetim mekanizmaları oluşturmaları konusunda onlara rehberlik etmektir. Ağa üye olma koşullarını gerçekleştiren kentlerin ve yerel yönetimlerin hem sosyoekonomik hem psikolojik hem de mekânsal anlamda birtakım nitelikleri sağlamış olması gerekmektedir.

Etkin uygulanan yaşlı dostu kent politikaları ile bir yandan aktif ve yerinde yaşlanmaya olanak sağlanırken diğer yandan yaşlı bireylerin üretime ve toplumsal etkinliklere katılımı desteklenmektedir. Böylece yerel ve merkezi yönetimlerin yaşlı bakım maliyetleri de dolaylı olarak azalmaktadır. Ayrıca spor ve sanat etkinliği, kültürel etkinlik gibi birçok kentsel etkinliğe ve karar alma mekanizmalarına dâhil olan yaşlı bireylerin kentsel aidiyet duygusu desteklenmekte ve psikolojik olarak yaşlanmanın getirdiği olumsuzluklar dolaylı olarak azaltılmaktadır. Yaşlı dostu kent girişimi çerçevesinde tanımlanan mekânsal düzenleme kriterleri sayesinde ağa üye olan kentlerin hem mekânsal hem de hizmetlere erişilebilirliği de ciddi oranda artmaktadır.

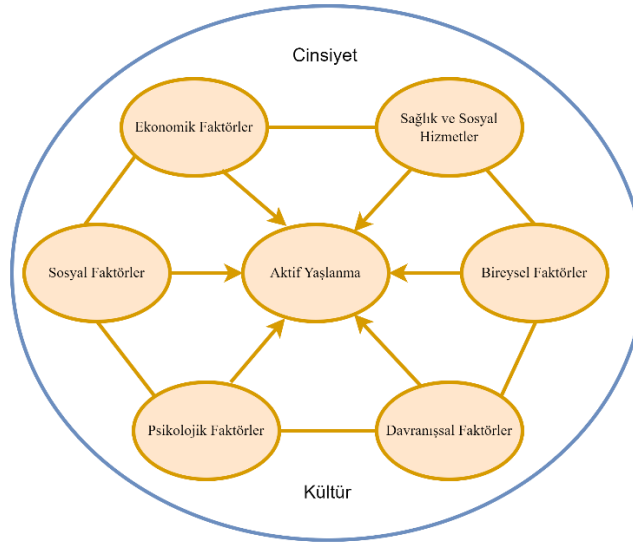
Günümüzde tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de Yaşlı Dostu Kentler ve Topluluklar Küresel Ağı'na katılmak yerel yönetimlerin gündemlerinde yer almaya başlamıştır. Bu bağlamda hali hazırda ülkemizin farklı dört kentinden beş yerel yönetim bu ağa katılabilmektedir.

Bu çalışmada DSÖ tarafından belirlenen temel ilkeler kent planlama meslek disiplini bakış açısıyla ayrıntılı bir şekilde ele alınmıştır ve ülkemizde Yaşlı Dostu Kentler ve Topluluklar Küresel Ağı'na katılan yerel yönetimlerin uygulamaları irdelenmiştir. Çalışmanın yaşlı dostu kentlerin sahip olması gereken kriterlerin anlaşılması bakımından bilimsel tartışmalara katkı sağlayacağı ve yerel politika yapıcılarına yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

2. Yaşlanma, Yaşlanan Nüfus ve Kentleşme

Yaşlılığın genel geçer bir tanımı olmamakla beraber; bireyin anne karnından başlayıp hayatının sonuna kadar olan yaşamında biyolojik, fizyolojik, psikolojik veya sosyolojik olarak geçirdiği ve geri dönüşü olmayan süreçler yaşlanma olarak tanımlanabilir. “Kronolojik yaşlanma” denildiğinde “bireyin takvim yaşı” anlaşılırken, farklı meslek disiplinleri açısından yaşlılık; ekonomik, sosyal ve psikolojik boyutlarıyla da ele alınmakta ve tanımlanmaktadır.

DSÖ yaşlılığı çevresel faktörlere uyum sağlama yeteneğinin azalması ya da büyük oranda yok olması olarak betimlemekte, yaşlılık dönemi için kronolojik tanımlamayı dikkate almakta ve bu dönemi, “65 yaş ve üzeri” olarak kabul etmektedir (Caner vd, 2013). Alan yazında yaşlılık “sağlıksız yaşlanma, pasif yaşlanma ve aktif yaşlanma” olarak üç temel grupta ele alınmaktadır. Yaşlı bireylerin ekonomik, toplumsal ve kültürel nedenlerden ötürü yaşadığı düşkünlük durumu sağlıksız yaşlanmayı tanımlarken, üretim ve istihdama ya da herhangi bir toplumsal veya kültürel faaliyete katkılarının olmadığı durum ise pasif yaşlanmayı tanımlamaktadır. Sağlık ve fiziksel anlamda iyi durumda olarak yaşlanmanın yanı sıra bireylerin ekonomik, toplumsal, siyasal, kültürel olarak etkin oldukları yaşlanma süreci ise aktif yaşlanma olarak kabul edilmektedir. Aktif yaşlanma Dünya Sağlık Örgütü tarafından “insanların yaşlanmasıyla birlikte yaşam kalitelerini geliştirmek amacıyla sağlık, katılım ve güvenlikle ilgili olanakları en uygun hale getirme süreci” olarak tanımlanmaktadır. Kavramda yer alan aktif kelimesi insanların fiziksel olarak iyi durumda oldukları ya da çalıştıkları dönemde değil sosyal, ekonomik, kültürel, manevi ve yurttaşlıkla ilgili konularda süreklilik gösteren bir katılımı ifade etmektedir (WHO, 2002).



Şekil 1. Aktif Yaşlanmanın Belirleyicileri (Kaynak: WHO, 2007).

Aktif yaşlanma kavramı günümüzde alan yazında hızla önem kazanan ve tartışılan bir kavramdır. Kavram, hem yaşlı bireylerin gönüllülük esasıyla toplumsal konulara katılımlarını hem de uygun kentsel koşullar ve uygulanan politikalar sayesinde bağımsız yaşayabilmelerini içeren bir süreci tanımlamaktadır (European Commission, 2012). Aktif yaşlanma politikaları bir yandan yaşlı bireylerin sağlıklı, bağımsız ve aktif olmalarına imkân verirken diğer yandan da bireylerin ilerleyen yaşlarında yoksullukla mücadeledeki önemli araçlarından biri haline gelmektedir (AB Bakanlığı, 2011). Etkin uygulanan aktif yaşlanma politikaları bireylerin toplumla iç içe olmaları dolayısıyla psikososyal durumlarını olumlu yönde etkilerken, yaşlanmaya bağlı olarak gelişen kronik hastalıkların ve erken ölümlerin önüne geçilmesinin yanı sıra devletin sağlık giderleri için harcadığı maliyetlerin düşürülmesi gibi birçok fayda yaratmaktadır (Çolak ve Özer, 2015). Ayrıca bu politikalar yaşlı bireylerin üretime, siyasal konulara ve imkânları dâhilinde sosyokültürel faaliyetlere etkin katılımının sağlanması yoluyla yoksullukla mücadelede de önemli bir araç haline dönüşmektedir.

Tarım toplumundan sanayi toplumuna geçilmesiyle birlikte dünya genelinde kırdan kente yoğun bir göç süreci yaşanmaya başlanmıştır. Birleşmiş Milletler Ekonomik ve Sosyal İşler Birimi (UNDESA) tarafından yayınlanan “Dünya Kentleşme Beklentileri” 2019 raporunda, dünya kırsal nüfusunun % 90’ını barındıran Afrika ve Asya’ya rağmen bugün nüfusun %54’ünün kentlerde yaşadığı bildirilmiştir. 2050 yılında bu oranın % 66’ya çıkacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca raporda bilim ve teknolojiye gelişmelerin sağlık hizmetlerine etkisiyle, 1950-2000 yılları arasında dünya genelinde yaşam süresinin ortalama 20 yıl arttığı ve önümüzdeki yıllarda da bu artışın devam edeceği vurgulanmaktadır. Günümüzde dünya nüfusunun % 9,1’ini yaşlı nüfus oluşturmaktadır. 2050 yılında ise bu oranın %15,9 olacağı tahmin edilmektedir (UNDESA, 2019).

Türkiye’de ise 1950 yılında yaşlı nüfusun toplam nüfus içindeki oranı % 3,3 iken, 2023 yılında bu oran % 10,2’ye yükselmiştir. Bunun yanında 2050 yılında ise yaşlı nüfusun toplam nüfus içindeki payının % 19,5’e yükseleceği tahmin edilmektedir (TÜİK, 2023). Bu hızlı artışlar bize ülkemizdeki nüfusun demografik dağılımı içerisinde hem toplam yaşlı nüfus oranının hem de kentsel nüfus içerisindeki yaşlı nüfus oranının giderek arttığını göstermektedir.

Nüfusun yaşlanması, farklı düzeylerde olsa bile tüm dünya ülkelerinde yaşanan bir durumdur. Kentsel nüfus artışına paralel olarak yaşlı nüfus oranlarında da ciddi artışların yaşanması beklenmektedir. Ekonomik İş Birliği ve Kalkınma Teşkilatı (OECD)’nin bir raporunda belirtildiği üzere, mekânsal olarak yaşlanma eğilimlerinin heterojen doğası, yaşlanma olgusuna kentsel bir bakış açısıyla yaklaşmayı önemli kılmaktadır (OECD, 2015). Dolayısıyla tüm dünyada yadsınamaz bir artış gösteren kentsel yaşlı nüfusun yaşam kalitesini iyileştirmek ve kent yaşamına uyum göstermekte yaşadıkları zorlukları asgari düzeye indirebilmek için DSÖ ve BM gibi etkili uluslararası kuruluşlar çalışmalar başlatmışlardır. Bu çalışma kapsamında DSÖ’nün yaşlı dostu kentler ve topluluklar girişimi kent planlama bakış açısıyla irdelenmiştir.

3. Yaşlı Dostu Kent Kavramı

Dünya genelinde yaşlı nüfus oranının artmasıyla yaşanan/yaşanabilecek sosyoekonomik sorunlara ve yaşlı bireylerin farklılaşan ihtiyaçlarına çözümler üretebilmek için 1980’lerden beri çeşitli uluslararası kuruluşlar çalışmalar yapmakta ve politikalar üretmektedir. Bu kuruluşlardan biri olan DSÖ yaşlanma sürecinde aktif yaşlanmanın desteklenmesi gerektiğini vurgulamakta ve

dünya genelinde yaşlı bireylerin kentsel alanlarda aktif bir yaşam sürdürebilmesi için “Yaşlı Dostu Kent” kavramını ortaya koymaktadır.

DSÖ tarafından Yaşlı Dostu Kent kavramı, yaşlıların aktif katılımını desteklemek, yapı ve hizmetleri yaşlılar için erişilebilir kılmak ve yaşlılar için güvenli ortamlar oluşturmak olarak tanımlanmaktadır (WHO, 2007). Yaşlı dostu kent kavramının en önemli hedefi; yaşlı bireylerin aktif yaşlanmalarının önündeki engelleri azaltmak, yaşanan/yaşanabilecek sorunları ve olumsuzlukları görecelik bunlara çözüm önerileri sunmak ve yaşlıların kentsel mekânda karşılaştıkları sorunları en aza indirmektir (Taş vd., 2023).

Yaşlılara yönelik belli hedefler ve aktif yaşlanma politikası çerçevesinde şekillenen “Yaşlı Dostu Kentler ve Topluluklar- YDKT (Age-Friendly Cities and Communities)” olarak adlandırılan girişim; yaşanabilir, güvenli ve temiz bir çevreyi hedeflemektedir. Hedefler doğrultusunda DSÖ tarafından, kentlerin ve toplulukların kendilerini değerlendirmelerine yardımcı olabilmeleri için yaşlı dostu bir kentin sahip olabilmesi gereken birtakım ilkeler belirlenmiştir. Bu kapsamda DSÖ, sekiz temel alanda birtakım ilkeleri içeren “Kılavuz ve Yaş Dostu Kentlerin Temel Özellikleri Kontrol Listesi”ni hazırlamıştır (WHO, 2007). Bu kılavuz ve kontrol listesinde yer alan sekiz temel alan şunlardır; açık alanlar ve binalar/yapılar, ulaşım, konut, sosyal katılım, toplumsal yaşama dâhil olma ve toplumun yaşlıya saygısı, vatandaşlık görevini yerine getirme ve işgücüne katılım, bilgi edinme ve iletişim, toplum desteği ve sağlık hizmetleridir (Taş vd., 2023). Bu ilkeleri sağlayan kentler 2010 yılında kurulmuş olan “Yaşlı Dostu Kentler ve Topluluklar Küresel Ağı”na dâhil olabilmektedir. Bu küresel ağın üyesi kentlerin ve toplulukların sayısı hızla artmakta ve küresel ağ Ekim 2023 itibarıyla 51 ülkeden 1445 şehir ve topluluğu kapsamaktadır (WHO, 2023).

Yaşlı Dostu Kentler ve Topluluklar Küresel Ağı, kentleri ve yaşam çevrelerini yaşlı bireylerin ihtiyaçlarına ve beklentilerine uygun hale getirmek için yenilikçi çözümler ve politikalar üretmek üzere topluluğa üye kentleri desteklemekte ve bu kentleri küresel düzeyde birbirine bağlayarak aralarında deneyim ve bilgi alışverişini kolaylaştırmaktadır (van Hoof vd., 2021).

Aktif ve sağlıklı yaşlanmayı sağlayacak temel kentsel parametreleri belirleyebilmek adına 2007 yılında 24 farklı ülkeden 33 kentin katılımıyla DSÖ tarafından “Küresel Yaşlı Dostu Şehirler Rehberi” oluşturulmuştur. DSÖ, bu rehber doğrultusunda Yaşlı Dostu Şehir kavramını tüm dünyada yaygınlaştırmak için “Yaşlı Dostu Şehirler Küresel Ağı”nı oluşturmuştur (Caner vd., 2013). Bu ağa dahil olabilmek için kentlerin yerine getirmesi gereken birtakım ölçütler DSÖ tarafından hazırlanan “Kılavuz ve Yaş Dostu Kentlerin Temel Özellikleri Kontrol Listesi” ile genişletilmiş ve kapsamlı bir şekilde detaylandırılmıştır. Bu ölçütleri yerine getiren veya yapılacak düzenlemeleri taahhüt eden kentler Yaşlı Dostu Şehirler Küresel Ağına başvurma hakkına sahiptir. DSÖ’nün Yaşlı Dostu Kent (YDK) modeli olarak tanımladığı 8 ilke (açık alanlar ve yapılar; ulaşım, konut, saygı ve sosyal içerilme, ayrıcalık ve sosyal katılım, sivil katılım ve istihdam, iletişim ve enformasyon ve toplum desteği ve sağlık hizmetleri) bu çalışma kapsamında detaylı irdelenmiştir. Bu ilkeler;

Açık alanlar ve binalar

Açık alanlar ve kamu binalarının; yaşlı insanların hareketliliği, bağımsızlığı ve yaşam kalitesi üzerinde önemli etkileri vardır. Dolayısıyla kentsel peyzajın ve yapılı çevrenin kaliteli bir tasarımı, yaşlı insanların aktif yaşlanma yeteneğini belirlemektedir. DSÖ, kentlerin planlanmasında yaşam kalitesi, erişim ve güvenlik gibi unsurların göz önünde bulundurulması gerektiğine dikkat çekmiştir. Bu kapsamda; temiz ve yeşil bir çevre, erişilebilirlik ve güvenli bir ortam kentlerin yaşlı dostu bir özellik gösteren unsurlarındandır. Raporda, açık alanların ve binaların tasarımına ilişkin şu öneriler getirilmektedir:

- Açık ve yeşil alanların kalabalık ve gürültüden uzak yerlerde planlanmasının (örneğin yaşlılar için çocukların kullandığı büyük, kalabalık parklar yerine şehrin kenar bölgelerinde küçük, daha sessiz, kapalı yeşil alanların ayrılması);
- Yaya dostu kaldırımlar ve yürüyüş yollarının engellerden arındırılmış, pürüzsüz bir yüzeye sahip ve kolayca erişilebiliyor olmasının;
- Yolların, yaşlıların karşıdan karşıya geçmelerini sağlayacak şekilde görsel ve işitsel sinyallerle desteklenmiş ve yaşlıların kullanımına yönelik uygun şekilde tasarlanmış olmasının;
- Açık alanların ve kamusal binaların kamu güvenliğine öncelik verildiği ve doğal afetlerden kaynaklanan riskleri azaltmaya yönelik önlemlerin alındığı şekilde tasarlanmasının;
- Binaların, yaşlıların kolay erişim mesafesinde konumlanması gerektiğine dikkat çekilmekle birlikte asansörlü, rampalı, yeterli tabelalara sahip, kaymaz zemine, yeterli sayıda umumi tuvaletlere sahip olacak şekilde tasarlanmasının önemli vurgulanmaktadır.

Ulaşım

Erişilebilirlik ve ulaşım, aktif yaşlanmayı etkileyen önemli bir faktördür. Kentte belli noktalara erişilebilir bir şekilde hareket edebilmek sosyal ve sivil katılımın yanı sıra toplum ve sağlık hizmetlerine erişimi de belirlemektedir. Bu kapsamda, ulaşım hizmetlerine yönelik şu düzenlemelerin yapılması gerekmektedir:

- Toplu taşıma hizmetlerinin daha sık, uygun konumda, güvenilir ve daha az maliyetli olarak uygulanmasının;
- Belirlenmiş toplu taşıma ulaşım hatlarının ve duraklarının yaşlıların yaşadığı yerlere yakın yerde bulunması ya da uygun şekilde konumlandırılmasının;
- Rampalar, yürüyen merdivenler, asansörler, uygun platformlar, okunaklı ve iyi yerleştirilmiş tabelalarla ulaşım duraklarına erişimin kolaylaştırılmasının;
- Kötü hava koşullarına karşı korunaklı ve iyi aydınlatılmış durakların tasarlanmasının
- Toplu taşıma araçlarının tasarımının yaşlı insanlar için engeller oluşturmayacak ve tekerlekli sandalyelerin sığabileceği bagaj hacmine sahip olacak şekilde tasarlanmasının;
- Toplu taşıma araçlarında yolcular tarafından yaşlılara öncelikli oturma düzeninin yaratılmış olmasının ve sürücülerin yaşlılara yönelik tutumları üzerinde eğitimlerin verilmesinin;
- Trafikte yaşlı sürücülere karşı daha saygılı olunması ve yaşlı insanların kendine güvenen sürücüler olmasını sağlamak için çeşitli özel sürücü eğitimleri veren özel kursların bulunmasının;
- Toplu taşımayı kullanmakta güçlük çeken yaşlılar için özel olarak hizmet veren ulaşım araçların bulunmasının;
- Yaşlılar ve engelliler için büyük, yeterli, ucuz otoparkların bulunmasının yanı sıra öncelikli engelli park yerlerine saygı gösterilmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

Konut

Yaşlıların topluluk içinde rahat ve güvenli bir şekilde yaş almalarına olanak tanıyan barınma ihtiyacının evrensel bir gereklilik olduğu açıktır. Raporda; yaşlıların güvenliğini, refahını ve yaşam kalitesini etkileme açısından uygun barınma ile toplum ve sosyal hizmetlere erişim arasında bir bağlantı olduğu vurgulanmaktadır. Dolayısıyla konut yapısı, tasarımı, konumu ve seçiminin yaşlılara yönelik şu kriterlere göre tasarlanması gerekmektedir:

- Konut tasarımlarında, uygun iklimlendirme veya ısıtma sistemlerinin yapılması, düzgün yüzeyli ve tekerlekli sandalyeler için yeterince geniş geçişli alanların olması, uygun şekilde tasarlanmış banyo, tuvalet ve mutfakların yaşlı insanlara uygun hale getirilmesinin;
- Tüm yaşlılar için uygun fiyatlı konutlara erişimin sağlanması yaşam kalitesini etkileyen önemli bir faktördür. Dolayısıyla yaşlılar için konut maliyetinin karşılanabilir olmasının;
- Yaşlılar için konut vergisinin düşürülmesi ya da kamu ve özel konutlar için konut kredilerinin sağlanması;
- Konut bakım hizmetleri için yaşlılara bakım çalışmalarını üstlenecek uygun niteliklere sahip ve güvenilir hizmet sağlayıcılarını yönlendirecek birimlerin olmasının;
- Yaşlılar için ayrılmış olan toplu konutların, kiralık konaklama yerlerinin ve ortak alanlarının bakımlı olmasının yanı sıra temel hizmetlerin herkesin karşılayabileceği şekilde sağlanması gerektiğinin önemi vurgulanmaktadır.

Sosyal katılım

Yaşlıların sosyal, kültürel ve manevi faaliyetlere katılımları, yaşam boyu sağlık ve refahla güçlü bir şekilde bağlantılıdır. Bu durum yaşlı insanların saygı ve saygınlıktan yararlanmalarına, destekleyici ve şefkatli ilişkiler kurmalarına veya sürdürmelerine olanak tanımaktadır. Dolayısıyla yaşlı insanların sosyal katılım yoluyla sosyal entegrasyonunun teşvik edilmesi gerektiği raporda belirtilmektedir. Bu kapsamda;

- Tüm yaşlıların ilgi alanına hitap edecek şekilde, çeşitli aktivitelerin olmasının;
- Yaşlıların yaşadıkları yere yakın yerlerde daha fazla ve çeşitli aktivitelerin yapılmasının;
- Hareket etme sorunları olan kişiler için erişilebilirliği mümkün kılacak uygun desteklerin sağlanmasının;
- Etkinliklerin ve aktivitelerin, yaşlı katılımcılar için uygun fiyatlı ve erişilebilir bir mesafede olmasının;
- Etkinliğin yapıldığı kültürel tesislerin erişilebilir ve bakıma muhtaç kişilerin katılımına imkân verecek şekilde donanımına sahip olmasının;
- Etkinliğe girişlerin üye gerektirmeden herkese açık olmasının, bilet satış işlemlerinin yaşlı insanların uzun süre sıraya girmesini gerektirmeyen hızlı ve tek adımlı bir süreç olarak yapılmasının önemi vurgulanmaktadır.

Sosyal katılıma ilişkin bu kriterler yaşlı dostu kentin önemli özelliklerinden biri olarak görülmektedir.

Ayrıcalık ve sosyal katılım

Yaşlı dostu kent modelindeki bir diğer ilke toplumun yaşlı insanlara sağladığı ayrıcalıklar ve onların sosyal katılımlarının desteklenmesidir. Burada;

- Saygılı ve kapsayıcı hizmetler kapsamında kamu kurumları, gönüllü ve ticari kurumların yaşlı bireyleri karar alma süreçlerine dâhil etmesinin;
- Yaşlanmaya ilişkin halka açık görseller ve medya aracılığıyla kamuoyu bilinçlendirmesi yapılarak yaşlı bireylere saygılı olunmasının;
- Nesiller arası ve aile etkileşimleri kapsamında karşılıklı keyif ve zenginleşmeyi sağlayan etkinliklerin düzenli olarak yapılmasının;
- Kamusal eğitimler kapsamında yaşlanmanın temel eğitim müfredatına dahil edilerek yaşlı insanların okul etkinliklerinde yer almaları ile onların bilgi ve uzmanlıklarını gelecek nesillere aktarmalarına imkân verilmesinin;
- Topluluk katılımı kapsamında yaşlı bireylerin kendilerini etkileyen toplumsal karar alma süreçlerine dahil edilmesi ve onların kilit bilgi kaynakları veya danışmanlar olarak görülmesinin;
- Ekonomik katılım kapsamında yaşlıların kamu, gönüllü ve özel hizmet ve etkinliklerine erişim hakkının sağlanmasının önemi vurgulanmaktadır.

Sivil katılım ve istihdam

Yaşlı dostu kent modelindeki bir diğer ilke ise sivil katılım ve istihdam ilkesidir. Bu ilkede;

- Gönüllülük seçenekleri kapsamında yaşlı insanların emekli olduklarında bile gönüllü olarak yer alabilecekleri eğitim programları ve çalışmalarının oluşturulması ve desteklenmesi ile toplumlarına katkıda bulunabilmelerinin;
- İstihdam seçenekleri kapsamında yaşa dayalı negatif ayrımcılığı önleyen ve pozitif ayrımcılığı destekleyici politikalar üreterek yaşlı bireylerin toplumlarına istihdam açısından katkıda bulunabilmelerinin;
- Eğitim seçenekleri kapsamında yaşlı bireylere yeni teknolojiler ve iş alanları konusunda eğitimler verilmesinin;
- Erişim seçenekleri kapsamında yaşlı bireylerin hem gönüllü ve ücretli işlere erişimi hem de çalışma alanlarına fiziksel erişimleri konusunda uygun politikaların geliştirilmesinin;
- Yaşlı bireylerin farklı özel destek gereksinimlerinin karşılanması ile onların farklı etkinliklere katılımının sağlanmasının;
- Ücretli çalışan yaşlıların karşılığında adil bir ücret aldığı ve yaşlı girişimcileri destekleyici politikaların önemi vurgulanmaktadır.

Böylece yaşlı dostu kent modelinde yaşlı bireyler ister gönüllü işlerde isterlerse de ücretli işlerde çalışarak yaşadıkları toplum ve kente ekonomik anlamda katkıda bulunmaya devam edebileceklerdir. Aynı zamanda sivil katılımlarının desteklenmesi ile yaşlı bireyler toplumsal karar alma süreçlerine de dahil olabileceklerdir.

İletişim ve enformasyon

DSÖ'ye göre, yaşlı bireylerin kişisel ihtiyaçlarını karşılamaları için çevrelerindeki insanlarla iletişimde kalmaları ve kendilerini ilgilendiren konularda düzenli ve güvenilir bilgi almaları son derece önemlidir. Bu nedenle iletişim ve enformasyon, yaşlı dostu kent modelinin önemli bir ilkesidir. Bu ilke kapsamında;

- Yazılı ve görsel medya aracılığıyla güvenli ve düzenli bilgi aktarımının devlet ve/veya gönüllü kuruluşlar aracılığıyla yapılmasının;
- Yaşlı bireylerin halka açık toplantılar, kulüpler, gönüllü arayanlar ve ziyaretçiler, evde destek çalışanları gibi etkileşimde bulunabilecekleri güvenilir ortam ve kişiler aracılığıyla sözel iletişimlerinin desteklenmesinin;
- Resmi formların, yazılı ve görsel medyadaki basılı bilgilerin büyüklüklerinin okunur, ana fikirlerinin net ve anlaşılır olarak desteklenmesinin;
- Kısa ve anlaşılır cümlelerle basit, sade bir dil kullanımının teşvik edilmesinin;
- Otomatik iletişim ve donanım sistemlerinde yaşlı kullanıcıların gerçek bireylerle görüşmelerinin ve geri aranmalarının sağlanmasının;
- Hizmet veren makine ve cihazların iyi aydınlatılması ve farklı özel gereksinimli yaşlı bireylerinde erişebileceği yükseklikte olmasının;

- Bilgisayar ve internet hizmetlerine yaşlı bireylerin ücretsiz erişimlerinin yanı sıra kullanıcılar için özel talimatlar ve bireysel yardım seçeneklerinin sunulmasının önemi vurgulanmaktadır.

Toplum desteği ve sağlık hizmetleri

Yaşlı dostu kent modelinin son ilkesi ise toplum desteği ve sağlık hizmetleridir. Bu kapsamda;

- Sağlık ve sosyal hizmetlerinin şehrin geneline iyi dağıtılmış, uygun bir yerde konumlandırılmış ve her türlü ulaşım aracıyla kolaylıkla ulaşılabilir olmasının;
- Huzur evleri ve bakımevleri gibi yatılı bakım tesislerinin hizmetlere ve konaklama yerlerine yakın konumda olmasının;
- Sağlık ve toplumsal destek hizmetlerine erişimi engelleyen ekonomik engelleri çözümleyici politikaların geliştirilmesinin;
- Gönüllü destek programları ve çalışanları ile yaşlı bireylerin ihtiyaç ve taleplerine uygun hizmetlerin sağlanmasının;
- Acil durum planlaması, acil durumlara hazırlık ve müdahale programlarında yaşlı bireylerin ihtiyaç ve kapasitelerini dikkate alan çözümler üretilmesinin yaşlı bireylerin toplumsal entegrasyonu açısından önemi vurgulanmaktadır.

Yaşlı Dostu Kent (YDK) modelinin tanımladığı ve detaylandığı bu sekiz ilke yaşlı dostu kentlerde yerel yönetimlerin sorumluluklarının neler olduğu, ne tür hizmetler sunması gerektiği konusunda bizlere aydınlatıcı bilgiler vermektedir.

4. Türkiye’de Yaşlı Dostu Kent Uygulamaları

DSÖ’ye bağlı olarak 2010 yılında kurulmuş olan Yaşlı Dostu Kentler ve Topluluklar Küresel Ağı’na günümüz itibariyle ülkemizden beş yerel yönetim katılmaya hak kazanmıştır. Ülkemizden katılım alan belediyeler şunlardır; Büyükşehir Belediyesi/ Mersin, Muratpaşa/Antalya, Kadıköy/İstanbul, Beşiktaş/İstanbul ve son olarak ta Bornova/İzmir. Bu bağlamda düşünüldüğünde Yaşlı Dostu Kentler ve Topluluklar Küresel Ağı’na katılım ilerleyen yıllarda ülkemizin yerel yönetimlerinin gündemlerinde daha fazla yer alacak olan önemli bir girişimdir.

Yaşlı bireylerin gündelik yaşamlarını kolaylıkla sürdürebilecekleri ve ihtiyaç duydukları sağlık hizmetlerine rahatlıkla erişebilecekleri yerel yönetim politika ve uygulamalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda ülkemizde Yaşlı Dostu Kentler ve Topluluklar Küresel Ağı’na katılmaya hak kazanmış olan yerel yönetimlerin yaptığı çalışmaların ortaya konulması ağa katılmak isteyen diğer yerel yönetimler için yol gösterici olacaktır. Bu nedenle çalışmamızın bu bölümünde ağa katılmaya hak kazanmış olan beş yerel yönetimin yaptığı çalışmalara yer verilmiş ve ülkemizdeki mevcut durum ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Ülkemizde Yaşlı Dostu Kentler ve Topluluklar Küresel Ağı’na katılmaya hak kazanmış olan ilk yerel yönetim Muratpaşa/Antalya’dır. İlçe nüfusunun yaklaşık %14’ünü yaşlı nüfus oluşturmaktadır. Belediyenin ilk hedefi yaşlı nüfusun sağlık ve bakım hizmeti standartlarını yükseltmek olup, 2014 yılından itibaren farklı gelir düzeyine sahip mahallelerde sosyal rehabilitasyon amaçlı “Yaşlı evi” bakım merkezi kurmuşlardır. Sosyal hizmet uzmanları ve gerontologların görev aldığı, üyelik sistemiyle hizmet veren yaşlı evlerinde yaşam boyu öğrenme hakkında seminerler; spor, dil ve tiyatro kursları, koro ve dans gibi etkinlikler; yaşlı bireylerin yaptıkları eserleri sunmaları için sanat sergileri; kuşaklar arası etkileşim için çeşitli etkinlikler gerçekleştirilmektedir. Böylece yaşlı evleri projeleri yaşlı bireylerin sosyalleşmesinin yanı sıra onların hem üretime hem de toplumsal yaşama aktif katılımlarına olanak sağlamaktadır. Ayrıca Muratpaşa Belediyesi 2019 yılında Türkiye’nin ilk Yaşlı Meclisi’ni kurarak kentsel ve toplumsal karar alma mekanizmalarına yaşlı bireylerin aktif katılımını da olanaklı kılmıştır (Muratpaşa Belediyesi, 2024).

Kadıköy/İstanbul Belediyesi ülkemizden ağa katılan ikinci yerel yönetimdir. İlçe nüfusunun yaklaşık %19.34’ünü yaşlı nüfus oluşturmaktadır. Kadıköy Belediyesi yaşlı bireylerin aktif ve sağlıklı yaşlanmalarının yanı sıra belediyenin karar alma süreçlerinde de etkin rol almalarını sağlamayı hedeflemektedir. Bu bağlamda Ambulans ve Evde Sağlık Hizmeti, Aktif Yaşlanma Eğitimleri, Gönüllü Eğitim ve Danışma Merkezleri, Sosyal Yaşam Evi ve Alzheimer Hastalığı ve Sosyal Merkezi gibi birçok projeyi hayata geçirmiştir. 2017 yılında kurulan Alzheimer Hastalığı ve Sosyal Merkezi projesi Türkiye’de ilk kez hastalar ve yakınlarının bir arada olduğu bir projedir. Bu merkez Alzheimer tanısı alan hastaların kendilerini güvende hissetmelerini, yaşam kalitelerini korumalarını, yeniden sosyalleşebilmelerini ve beyin fonksiyonlarını koruyucu aktiviteleri yapabilmelerini sağlayacak nitelikte tasarlanmıştır. Hasta yakınları için de eğitim, sosyokültürel faaliyetler, psikolojik destek ve refah programları bulunmaktadır (Kadıköy Belediyesi, 2024).

Mersin Büyükşehir Belediyesi ülkemizden ağa katılan üçüncü yerel yönetimdir. Mersin ilinin toplam nüfusunun yaklaşık %11’ini yaşlı nüfusun oluşturması ve ilde Kurvaziyer turizme yönelik çalışmaların olması dolayısıyla Mersin Büyükşehir Belediyesi’nin 09/03/2015 tarihli meclis kararında Mersin’in “Yaşlı Dostu Kentler ve Topluluklar Küresel Ağı” üyeliği için DSÖ’ne üyelik

başvurusunda bulunması ile ilgili teklif gündeme alınmış ve çalışmalar başlatılmıştır. Yerel yönetimin politikaları yaşlı bireylerin kentteki hareketliliğini arttırmaya, yerinde yaşlanmalarını sağlamaya, yaşlılara yönelik negatif ayrımcılığı önlemeye ve kuşaklararası etkileşimi ve iletişimi arttırmaya yöneliktir. Bu bağlamda yerel yönetim evde sağlık ve bakım hizmetleri, gezici sağlık hizmeti, hasta nakil hizmetleri ve yaşlı destek hattı hizmetleri gibi çeşitli hizmetler sunmaktadır. Mersin Büyükşehir Belediyesi Sosyal Hizmetler Dairesi tarafından 2018 yılında kurulan “Aktif Yaşlanma Evi” projesi ile yaşlı bireylerin yararlanabileceği interaktif eğitimler (kişisel gelişim, sağlıklı yaşam, bilişsel becerilerin geliştirilmesi vb) düzenlenmektedir. Bu proje kapsamında yaşlı bireylere psikososyal danışmanlık hizmeti, sağlık hizmetleri (diş taraması, tansiyon ölçümü, sakarimetri) de verilmektedir. Ayrıca tüm kentsel alanlara yaşlı bireylerin kolayca erişebilmesini mümkün kılacak ulaşım politikaları uygulanmaktadır. Özellikle kamuya açık alanların yaşlı bireyler için erişilebilir ve konforlu hale getirilmesine yönelik planlama ve tasarım projeleri yapılmaktadır (Mersin Büyükşehir Belediyesi, 2024).

Beşiktaş/İstanbul Belediyesi ülkemizden ağı katılan dördüncü yerel yönetimdir. İlçe nüfusunun yaklaşık %20'sini yaşlı nüfus oluşturmaktadır. Beşiktaş Belediyesi yaşlı bireylerin kentle ilgili her alanda karar alma süreçlerine aktif katılımlarını destekleyici ve yaşlı nüfusun refah seviyesini artırıcı politikalar geliştirmeyi hedeflemektedir. Bu kapsamda çeşitli projeler gerçekleştirmektedir. Bu projelerden bazıları şunlardır; 65+ Yaşam Ofisi projesi ile Beşiktaş'ta yaşlı bireylere yönelik sağlıklı ve aktif yaşlanma, demanstan korunma, yaşlılık hakları, kurum bakımı, belediye hizmetleri gibi konularda bilgi ve danışmanlık hizmeti sunmaktadır. Evden çıkmakta zorlanan yaşlılar için fizyoterapi desteği hizmeti sunulmaktadır. Catering Hizmeti ile yaşlıların ücretsiz şekilde sağlıklı ve dengeli beslenmeleri sağlanmaktadır. İyiolma hizmet servisi ile yaşlıların evlerinin temizliği, bakıcılar tarafından kişisel bakımları yapılmaktadır. Yaşlıların kendilerini güvende hissetmeleri ve aynı zamanda acil durumlar için Sosyal Alarm Servisi kurulmuştur (Beşiktaş Belediyesi, 2024).

Bornova/İzmir Belediyesi ülkemizden ağı katılan beşinci yerel yönetimdir. İlçe nüfusunun yaklaşık %14'ünü yaşlı nüfus oluşturmaktadır. Yerel yönetimin politikaları yaşlı bireylere saygılı olunması ve onların yaşayan miraslarımız olduğu konusunda kamusal bir farkındalık yaratarak yerinde yaşlanmalarını sağlamayı hedeflemektedir. Evde bakım hizmeti uygulamaları ile evden çıkmakta zorlanan yaşlıların ihtiyaçları karşılanmaktadır. Sağlıklı Yaş Alma Merkezinde ise yaşlıların yaşam kalitelerini arttırmaya yönelik spor, sanat ve kültürel aktivitelerin yapılmasına imkân sağlanmaktadır.

Günümüz itibariyle ülkemizde birçok yerel yönetimin Yaşlı Dostu Kentler ve Topluluklar Küresel Ağı'na katılmaya yönelik girişim ve çalışmaları devam etmektedir.

5. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Yaşlılara yönelik belli hedefler ve aktif yaşlanma politikası çerçevesinde şekillenen yaşlı dostu kentler kılavuzu, yaşlı bireylerin sosyokültürel, ekonomik ve fiziksel açıdan insan onuruna yakışır şekilde yaş almaları hedefinden yola çıkarak merkezi/yerel yönetimler için kentsel tasarım ve politika düzenlemelerini içeren bir rehber niteliğindedir. Bu rehber doğrultusunda; uygun kentsel planlama ve tasarım kriterleri, yaşlı bireylerin toplumda bağımsız ve aktif hareket edebilmelerine olanak tanımaktadır. Kentsel sosyal donatıların, açık-yeşil alanların, ulaşımın ve konut alanlarının kentte yaşayan yaşlı bireylerin değişen ihtiyaç ve taleplerine göre kapsayıcı bir bakış açısıyla planlanması gerekmektedir.

Kentin sosyokültürel ve sosyoekonomik özelliklerinin yanı sıra kentte yaşayan yaşlı bireylerin bireysel ihtiyaç ve taleplerinin farklılık gösterdiği bilinmektedir. Dolayısıyla yaşlı dostu şehirlerin spesifik etkilerinin kültürden kültüre, toplumdan topluma değişebileceğini (Park ve Lee, 2018; Phillips vd., 2010) bunun yanında çeşitli özelliklere ve özel gereksinimlere sahip yaşlı bireyler için farklı düzenleme ve uygulamalar yapılması gerektiğini (Flores vd., 2019) kabul etmek tek tip yaşlı dostu kent anlayışını da ortadan kaldıracığı söylenebilir. Nitekim yapılan çalışmalarda sağlık durumu, barınma, etnik kimlik, cinsiyet ve gelir çeşitliliği gibi kişisel özelliklerin yanı sıra yaşlı bireylerin kentsel, kırsal, banliyö ya da kent merkezi gibi yaşadıkları alanlara göre ihtiyaç ve taleplerinin de değişebileceği ortaya konmaktadır (Alley vd., 2007). Bu bağlamda, yaşlı bireylerin yaşam standartlarını yükseltmek, aktif yaşlanmalarını, toplumsal ve sosyal entegrasyonunu sağlamak sosyal belediyeciliğin en temel görevidir. Doğru uygulanan sosyal belediyecilik hizmetleri ile hem toplumsal ve sosyal uyumu yakalayan yaşlı bireylerin bakım yaşı ötelenirken hem de kentsel mekânlarda yapılan tasarım ve politika düzenlemeleri ile yerinde yaşlanma kolaylaştırılabilir. Böylece yerel ve merkezi yönetimlerin kurumsal yaşlı bakım maliyetlerinin de dolaylı olarak azalacağı söylenebilir.

Sonuç olarak yaşlı dostu kent unvanını alan kentlerin, insanların yaşamayı ve yaşlanmayı tercih ettiği/edeceği ve aktif yaşlanmalarına imkân verecek kentler olduğu kabul edilmektedir. Günümüzde tüm dünyada hızla artan yaşlı nüfus için yaşlı dostu kentlerin sayılarının artırılması oldukça önemlidir. Yaşlı dostu kentlerin yaratılabilmesi için başta yerel yönetimler olmak üzere kamu ve özel kurumlara önemli görev ve sorumluluklar düşmektedir. Özellikle yerel yönetimlerde yaşlı bireylerin ihtiyaç ve beklentilerini ifade edebilecekleri yaşlı meclislerinin kurulması katılımcı planlama açısından son derece önemlidir. Kurulan yaşlı

meclisleri yaşlı bireylerin ihtiyaç ve taleplerine çözümler üretecek projeler geliştirmenin yanı sıra onların kentsel konularda söz sahibi olmalarını da desteklemelidir. Böylece yaşlı bireylerin yaşadıkları kentlere ve mekânlara olan aidiyet hisleri de güçlendirilecektir. Yaşlı Dostu Kentler ve Topluluklar Küresel Ağı'na katılmaya hak kazanmış yerel yönetimlerin yaptıkları proje ve uygulamaları raporlamaları ve kamuoyu ile paylaşmaları hem yerel yönetimin şeffaflığı açısından hem de bu ağa katılmak isteyen diğer yerel yönetimler açısından yol gösterici bir rehber olması bakımından önemlidir.

YAZAR KATKILARI

Yazar 1: Literatür taraması/makale fikrinin/makale içeriğinin belirlenmesi ve makale yazımı/inceleme

Yazar 2: Makale fikrinin oluşturulması/yöntemin planlanması/makalenin içeriğinin belirlenmesi ve makale yazımı/inceleme

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar tarafından herhangi bir potansiyel çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

ETİK

Bu makalenin yayınlanmasında herhangi bir etik sorun bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Ö. C. Caner, G. Gözün, A. Hilwah, ve M. Gökçek, Yaşlı Dostu Şehirler: Kavramsal Çerçeve ve Örneklerle Değerlendirmeler. Güneş Tıp Kitabevleri, 2013.
- [2] WHO, “Active Ageing Policy Frame Work”, https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/67215/WHO_NMH_NPH_02.8.pdf?sequence=. [Erişim Tarihi: 5 Mayıs 2024]
- [3] WHO, “Global Age-friendly Cities: A Guide.”, http://www.who.int/ageing/publications/Global_age_friendly_cities_Guide_English.pdf. [Erişim Tarihi: 5 Mayıs 2024]
- [4] European Commission, “Population ageing in Europe.” https://ec.europa.eu/research/social-sciences/pdf/policy_reviews/kina26426enc.pdf. [Erişim Tarihi: 5 Mayıs 2024]
- [5] AB, “2012 Avrupa Aktif Yaşlanma ve Nesiller Arası Dayanışma Hakkında Bilgi Notu.” https://www.ab.gov.tr/files/SBYPB/Sosyal%20Politika%20ve%20C4%B0stihdam/aktif_yaslanma_bilgi_notu.pdf. [Erişim Tarihi: 5 Mayıs 2024]
- [6] M. Çolak ve Y.E. Özer, “Sosyal politika anlamında aktif yaşlanma politikalarının ulusal ve yerel düzeydeki analizi”, Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, vol. 14 (55), pp. 115-124, Güz 2015, <https://doi.org/10.17755/esosder.92999>.
- [7] UNDESA, “World Population Prospects 2019 Highlight.” <https://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/ageing/WorldPopulationAgeing2019-Highlights.pdf>. [Erişim Tarihi: 5 Mayıs 2024]
- [8] TÜİK, “İstatistiklerle Yaşlılar 2023.” <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Istatistiklerle-Yasli-lar-2023-53710>. [Erişim Tarihi: 5 Mayıs 2024]
- [9] OECD, “Ageing in Cities. Paris: OECD Publishing.” https://read.oecd-ilibrary.org/urban-rural-and-regional-development/ageing-in-cities_9789264231160-en#page3 [Erişim Tarihi: 5 Mayıs 2024]
- [10] E. Zengin Taş, H. Kırışık, F. Yıldız, Z. Ata, ve M. Aktuğ, “Yaşlı dostu kentin anlamı ve aktif yaşlanmaya katkıları: Cumhuriyetin 100. yılında İzmir kenti örneği”, Kent Akademisi Dergisi, vol. 16, pp. 71-96, Ekim 2023, <https://doi.org/10.35674/kent.1352981>.
- [11] j. van Hoof, H. R. Marston, J. K. Kazak, and T. Buffel, “Ten questions concerning age-friendly cities and communities and the built environment”, Building and Environment, vol. 199, no. 107922, pp. 1–26, jul. 2021, doi:10.1016/j.buildenv.2021.107922.
- [12] S. Park, and S. Lee, “Heterogeneous age-friendly environments among age-cohort groups”, Sustainable, vol. 10, no. 1269, Apr. 2018, <https://doi.org/10.3390/su10041269>.
- [13] D.R. Phillips, K.H. Cheng, A.G. Yeh, and O.L. Siu, “Person-environment (P-E) fit models and psychological well-being among older persons in Hong Kong”, Environment and Behavior, vol. 42, no. 2, pp. 221-242, March 2010, <https://doi.org/10.1177/001391650933334>.
- [14] R. Flores, A. Caballer, and A. Alarcón, “Evaluation of an age-friendly city and its effect on life satisfaction: A two-stage study”, Int. J. Environ. Res. Public Health, vol.16, no.24, dec. 2019, 5073, doi:10.3390/ijerph16245073
- [15] D. Alley, P. Liebig, J. Pynoos, T. Banerjee, and I. Choi, “Creating elder-friendly communities: Preparations for an aging population”, Journal of Gerontological Social Work, vol. 49, no: 1-2, pp.1–18, Feb. 2007, doi:10.1300/j083v49n01_01. PMID: 17804357.



Kırıkkale-Yozgat arasındaki bölgenin güneyinin tektonik çizgiselliklerin (Batı Anadolu, Türkiye) gravite anomali verileri kullanılarak tanımlanması

Funda Bilim^{1,*}

¹ Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ

Makale Tarihleri:

Geliş tarihi

28.04.2024

Kabul tarihi

30.05.2024

Yayın tarihi

30.06.2024

Anahtar Kelimeler:

Bouguer Gravite Anomali Yatay

Gradyent

Güç Spektrumu Yöntemi

Tektonik Çizgisellik

ÖZET

Gravite anomalileri kayaçların yoğunluk farklarını yansıtır ve anomalilerin genliği jeolojik yapıların kalınlığı ve yoğunluk kontrastı ile orantılıdır. Kısa dalga boyulu (<250 km) ve negatif anomaliler genellikle kabuktaki yapılar ile ilişkilidir. Anomaliye neden olan yapıların lokasyonlarının ve tektonik çizgiselliklerin belirlenmesinde 1970'lerden beri gravite yöntemi başarı ile uygulanmaktadır. Bu çalışmada, Kırıkkale-Yozgat arasındaki bölgenin güneyinin Bouguer gravite anomali verisi incelenmiştir. Güç spektrumu yönteminden çalışma alanında 34.76 km, 8.24 km ve 0.96 km olmak üzere üç temel derinlik elde edilmiştir. Anomaliye neden olan jeolojik kaynaklar üst kabukta yer almaktadır. Gravite verisinin yatay gradiyentinin maksimum genlik haritasından elde edilen tektonik çizgisellikler genellikle KD-GB ve KB-GD yönelimindedir. Maksimum yatay gradiyent genlik haritasından Kırıkkale- Kaman arasında muhtemelen granitoid, metamorfik ve ofiyolitik kayaçlarla ilişkili derin kaynaklı elips şeklinde kapanıma sahip 4 adet jeolojik kaynak belirlenmiştir. Çalışma alanında belirlenen kabuktaki gravimetrik süreksizlikler bölgenin önemli bir bölgesel alan stresine maruz kaldığının göstergesidir.

Delineation of the tectonic lineaments of the south area between Kırıkkale and Yozgat (central Anatolia, Turkey) using gravity anomaly data

ARTICLE INFO

Article history:

Received

28.04.2024

Accepted

30.05.2024

Published

28.06.2024

Keywords:

Bouguer Gravity Anomaly

Horizontal Gradient Power

Spectrum Method

Tectonic Lineament

ABSTRACT

Gravity anomalies reflect the density differences of rocks and the amplitude of the anomalies is proportional to the thickness and density contrast of geologic structures. Short wavelength (<250 km) and negative anomalies are usually associated with structures in the crust. The gravity method has been successfully applied since the 1970s to determine the locations of anomalous structures and tectonic lineaments. In this study, the Bouguer gravity anomaly data of the southern part of the region between Kırıkkale and Yozgat were analyzed. Three basic depths, 34.76 km, 8.24 km and 0.96 km, were obtained from the power spectrum method in the study area. The geologic sources causing the anomaly are located in the upper crust. The tectonic lineaments obtained from the maximum amplitude map of the horizontal gradient of the gravity data are generally oriented NE-SW and NW-SE. From the maximum horizontal gradient amplitude map, 4 geologic sources with deep-sourced elliptical closure probably related to granitoid, metamorphic and ophiolitic rocks were identified between Kırıkkale and Kaman. Gravimetric discontinuities in the crust identified in the study area indicate that the region may be subjected to significant regional field stress.

ORCID ID: Yazar1: 0000-0003-1098-4755.

*Sorumlu yazar(lar)/Corresponding author(s): Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fak. Jeofizik Müh. Bölümü Sivas, Türkiye/ Sivas Cumhuriyet University, Engineering Faculty, Geophysical Engineering Department Sivas-Türkiye.

Tel: +90 346 4870000

Fax: +90 346 2191163

E-mail: fbilim@cumhuriyet.edu.tr

Bu makaleye atıfta bulunmak için/To cite this article: H. Bilim, "Kırıkkale-Yozgat arasındaki bölgenin güneyinin tektonik çizgiselliklerin (Batı Anadolu, Türkiye) gravite anomali verileri kullanılarak tanımlanması", Bozok Journal of Engineering and Architecture, vol. 3, no. 1, pp. 21-26, Jun. 2024.

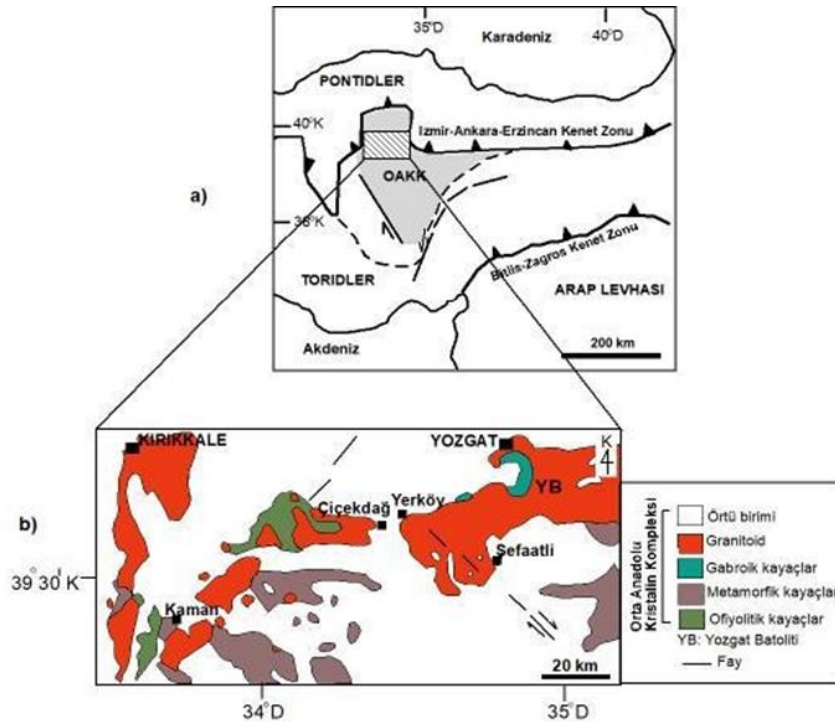
1. GİRİŞ

Gravite yöntemi bir potansiyel alan yöntemlerinden biri olup, yer altında yatay yönde yoğunluk değişimlerinin neden olduğu gravite alanındaki değişimlerin ölçülmesi esasına dayanır. Gravite verilerine uygulanan analiz yöntemleri ile yer altında yoğunluk değişimlerine sebep olan çeşitli jeolojik yapıların lokasyonlarını, yapı kenarlarını ve derinliklerini belirlemek mümkündür. Jeofizik yöntemler arasında gravite yöntemi yer altındaki mineral zonlarının ve fayların/süreksizliklerin saptanmasında sıklıkla tercih edilen bir yöntemdir. Aktif faylar tektonik sistemlerin temel elemanları olup yer kabuğunda stres ve deformasyonların dağılımında önemli rol oynar. Yer altındaki tektonik süreksizliklerin belirlenmesinde kullanılan en popüler yöntem yatay türev yöntemi olup, gravite verisinin x ve y yönündeki türevlerinin karelerinin toplamının karekökünün alınması esasına dayanır.

Çalışma alanı Orta Anadolu Kristalin Kompleksinin (OAKK) [1] aynı zamanda Kırşehir Bloku olarak da adlandırılan [2, 3] alanın kuzeyinde yer almaktadır (Şekil 1a). OAKK'in kuzey kısmı Neotetis Okyanusu'nun kuzey kolunun kalıntısı olan İzmir-Ankara-Erzincan Kenet Zonu (İAEKZ) ile sınırlıdır [2]. Bu zon Anatolid-Torid ile Pontidleri birbirinden ayırmaktadır. Yüzeysel jeolojisi incelendiğinde yaygın olarak granitoid, gabroik, ofiyolitik ve metamorfik kayaların mozaik olduğu gözlenmektedir (Şekil 1b). Çalışma alanının büyük bir kısmı genç örtü birimi ile kaplıdır. OAKK'de metamorfik kayalar üzerinde yer alan ofiyolitikler, granitoidler tarafından kesilmiş ve metamorfik kayaların üzerine erken Santoniyen sonrası Maastrihtiyen öncesinde yerleşmişlerdir [4].

Literatürde Orta Anadolu'yu da içine alan bazı jeolojik, tektonik, paleomanyetik ve jeokimyasal çalışmalar mevcut [2-8] olmasına karşın, gravite anomalileri verilerinin değerlendirilmesine ilişkin çalışmalar sınırlıdır [9,10]. Ateş vd. [9] Türkiye'nin gravite ve manyetik haritalarını hazırlamışlardır. Gravite anomalilerinin genelde doğu-batı yöneliminde olduğunu ve kabuk kalınlığının doğuya doğru arttığını belirtmişlerdir. Kırşehir Bloğunda ise genelde -60 ile -100 mGalarasında değişen anomaliler gözlemlenmiştir. Ateş vd. [10] Türkiye'nin rejyonel ölçekte gravite ve manyetik anomalileri haritalarını incelemiş ve gravite verilerinden kabuk kalınlığını orta Anadolu için 33-35 km arasında hesaplamışlardır.

Bu çalışmada Kırıkkale-Yozgat arasındaki bölgenin güneyine ait Bouguer gravite anomalileri incelenmiş ve yer altındaki gravite anomalilerine sebep olan jeolojik yapıların ortalama derinlikleri radyal-ortalama güç spektrumu (radially-averaged power spectrum) yöntemi ile saptanmıştır. Yer altındaki tektonik süreksizliklerin belirlenmesi amacı ile yatay gradient yöntemi uygulanmıştır.



Şekil 1. a) Çalışma alanı yer bulduru haritası ve ana tektonik birimler (Okan ve Tüysüz 'den [3] değiştirilerek); b) sadeleştirilmiş yüzey jeoloji haritası (Bingöl'den [11] değiştirilerek)

2. MATERYAL VE METOT

Çalışma alanına ait gravite anomalisi verileri Ateş vd., [9]'dan alınmıştır. Bouguer düzeltmesinde yoğunluk ise 2.4 gr cm^{-3} olarak kullanılmıştır ve diğer tüm düzeltmeler MTA tarafından yapılmıştır. Şekil 2'de bölgenin Bouguer gravite anomalisi haritası verilmiştir.

Öncelikle çalışma alanının gravite verisine (Şekil 2) güç spektrumu yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntem, çalışma bölgesindeki gravite anomalilerine neden olan kaynakların ortalama ara yüzey derinliklerinin belirlenmesi amacı ile yapılmıştır [12]. Bu yöntem anomalinin spektrumu ile kaynağın üst yüzey derinliği arasında, frekans ortamında bir ilişkiyi göstermektedir. N veri noktası içeren bir gravite verisinin spektral analizi, gravite verisinin 2-Boyutlu (2B) hızlı Fourier dönüşümünü içerir. Böylece veri uzay ortamından frekans ortamına aktarılır. Gravite verisi $b(x)$ 'in Fourier dönüşümü;

$$B(w) = \sum_{0}^{N-1} b(x) \exp(-iwx)\Delta x \quad (1)$$

bağıntısı ile verilir. Burada; w = açısal frekans ($w=2\pi k$); k =dalga sayısı($k=\lambda^{-1}$); Δx = x-yönündeki örnekleme aralığıdır. (1) nolu eşitlik Bouguer düzeltmesinden sonra aşağıdaki şekilde tanımlanır:

$$B(k)_{z=0} = 2\pi\Delta\rho G \exp(-2\pi kt)F(k)_{z=0}. \quad (2)$$

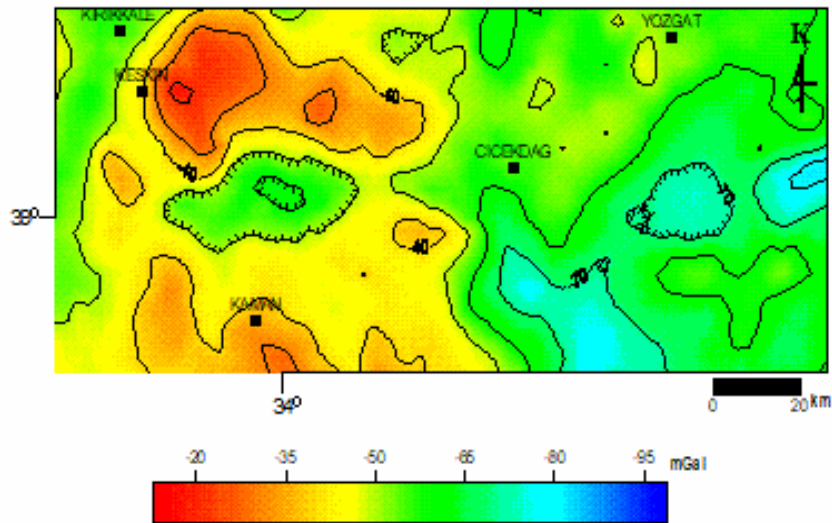
Burada $B(k)_{z=0}$, $z=t$ ortalama derinlikteki gelişigüzel yoğunluk kontrastından kaynaklanan arayüzeyin sebep olduğu gravite anomalisi profili $b(x)_{z=0}$ 'nin Fourier dönüşümünü; $\Delta\rho$ yoğunluk farkını; $F(k)$ ise $f(x)$ 'in (ortalama derinlik z 'den arayüzeye olan sapma) Fourier dönüşümünü göstermektedir. (2) nolu eşitlikteki $B(k)$ 'nin güç spektrumu izleyen şekilde verilir.

$$P = |B(k)_{z=0}|^2 = (2\pi\Delta\rho G)^2 \cdot |F(k)|^2 \exp(-4\pi kt) \quad (3)$$

Yapının derinlik faktörü ve boyutu, güç spektrumundan beklenen değer ile ilişkilidir. Güç spektrumunun logaritması dalga sayısına göre çizdirilir. İlişki lineerdir. Herhangi bir dalga sayısındaki güç spektrumunun genliği sonludur ve dalga sayısı arttıkça yaklaşık olarak sifıra yaklaşır. Spektrumdaki lineer doğru parçalarının eğimleri anomaliye sebep olan prizmaların ortalama üst yüzey derinlikleri ile ilişkilidir. Anomaliye sebep olan yapıların derinlikleri, güç spektrumu logaritmasının dalga sayısı veya frekansın fonksiyonu olarak çizdirilmesi ile hesaplanır. (3) nolu eşitliğin her iki tarafının logaritması alınır,

$$\text{Log}(P) = \text{Log}A(k)_{z=0} \pm 4\pi kt \quad (4)$$

elde edilir. Burada k : dalga sayısı; t : anomaliye sebep olan kaynağın üst yüzey derinliği; $A(k)$ ise güç spektrumunun genliğidir. Derin kaynak küçük dalga sayıları iken sığ kaynak ise büyük dalga sayıları ile ilişkilidir. Spektrumun en büyük dalga sayıları ise gürültü ile ilişkilidir. Ortalama derinlik (h), $(\Delta\text{Log}P)$ değerinin $(4\pi\Delta k)$ değerine bölünmesi ile hesaplanır.



Şekil 2. Çalışma alanının gravite anomalisi haritası

Şekil 3'de güç spektrumu eğrisi sunulmuştur. Çalışma alanının gravite anomalisi verilerinden hesaplanmıştır. Şekil 3'de gösterilen

doğru parçaları derinlerde yoğunluk farklarına neden olan yapıların ortalama derinliklerini ifade etmektedir.

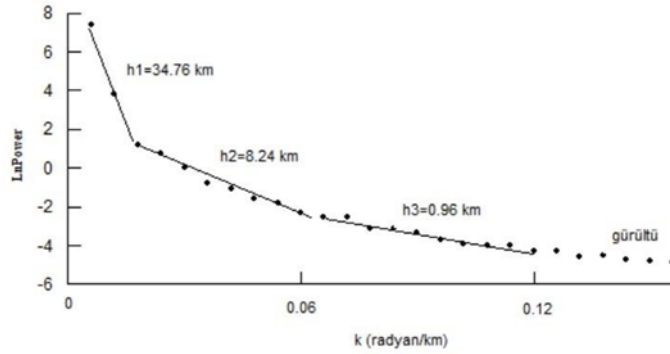
Tektonik yapıların belirlenmesinde sıklıkla kullanılan yöntemlerden biri de gravite verisinden yararlanılarak elde edilen yatay türev yöntemidir [13]. Yatay türev yöntemi gravite anomalisinin x ve y yönündeki türevlerinin karelerinin toplamının karekökünden hesaplanır. Yer altındaki tektonik çizgiselliklerin belirlenmesinde sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Gravite anomalilerinin yatay gradiyentin genliği aşağıdaki şekilde verilmiştir [13, 14]:

$$h(x, y) = \left[\left(\frac{\partial g_z(x, y)}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial g_z(x, y)}{\partial y} \right)^2 \right]^{0.5} \quad (5)$$

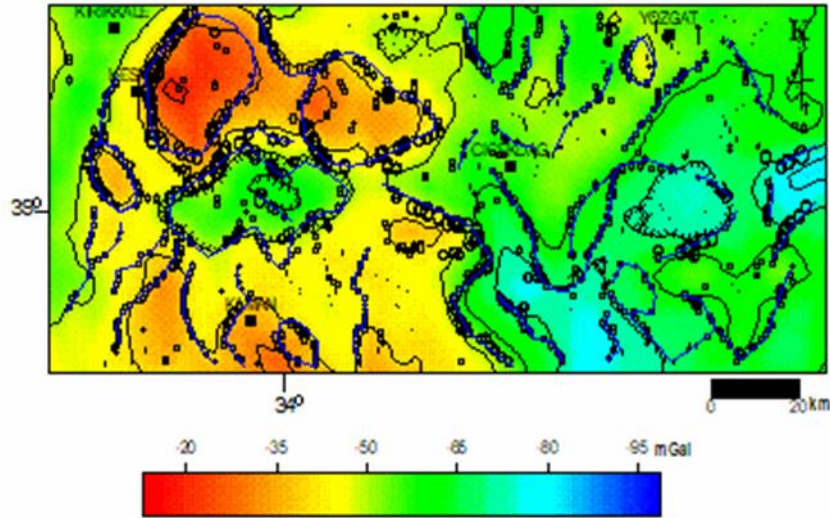
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma alanının Bouguer gravite anomalisi genel olarak, doğusu hariç, yüzey jeolojisi ile uyum içerisindedir (Şekil 1b, 2). Sedimanter genç örtü birimi alanın doğusunda şiddetli negatif (-55 ile -95 mGal) genlik değerleri sergilemektedir. Yozgat'ın güneyinde büyük bir alanı kaplayan Yozgat Batoliti, anomali haritasında görülmemektedir. Bunun nedeni çevre kayalarla yoğunluk farkının az olmasından dolayı olabilir. Bilim vd. [15] Yozgat Batoliti'nin manyetik anomali verisini incelemişler ve şiddetli manyetik anomali verdiğini söylemişlerdir. Kırıkkale-Kaman arasında -50 ile -20 mGal arasında değişen elips şeklindeki anomaliler granitoid, metamorfik ve ofiyolitik kayalar ile ilişkili olduğu değerlendirilmiştir.

Şekil 3'de verilen güç spektrumundaki doğrular en küçük kareler yöntemine göre çizilmiştir. Doğru parçaları, yer altında yoğunluk değişimlerine karşılık gelen ara yüzeylerin derinliklerini göstermektedir. Güç spektrumu grafiğinden Moho derinliği ortalama 34.76 km olarak belirlenmiş olup, bu değer daha önce yapılan kabuk kalınlığı çalışması ile uyumludur [10]. Çalışma alanında anomaliye neden olan jeolojik yapıların ortalama derinliği 8.24 km olup, üst kabuğa yerleşmişlerdir. Güç spektrumundan saptanan en sığ derinlik 0.96 km olup muhtemelen genç örtü biriminin ortalama derinliğini vermektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Güç spektrumu grafiği



Şekil 4. Gravite anomalisi verisinin yatay gradiyentinin maksimum genlik haritası (içi boş daireler). Dairelerin boyutları gradiyentin genliği ile orantılıdır. Mavi çizgiler yeni saptanan tektonik çizgisellikleri göstermektedir.

Yatay gradientin maksimum değer anomali haritasından Keskin'in doğusunda elips şeklinde uzun eksen KD-GB, K-G, KB-GD ve D-B yönelimli çevreye göre yüksek yoğunluk farkına sahip dört adet (Şekil 4) jeolojik yapı belirlenmiştir. Bu çalışma ile ilk kez detaylı belirlenen ve yüzeyde gözlemlenmeyen tektonik çizgisellikler ve olası faylar Şekil 4'de mavi çizgi ile gösterilmiştir. Çizgiselliklerin yönelimi genel olarak KD-GB ve KB-GD şeklindedir. Bu çizgisellikler gömülü veya yüzeydeki faylarla ilişkili olabileceği gibi gravite anomalisi üreten kaynağın kenar sınırları ile de ilişkilidir. Ekonomik değeri olan birçok maden yatağı tektonik süreksizlikler ile ilişkili olduğundan yüzeyde gözlemlenmeyen derindeki tektonik hatların belirlenmesine yönelik bu tür çalışmalar, bölgede farklı araştırmacılar tarafından yapılacak tektonik/jeolojik/maden çalışmaları için bir altlık oluşturmaktadır.

4. SONUÇLAR

Çalışma alanının doğusu şiddetli negatif gravite anomali değerleri sergilemekte olup (<-65 mGal) sedimanter örtü biriminden kaynaklanmakta olduğu düşünülmektedir. Bu alanda yüzeyde gözlemlenen metamorfik birimlerin ve Yozgat Batoliti'nin etkisi anomali haritasında gözlenmemektedir. Güç spektrumu yönteminden kabuk kalınlığı ortalama 34.76 km, üst kabuk ortalama 8.24 km ve sedimanter örtü birimi ise ortalama 0.96 km olarak tespit edilmiştir. Gravite anomalisine neden olan kaynakların üst kabuğa yerleştiği söylenebilir. Yatay gradientin maksimum genlik haritasından çalışma alanında ki gravite kaynaklarının Çiçekdağı çevresinde KKB-GGD yönelimli tektonik çizgisellikler boyunca birbirinden ayrıldığı, hattın doğusunun daha sakin gravite değerleri sergilerken, hattın batısının -10 mGal değerine kadar yükselen karmaşık gravite anomali kaynakları içermekte olduğu belirlenmiştir. Belirlenen tektonik çizgisellikler bölgenin önemli bir bölgesel alan stresine maruz kaldığını göstermektedir.

TEŞEKKÜR

Yazar Maden Tetkik ve Arama Dairesine (MTA) gravite verisi için teşekkür eder.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Bu makalede çıkar çatışması bulunmamaktadır.

ETİK

Bu makalenin yayımlanmasında herhangi bir etik sorun bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] M. C. Göncüođlu, V. Toprak, İ. Kuşcu, A. Erler and E. Olgun, "Geology of the Western Part of the Central Anatolian Massif, part 1: southern section," Turkish Petroleum Corporation (TPAO), Report No: 2909, pp. 1-140, 1991.
- [2] A. M. C. Şengör and Y. Yılmaz, "Tethyan Evolution of Turkey. A Plate Tectonic Approach," *Tectonophysics*, vol.75, no. 3-4, pp. 181-241, Jun. 1981, doi: 10.1016/0040-195(81)90275-4.
- [3] A. I. Okay and O. Tüysüz, "Tethyan Suture of Northern Turkey," In: Durand B, Jolivet L, Horvath F, Seranne M (eds) *The Mediterranean basins: Tertiary extension within the Alpine orogen*, Geol. Soc. London Spec. Publ., vol. 156, no. 1, pp. 475-515, Jan. 1999, doi: 10.1144/GSL.SP.1999.156.01.22.
- [4] K. M. Yalınz and M. C. Göncüođlu, "General Geological Characteristics and Distribution of the Central Anatolian Ophiolites," *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri*, vol. 20, pp. 19-30, 1998.
- [5] İ. Ketin, "Yozgat Bölgesinin Jeolojisi ve Orta Anadolu Masifinin Tektonik Durumu," *Türkiye Jeoloji Bülteni*, vol. 6, no. 1, pp. 1-40, Aralık 1955.
- [6] A. I. Okay, M. Satır, C. Shang, "Ordovician Metagranitoid from the Anatolide-Tauride Block, Northwest Turkey: geodynamic implications," *Terra Nova*, vol. 20, no. 4, pp.280-288, Aug. 2008, doi:10.1111/j.1365-3121.2008.00818.x.
- [7] F. Toksoy-Köksal, "Ekecikdağ Magmatik Birliği (Orta Anadolu) Granitoidlerinin Petrojenezi: Mineral Kimyası Perspektifi," *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri*, vol. 37, no. 2, pp. 139-178, Sep. 2016, doi: 10.17824/yrb.23361.
- [8] S. Aydođan, "Cihanpaşa (Yozgat) Bölgesinin Güney Kesimindeki Manganez Cevherleşmesinin Jeokimyasal Özellikleri ve Kökeni," *Türkiye Jeoloji Bülteni*, vol. 65, no. 1, pp. 1-34, Ocak 2022.
- [9] A. Ateş, P. Kearey, and S. Tufan, "New Gravity and Magnetic Maps of Turkey," *Geophys. J. Int.*, vol. 136, no. 2, pp. 499-502, Feb. 1999, doi: 10.1046/j.1365-246X.1999.00732.x.
- [10] A. Ateş, F. Bilim, A. Büyüksaraç, A. Aydemir, Ö. Bektaş, and Y. Arslan, "Crustal Structure of Turkey from Aeromagnetic, Gravity and Deep Seismic Reflection Data," *Surv. Geophys.*, vol. 33, no. 5, pp. 869-885, Sep. 2012, doi: 10.1007/s10712-012-9195-x.
- [11] E. Bingöl, "Geological Map of Turkey (Scale:1/2.000.000)," General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA), Ankara, 1989.

- [12] A. Spector and F. S. Grant, "Statistical Models for Interpretation Aeromagnetic Data," *Geophys.*, vol. 35, no. 2, pp. 293-302, Apr. 1970, doi:10.1190/1.1440092.
- [13] L. Cordell and R. G. Henderson, "Iterative Three-Dimensional Solution of Gravity Anomaly Data Using a Digital Computer," *Geophys.*, vol. 33, no. 4, pp. 596-601, Aug. 1968, doi: 10.1190/1.1439955.
- [14] R. J. Blakely, and R. W. Simpson, "Approximating Edges of Source Bodies from Magnetic or Gravity Anomalies," *Geophys.*, vol. 51, no. 7, pp. 1494-1498, Jul. 1986, doi. 10.1190/1.1442197.
- [15] F. Bilim, N. Öksüz, E. Kolay and İ. Koçak, "A Correlation of Magnetic Data and Seismic Vp-Velocity of Geology and Tectonic Structure of Yozgat and Its Surrounding Area," *Electronic Letters on Sci. & Eng.*, vol. 17, no. 2, Dec. 2021.



Fraktal Yapı Örneklerinin Kullanıcılara Etkisi Üzerine Bir Araştırma

Merve GÜLER¹, *, Güzin DEMİRKAN TÜREL²

¹ Yozgat Bozok Üniversitesi, Boğazlıyan Meslek Yüksekokulu, Mimari Restorasyon Programı, Yozgat, Türkiye

² KTO Karatay Üniversitesi, Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Konya, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ

Makale Tarihleri:

Geliş tarihi
10.05.2024
Kabul tarihi
31.05.2024
Yayın tarihi
30.06.2025

Anahtar Kelimeler:

Fraktal Geometri
Mimari Tasarım
Mekan

ÖZET

Tarih boyunca insanoğlu barınma ihtiyacını karşılamak için döneminin teknik imkanları dahilinde çeşitli yapılar oluşturmuştur. Temel ihtiyaç barınma olsa da zamanla gelişen teknoloji ve artan nüfusa bağlı olarak konut, eğitim, sağlık, sanat gibi farklı alanlarda farklı işlev ve tasarımlarda mimari yapılar inşa edilmiştir. Yapıları hizmet ettiği amaca uygun fakat estetik değerlere cevap vermeyen ya da tasarımıyla göz dolduran ama işlevselliği bulunmayan iki ayrı grupta incelendiğinde, değerlendirme kriteri olarak; doğada var olan ve diğer canlılar tarafından inşa edilmiş tasarımlar gözlemlenmektedir. Hem estetik değerliyle hem de işlevsel olma yönüyle doğadaki tasarımlar mimariye örnek olmaktadır. Günümüzde pek çok mimari yapı doğadan esinlenerek tasarlanmıştır. Bu bağlamda biyomimesis, fibonacci serisi, altın oran, algoritmik tasarım, parametrik tasarım ve fraktal geometri gibi kavramlar karşımıza çıkmaktadır. Çalışma kapsamında mimari yapı örnekleri içerisinde öklid ve fraktal kurgulu yapıların karşılaştırılması ile kullanıcı üzerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Yapı türleri içerisinde ise aynı anda birçok işleve cevap vermesi beklenen ve kullanıcıların en çok zaman geçirdiği 'konut yapıları' örneği seçilmiştir. Yapı örnekleri kullanıcılara anket yöntemi ile sunulurken fraktal ve öklid tasarım yaklaşımlarının kullanıcılar üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda mimarlık ve iç mimarlık öğrencileri arasında yapı gruplarının değerlendirilmesinde bazı sıfat çiftlerinde anlamlı farklılıklar olduğu görülmüştür.

A research on the effect of fractal structure examples on users

ARTICLE INFO

Article history:

Received
10.05.2024
Accepted
31.05.2024
Published
28.06.2024

Keywords:

Fractal Geometry
Architectural Design
Place

ABSTRACT

Throughout history, humankind has created various structures within the technical possibilities of the period to meet the need for shelter. Although the basic need is shelter, architectural structures with different functions and designs have been built in different areas such as housing, education, health and art, depending on the developing technology and increasing population over time. If we examine the buildings in two separate groups, which are suitable for the purpose they serve but do not respond to aesthetic values or are impressive with their design but lack functionality, at this point the evaluation criteria are; Designs existing in nature and built by other living creatures are observed. Designs in nature are examples of architecture in terms of both aesthetic value and functionality. Today, many architectural structures are designed with inspiration from nature. In this context, concepts such as biomimesis, fibonacci series, golden ratio, algorithmic design, parametric design and fractal geometry emerge. Within the scope of the study, it was aimed to compare euclidean and fractal structures among the architectural building examples and examine their effects on the user. Among the building types, the example of 'residential buildings', which are expected to respond to many functions at the same time and where users spend the most time, was chosen. Building examples will be presented to users via survey method and the effects of fractal and euclidean design approaches on users will be examined. As a result of the study, it was observed that there were significant differences in some adjective pairs in the evaluation of building groups between architecture and interior architecture fees.

ORCID ID: Merve Güler: 0000-0002-7271-7524; Güzin Demirkan Türel: 0000-0003-2335-3936

*Sorumlu yazar/Corresponding author: Erdoğan Akdağ Kampüsü Atatürk Yolu 7. Km 66900 Yozgat

Tel: +90 0(354)217 89 91

Fax: 90 0(354)217 89 91

E-mail: merve.guler@bozok.edu.tr

1. GİRİŞ

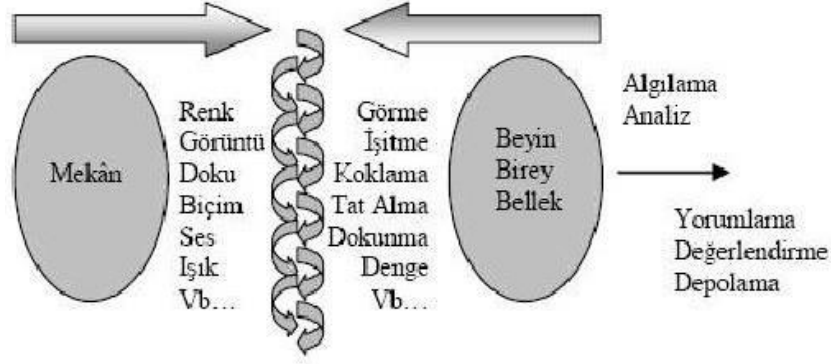
Vitruvius mimarlığın keşfini, ateşin ve konuşma dilinin bulunmasına kadar dayandırmaktadır. Tarih boyunca insanoğlu barınma ihtiyacını karşılamak için dönemin teknik imkanları dahilinde çeşitli yapılar oluşturmuştur. Temel ihtiyaç barınma olsa da zamanla gelişen teknoloji ve artan nüfusa bağlı olarak konut, eğitim, sağlık, sanat gibi farklı alanlarda farklı işlev ve tasarımlarda mimari yapılar inşa edilmiştir. Öyle ki temel ihtiyaçlara rahatlıkla cevap verebilen yapılar estetik unsurları ile de değerlendirilebilir hale gelmiştir. Estetik ve işlevsellik mimarinin yerildiği ya da övüldüğü ana unsurlar olarak görülmüştür.

Yapıları hizmet ettiği amaca uygun fakat estetik değerlere cevap vermeyen ya da tasarımıyla göz dolduran ama işlevselliği bulunmayan iki ayrı grupta incelenirse değerlendirme kriteri olarak; doğada var olan ve diğer canlılar tarafından inşa edilmiş tasarımlar gözlenmektedir. Hem estetik değerliyle hem de işlevsel olma yönüyle doğadaki tasarımlar mimariye örnek olmaktadır. Günümüzde pek çok mimari yapı doğadan esinlenerek tasarlanmıştır. Bu bağlamda biyomimesis, fibonacci serisi, altın oran, algoritmik tasarım, parametrik tasarım ve fraktal geometri gibi kavramlar karşımıza çıkmaktadır. Akarsularda, ağaç dallarında, yapraklarda, karınca yuvasında öklid geometrisi ile ölçülemeyen örüntülerden oluşan tasarımlar mevcuttur. Bu örüntüler fraktalları, fraktallar ise fraktal geometriyi oluşturmaktadır[1]. Fraktalları topografyada, sosyo-kültürel yapıda ve mimaride gözlemlemek mümkündür. Kaos teorisinde de ileri sürüldüğü üzere fraktallar tekrarlardan meydana gelmektedir. Bilinçli ya da bilinçsiz olarak mimari yapılarda da fraktal örüntülere rastlamak mümkündür. Günümüz mimarlığında fraktallar karmaşık sistemler ya da çizgisel olmayan dinamik sistemler, algoritmalar ve bilgisayar desteği ile yeni bir tasarım dilini oluşturmuştur. Fraktallar kendine benzer özelliği ile günümüzdeki çeşitli tasarım yollarından birisi olarak kabul edilir [2].

Mimari tasarımda kullanılan malzemelerden, biçimsel yaklaşımlara kadar doğa her zaman yol gösterici olmuştur. Günümüzde bu uygulamaların bilinçli örneklerini fraktal tasarım yaklaşımları ile yapılan yapılarda da görmekteyiz. Doğanın taklidi ile tasarlanan bu yapılar daha estetik ve işlevsel mimari kurguları amaçlamaktadır[3]. Mimarlık tarihi incelendiği zaman, dönemin imkân ve ihtiyaçlarına göre farklı tasarımların oluşturulduğu görülmektedir. Bu tasarımlarda genel olarak öklid geometrisine ait şekilleri ve yaklaşımları görmekteyiz. Ancak bazı tasarımların ve akımların ise doğadan esinlenerek fraktal geometrilerle oluşturulmuştur. Bu tasarımlarda fraktalların mimari yaklaşımının doğayı kopyalamaktan öte, fraktal mimari kurgusu oluşturdukları gözlenmektedir [4].

1.1. Mekan Algısı

Mekan algısı, algılayan kişi ve algılanan uyarıcıya göre farklılık gösterebilmektedir. Mekanı deneyimleyen kullanıcının ruhsal ve fiziksel durumunun yanı sıra tecrübe ve bilgi birikimi de mekan algısını etkileyen faktörler arasında yer alabilmektedir. Mekan görselinin göz ve bilinçle nasıl algılandığı, bilincin gelen veriyi geçmişte depoladığı bilgilerle ön yorumlaması sonucunda ortaya çıkmaktadır. Bu sebeple geçmiş deneyimler ve bilgi birikimlerinin şimdide algılanan üzerinde büyük önemi vardır [5]. İnsanı bütünüyle çevreleyen mekan duyular yoluyla algılanmaktadır. Duyular aracılığıyla mekana özgü renk, ses, biçim, ışık, doku, ve malzeme gibi özellikler algılanabilmekte olup edinilmiş tecrübelerle, ilgi alanı, uyarıcı etkenlerle yorumlanarak anlamlandırılmaktadır. Bireyler arasında farklılık gösteren bu yorumlamayla beraber algıda da farklılık görülebilmektedir. Duyusal algılama ile mekanın sahip olduğu bu veriler bilinç tarafından örgütlenecek değerlendirilmektedir. Mekanın sahip olduğu renk, ışık, malzeme gibi özelliklerin farklı değerler içermesiyle mekana dair algı değişebilmektedir. Örneğin ışık değerleri çalışma alanları ve istirahat alanlarında gösterdiği farklılıkla odaklanma, konsantrasyon ve gevşeme, dinlenme ihtiyaçlarını karşılayabilmelidir [6]. Tasarımda kullanıcı konforu ve işlevsellik ilkesi doğrultusunda mekânsal özellikler ihtiyaca yönelik çözümlenmektedir. Görsel algılama verileri içerisinde olan renk ile kullanıcıların mekan deneyimleri etkilenebilmektedir. Renklerin psikolojik etkileri incelendiğinde; yeşilin sakinleştirdiği, mavi rengin huzur verdiği görülürken sarı renk odaklanmaya yardımcı ve kırmızı ise uyarıcı, iştah açıcı etkiler uyandırmaktadır. İlk kez Leonardo Da Vinci tarafından tespit edilen aynı mekandaki farklı renklerin algı düzeyi ile ilişkilendirilmesi sonraki birçok çalışmaya yön vermiştir [7].



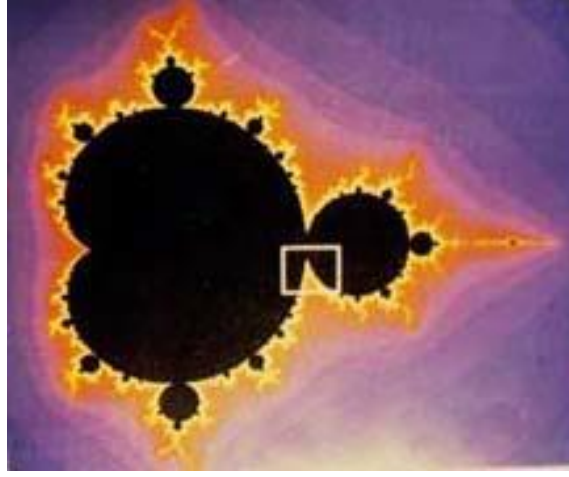
Şekil 1. Mekanın duyum aşaması [7]

Mekan algılamada duyuşal verilerin yanı sıra çevresel faktörler de büyük önem göstermektedir. Şekil 1’de görüldüğü üzere duyuşal algı ile gelen boyuşsal, görsel, ısısal ve işitsel veriler bireyin belleğinde mevcut bilgi birikimi ve çevresel faktörlerin algı şiddetine olan etkisi ile yorumlanmaktadır. Örneğin; yemek yemek için gidilen bir restoranın aydınlatmaların etkisiyle gündüz ve gece algısı farklılık gösterebileceği gibi ortam sesi, yüksek sesli müzik ve gürültü gibi parazitlerin etkisiyle de mekânsal algı etkilenebilmektedir [8]. Mekan içerisinde kullanılan aydınlatmaların kullanım şekli ve amaçları da algıyı etkileyen faktörler arasında yer almaktadır. Fizyolojik aydınlatmalarda amaç olduğu gibi aydınlatmak, dekoratif aydınlatmalarda ise nesneyi farklı renk ve şekillerde algılanmasını sağlamak olabilmektedir. Bu nedenle amacına uygun aydınlatma seçimi kullanıcı konforu ve iyi bir tasarım için büyük önem taşımaktadır [9]. Mekana şeklini veren biçimler algıyı da boyuşsal olarak etkilemektedir. Yapı bütünüyle bulunduğu çevrede ve iç mekanıyla kullanıcılara üç boyutlu alan sağlamaktadır. Yatayda ve düşeyde yapının en, boy ve yüksekliğine dair verilerle algıyı şekillendiren biçim hacimsel olarak da büyük, küçük ve genişlik, derinlik etkisi yaratarak görsel algıyı etkilemektedir [10].

1.2. Mimaride Fraktal Formlar

Mimaride tasarım yaklaşımları dönemin sağladığı sosyal, fiziksel ve teknolojik imkanlar dahilinde farklılık göstermiştir. Vitruvius, De Architectura kitabında mimarlığın üç temel ilkesini ‘dayanıklılık, kullanılabilirlik ve güzellik’ olarak belirlemiştir. Mimari yapı sağlam ve işlevsel olduğu kadar estetik de olmalıdır. Birçok tasarım yaklaşımında doğadan esinlenme ve doğanın matematiğini kullanarak mükemmel tasarıma ulaşma çabası görülmektedir. Bu bağlamda altın orandan parametrik tasarıma, algoritmik tasarımdan fraktallara mimaride doğayı ve matematiği konu alan tasarım yaklaşımları ve uygulama metodları kullanılmaktadır [11].

Fraktal geometri kavramı kaos teorimi ile doğmuştur. Kaos karmaşıklığının içinde var olan düzensizlik düzeni fraktalları da ortaya çıkarmaktadır. Gürsakal’a göre, kaos ilk olarak kargaşayı çağrıştırırsa da aslında düzensizliğin düzeni ile ilgilenmektedir [12]. ‘Fraktal kavramı yunanca “fractus” dan gelmektedir. Türkçe ’ye çevrildiğinde bu kavram “parça, kırma, kırılma, kesir, kesirlere ait ve düzensizlik” anlamlarını taşır’ [13].Fraktal geometri 1980 yılında Benoit Mandelbrot tarafından ortaya koyulmuştur. Mandelbrot doğadaki örüntüler içerisinde kendini tekrar eden bir düzenden bahsetmektedir. Bu düzen makrodan mikroya sonsuz sayıda devam etmektedir. Fraktal örüntüye zoom yapıldığında bu tekrarlanmanın devam ettiği görülmektedir (Şekil 2). Değirmenci’ye göre, fraktallar fonksiyon olarak düşünülürse; $x, f(x), f(f(x)), \dots$ şeklinde sonsuza kadar devam eden bu sistem self ‘similarity/ kendine benzerlik’ olarak da isimlendirilmektedir [14].



Şekil 2. Mandelbrot Set. (Stephen Johnson/Tony Stone Images) [14]

Fraktal kurgu, mimarlık alanında çok yaygın olan kendine benzer bir yapı gösterir. Bir binanın cephe tasarımından iç mekanındaki en küçük unsurlarına kadar birçok kendine benzerlik detayı olduğu görülebilir. Bu anlamda geçmişte Avrupa veya Afrika'daki bazı mimari yapılar güzel örneklerdir. Örneğin Gotik katedralin küçük bir bölümü incelendiğinde yapının tamamına dair çıkarımda bulunmak olasıdır [10]. Hint mimarisinde de fraktal örneklerini görmek mümkündür (Şekil 3). Hindu tapınaklarındaki tekrar olgusu fraktal geometrik desenleri oluşturmaktadır. Hint mimarisinin üslubu belirli bölge ve dönemlere göre değişiklik gösterse de sistemdeki üslup genellikle çok önemli değildir. Önemli olan, katı Budist veya Hindu mitolojisinin ve kozmolojisinin her zaman konutlardan şehirlere, özellikle dini yapıların çevresinde büyük ölçekte yeniden yapılandırılmasıdır [15].



Şekil 3. Hindistan'da Tapınaklar [15]

Fraktal geometriye dayalı bina yapılarının özellikleri incelendiğinde birçok örnekle karşılaşılır. Steven Holl tarafından tasarlanan MIT yurdu, günümüzde fraktal yapıların en iyi örneklerinden biridir (Şekil 4). Holl, bu tasarımda Menger süngerinden esinlenmiştir. Menger süngerin prizmatik özellikleri doğrultusunda farklı boyutlarda boşlukları, tasarladığı yapının birçok bölümünde farklı ölçeklerde kullandığı görülmektedir [16].



Şekil 4. MIT öğrenci yurdu [16]

2. MATERYAL VE METOT

Çalışmada fraktal geometrinin mekân analizine dair uygulanan yöntemler incelenerek, fraktal ve öklid geometrisine uygun yapı örnekleri belirlenmiştir. Bu bağlamda yapı grubu elde edilen fraktal değer analizi ile oluşturulmuştur. Program kapsamında kullanılan formül: $DB(1-2) = [\log(N(S2)) - \log(N(S1))] / [\log(1/S2) - \log(1/S1)]$ Formülde; $N(S2)$: Bir sonraki iterasyonda veri içeren kutuların sayısı; $N(S1)$: Bir önceki iterasyonda veri içeren kutu sayısı; $1/S2$: Sonraki iterasyonda kutu boyutu; $1/S1$: Önceki iterasyondaki kutu boyutudur. Seçilen analiz yöntemi olan kutu sayma metodunda, hesaplamaların doğruluğu ve objektif sonuçlara ulaştırması nedeniyle Gong ve diğ. (2020) tarafından belirlenen 3 fraktal boyut modelinden “grid” model üzerinden ilerlenmiş bulunmaktadır. İmage-J programı fraclac eklentisi ile fractal analiz çalışması yapılmıştır [17]. Mekanların görselleri hazırlanan anket çalışması ile kullanıcıların algılarını değerlendirmeye yönelik sorularla çoktan seçmeli ve sıfat çiftleri ile veriler toplanmıştır. Elde edilen veriler SPSS programı ile incelenmiş ve analiz edilmiştir. Örneklem grubunu mimarlık ve iç mimarlık öğrencileri oluşturmuştur. Çalışma kapsamında belirlenen yapıların fraktal değerleri analiz edilerek anket uygulaması ile öğrenciler üzerine etkisi incelenmiştir. Bu bağlamda organik formları, örüntüleri ve fraktal değeri yüksek olan, Art Nouveau akımının öncüsü modernist mimar Antoni Gaudi'nin ‘Casa Mila’ yapısı fraktal değeri yüksek yapı gurubu içerisinde incelenmiştir. Fraktal değeri düşük yapı grubunda ise yine modern mimarının öncülerinden Mies Van Der Rohe'un ‘Fransworth Evi’ incelenmiştir. Belirlenen yapılar konut gurubunda olup, benzer işlevler için kurgulanmıştır. Fakat geometrik formları, mekan hareketleri ve fraktal değerleri farklı yapılar tercih edilmiştir. Bu sayede anket uygulanan örneklem grubu üzerindeki etkisi incelenmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma kapsamında Antoni Gaudi'nin Casa Mila yapısı fraktal yapı grubunda değerlendirilmiş olup image-j programıyla yapılan analizler sonucu mekan görsellerinin fraktal değeri 1,50-2,00 arasında değişen yüksek kabul edilen değerdedir. Öklid grubunda değerlendirilen Mies Van Der Rohe'un Fransworth evi ise 0,50-1,50 arasında daha düşük kabul edilen fractal değerlere sahiptir.



Şekil 5. Fraktal Yapı Grubu /Antoni Gaudi - Casa Mila [18]



Şekil 6. Öklid Yapı Grubu /Mies Van Der Rohe -Fransworth Evi [18]

Yapı örneklerinin fractal değer analizinden sonra elde edilen veriler doğrultusunda kullanıcılara uygulanmak üzere anket çalışması yapılmıştır. Geçerli ve güvenilir bulunmuş anket örneklerinden faydalanarak olumludan olumsuz 7'li likert ile sıfat çiftlerinden oluşan anlamsal farklılaşma ölçeği kullanılmıştır [19]. Analizlerde mekansal kalite ve sosyal uyum ölçeklerinin, bağımsız değişken standart sapma ve ortalama değerlerinin tespit edilebilmesi için ANOVA ve T-testi yapılmıştır. Katılımcıların demografik bilgilerine dair frekans analizleri incelenmiştir.

Tablo 1'de verilen demografik veriler incelendiğinde araştırmaya katılanların %50'si kadın % 50'si erkektir (Tablo 1). Katılımcıların yaş dağılımları incelendiğinde ise % 20'si 18-22 yaş aralığında % 80'i 22 yaş ve üzerindedir. Katılımcıların okuduğu bölüm verilerinde ise % 48'inin mimarlık, %52'sinin iç mimarlık öğrencisi olduğu görülmektedir.

Tablo 1. Katılımcıların Demografik Özellikleri

Demografik Özellikler	Frequency	Percent %
Cinsiyet	Kadın	50
	Erkek	50
Yaş	18-22	20
	22+	80
Bölüm	Mimarlık	48
	İç Mimarlık	52
	Toplam	100

Tablo 2. Fraktal ve öklid yapı değişkenine göre mekansal kalite ölçeğinin bağımsız örneklem T-Testi

Sıfat Çiftleri	N	Ort	S	t	df	P
<i>Sıcak-Soğuk</i>						
Casa Mila	53	4,33	0,88	2,641	98	0,016*
Fransworth Evi	47	4,01	2,4			
<i>Aydınlık-Karanlık</i>						
Casa Mila	53	4,45	0,96	1,965	98	0,034*
Fransworth Evi	47	4,03	1,23			
<i>Uyarıcı-Uyutucu</i>						
Casa Mila	53	4,23	0,97	3,218	98	0,018*
Fransworth Evi	47	4,02	1,08			
<i>Davet edici-İtici</i>						
Casa Mila	53	4,15	0,92	0,582	98	0,073
Fransworth Evi	47	4,11	0,95			
<i>Ferah-Sıkıcı</i>						
Casa Mila	53	4,28	0,97	0,468	98	0,126
Fransworth Evi	47	4,221	1,01			

N: Sıklık, Ort. Ortalama Değer, S: Standart Sapma, df: Serbestlik Derecesi, P: Anlamlılık Derecesi

Mekansal kalite ölçeği sonuçlarına göre kullanıcılar tarafından fractal yapı daha sıcak, aydınlık ve uyarıcı bulunurken öklid yapı örneği daha soğuk, karanlık ve uyutucu olarak değerlendirilmiştir. Davet edici-itici ve ferah-sıkıcı sıfat çiftlerinde ise her iki grup arasında anlamsal bir farklılık görülmemektedir. Casa Mila yapısının organik formu ve örüntülerinin, Fransworth evinde ise rasyonel formlar ve minimal tasarımın bu sonuç üzerinde etkisi olabileceği düşünülmektedir.

Tablo 3. Fraktal ve öklid yapı değişkenine göre sosyal uyum ölçeğinin bağımsız örneklem T-Testi

Sıfat Çiftleri	N	Ort	S	t	df	P
<i>Samimi-Resmi</i>						
Casa Mila	55	4,32	0,86	1,055	98	0,002*
Fransworth Evi	45	4,09	1,17			
<i>Rahatlattıcı-Rahatsız edici</i>						
Casa Mila	55	3,47	0,97	0,612	98	0,142
Fransworth Evi	45	3,28	1,51			
<i>Cesaretlendirici-Pasifize edici</i>						
Casa Mila	55	4,12	0,96	2,325	98	0,024*
Fransworth Evi	45	4,10	1,01			
<i>Motive edici-Can sıkıcı</i>						
Casa Mila	55	3,08	1,16	1,037	98	0,654
Fransworth Evi	45	3,32	1,29			
<i>Huzurlu-Huzursuz</i>						
Casa Mila	55	4,33	0,86	1,265	98	0,315
Fransworth Evi	45	4,25	0,94			

Araştırmaya göre katılımcıların sosyal uyum ölçeğinde Casa Mila ve Fransworth evi örneklerine dair sıfat çifti analizleri incelendiğinde $p < 0,05$ düzeyinde istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Tabloya göre; “Cesaretlendirici- Pasifize

edici” (F:2,325, P:0,024) Casa Mila yapısı Fransworth evine göre daha cesaretlendirici, “Samimi- Resmi” (F:1,055, P:0,002) Casa Mila yapısı Fransworth evine göre daha samimi olarak değerlendirilmiştir. “Rahatlatıcı- Rahatsız edici” (F:0,612, P:0,142) , “Motive- Can Sıkıcı” (F:1,037, P:0,654), “Huzurlu- Huzursuz” (F:1,265, P:0,315) sıfat çiftleri için verilen cevaplarda ise anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (Tablo 3). Sosyal uyum ölçeği sonuçlarına göre kullanıcılar tarafından fractal yapı daha samimi ve cesaretlendirici olarak değerlendirilirken öklid yapı örneği daha resmi ve pasifize edici olarak değerlendirilmiştir. Huzurlu-huzursuz, rahatlatıcı-rahatsız edici ve motive dicit-can sıkıcı sıfat çiftlerinde ise iki grup arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir.

4. SONUÇLAR

Fraktal kavramı, matematik dışında fizik, kimya, biyoloji, fizyoloji, akışkanlar mekaniği ve mimari gibi birçok farklı alanda büyük bir etkiye sahip olan yeni bir geometrik sistemin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Örneğin fizikçiler, şimşek, alçıya giren su veya petri kaplarında büyüyen bakteri kolonileri gibi farklı sistemlerin birbirleriyle aynı fraktalları oluşturacağını ve bu sistemlerin aynı matematik kuralları çerçevesinde oluştuğunu görmüşlerdir [20]. Fraktallar doğada var olan ya da insan eliyle oluşturulan doğal fraktallar ve yapay fraktallar olarak iki çeşit gruba ayrılırlar. Fraktalların üretilmesinde en önemli faktör ise tekrardır.

Mimaride fraktal geometrinin ilkesi kendine benzerlik yaklaşımının etkisi görülmektedir. Bu bağlamda modern mimari örnekleri incelendiğinde daha önce hiç karşılaşılmayan ve kullanılmayan çeşitli formların, kavramsal olarak çok farklı konseptlere dayalı birçok yapı yönteminin olduğu görülmektedir [21].Öklid formlarının yanı sıra fraktalların, dalga formu ve kosmosu oluşturan kurguların etkisi günümüz mimarisinde görülmektedir.

Çalışma kapsamında fractal tasarım yaklaşımı ile oluşturulmuş mekanların kullanıcı psikolojisi üzerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda farklı mekânsal tasarıma sahip fractal ve öklid yapı grupları oluşturulmuştur. Yapılan anket çalışması sonucunda katılımcıların verdiği cevaplar sonucunda mekânsal kalite ölçeğinde $p<0,05$ düzeyinde anlamlı farklılık olan sıfatlar incelendiğinde; “Sıcak- Soğuk” (F:2,641, P:0,016) Casa Mila yapısı Fransworth evine göre daha sıcak, “Aydınlık- Karanlık” (F:1,965, P:0,034) Casa Mila yapısı Fransworth evine göre daha aydınlık, “Uyarıcı Uyutucu” (F:3,218, P:0,018) Casa Mila yapısı Fransworth evine göre daha uyarıcı bulunmuştur. “Davet edici- İtici” (F:0,582, P:0,073) , “Ferah- Sıkıcı” (F:0,468, P:0,126) sıfat çiftleri için verilen cevaplarda ise anlamlı fark tespit edilememiştir. Sosyal uyum ölçeği incelendiğinde ise “Cesaretlendirici-Pasifize edici” (F:2,325, P:0,024) Casa Mila yapısı Fransworth evine göre daha cesaretlendirici, “Samimi- Resmi” (F:1,055, P:0,002) Casa Mila yapısı Fransworth evine göre daha samimi olarak değerlendirilmiştir. “Rahatlatıcı- Rahatsız edici” (F:0,612, P:0,142) , “Motive- Can Sıkıcı” (F:1,037, P:0,654), “Huzurlu- Huzursuz” (F:1,265, P:0,315) sıfat çiftleri için verilen cevaplarda ise anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. Çalışmada incelenen fraktal yapı örneği öklid yapı örneğine göre sıcak, aydınlık, uyarıcı, samimi ve cesaretlendirici olarak değerlendirilmiş olup öklid örneği ise daha soğuk,resmi ve uyutucu olarak değerlendirilmiştir. Anket sonucuna göre tasarım eğitimi almış mimarlık ve iç mimarlık öğrencilerinden oluşan kullanıcı gruplarının organik form ve örüntülerin konut yapısında daha tercih edilebilir bulurken rasyonel form ve yalın tasarım özelliklerine sahip öklid örneğinin konut yapısı olarak tercih oranının daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda anket uygulaması yapılan grubun tasarım eğitimi alan mimarlık ve iç mimarlık öğrencileri olması ve bu doğrultuda gösterilen yapı hakkında bilgi sahibi ve beğeniye sahip olmalarının da verilen yanıtları etkilemiş olabileceği düşünülmektedir. Yapılan çalışmayla mekan tasarımında fraktal ve öklid düzenin kullanıcı üzerine etkisi incelenerek literatüre kazandırılması ve alanda yapılacak olan çalışmalara referans olması amaçlanmıştır.

YAZAR KATKILARI

Bu çalışma KTO Üniversitesi Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Anabilim Dalı programında, Prof. Dr. Güzin Demirkan Türel danışmanlığında devam eden “Fraktal Yapıların Kullanıcı Üzerine Etkisinin Örneklerle İrdelenmesi” başlıklı doktora çalışmasının ön araştırması niteliğindedir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Bu çalışmada çıkar çatışması bulunmamaktadır.

ETİK

Çalışma kapsamında anket uygulaması için etik kurul kararı alınmıştır. (Selçuk Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Bilimsel Etik Değerlendirme Kurulu, 29/05/2023, Sayı No: 05/08)

KAYNAKLAR

- [1] Ö. Ediz, "Mimari Tasarımda Fraktal Kurguya Dayalı Üretken Bir Yaklaşım," Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2003.
- [2] F. Karakuş, "Ortaöğretim Düzeyi İçin Tasarlanan Fraktal Geometri Öğretim Programının Değerlendirilmesi," Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, 2011.
- [3] Ş. Alpay, "Güzelliğin Matematiği ya da Altın Oran, Bilim ve Ütopya," pp. 66-70, Nisan 2001.
- [4] U. T. Uraz, "Tasarlama Düşünme Biçimlendirme," İTÜ Mimarlık Fakültesi Baskı Atölyesi, İstanbul, 1993.
- [5] S. O. Altınuç, "Uydu Görüntülerinden Yarı Otomatik Kıyı Çıkarımı ve Fraktalların Başarım Değerlendirici Olarak Kullanılması," Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 2013.
- [6] J. Brebner, Personality theory and movement. In B. Kirkcaldy (Ed.), Individual differences in movement. Lancaster: Medical and Technical Press, 1985.
- [7] G. Çağdaş, "Fraktal Geometri ve Bilgisayar Destekli Mimari Tasarımdaki Rolü, CAD+Bilgisayar Destekli Tasarım ve Ötesi," vol. 21, no. 1, pp. 28-31, 1994.
- [8] B. Çağdaş, Dünya Mimarlar Dizisi: Santiago Calatrava. Boyut Yayın Grubu, İstanbul, 2000.
- [9] G. Çağdaş G. And Ö. Ediz, "Kaos, Fraktaller ve Mimari Tasarım," İstanbul Kültür Üniversitesi Dergisi, vol. 4, no. 1, pp. 155-160, 2006.
- [10] F. B. Değirmenci, "Fraktal Geometri ve Üretken Sistemlerle Mimari Tasarım," Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2009.
- [11] Z. Kanatlar, "Fraktal Boyuta Dayalı Mimari Bir Analiz: Sedat Hakkı ve Konut Mimarisi," Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa, 2012.
- [12] U. Erkman, "Mimaride Etki ve Görsel İdrak İlişkileri," Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 1998.
- [13] P. Şahin, "Aydınlatma Tasarımı Ve Mağaza Kimliğine Katkısı," Sanatta Yeterlik Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, İstanbul 2006.
- [14] R.M. Leland, Mimarlığın Öyküsü, Ögeleri ve Anlamı (Çeviren: Ergün Akça), Kabalcı Yayınevi, 2006.
- [15] M. Silah, Sosyal Psikoloji Davranış Bilimi, Seçkin Yayınları, 2005.
- [16] İ. Tunalı, Tasarım Felsefesi Tasarım Modelleri ve Endüstri Tasarımı, Yem Yayın, 2012.
- [17] B. Zevi, Mimariyi Görmeyi Öğrenmek, (Çeviren: Demir Divanoğlu), Birsen Yayınevi, 1990.
- [18] H. Gezer, "Mekân Kavrama Sürecin-de Algılama Bileşenleri," İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, vol. 11, no. 21, pp. 1-10, 2012.
- [19] D.A.Yazıcıoğlu ve P.S. Meral, "İç Mekân Tasarımının Kurum Kimliğine Uygunluğunun Ölçülmesine Yönelik Yöntem Önerisi", Yalova Sosyal Bilimler Dergisi, vol 1, no.1, pp. 111-131, 2011.
- [20] S. Göler, "Biçim, Renk, Malzeme, Doku ve Işığın Mekân Algısına Etkisi." Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, İstanbul, 2009.
- [21] N. Gürsakal, "Sosyal Bilimler Karmaşıklık ve Kaos." Nobel Yayın ve Dağıtım, Ankara, 2007.



Reflection of religious ideological image on form: Doha Museum of Islamic Arts

Şeyma BAYRAM^{1,*}

¹Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Rize, Türkiye

ARTICLE INFO

Article history:

Received
15.05.2024
Accepted
11.06.2024
Published
28.06.2024

Keywords:

Ideology
Architectural Form
Ideological Architecture
Imaginary Meaning
Doha Museum of Islamic Art

ABSTRACT

The architectural form and the environment it creates, which serve as an important representation in the transmission of ideologies, are full of indicators that make the presence and power of dominant emotions felt. It is possible to observe these indicators of spatial representation at all layers from the building scale to the city scale. Religious ideologies reflected in the form at the building scale are generally effective in religious buildings as well as in symbolic public buildings such as museums, monuments, etc. In this study, to read religious ideologies or symbols through architectural form, the Doha Museum of Islamic Arts, which has symbolic value, has been analyzed on form and close environment design. The Doha Museum of Islamic Arts was analyzed in two stages: the reflection of mystical symbols on the form due to the presence of Islamic artifacts and the reflection of religious building elements on the form due to the architect's discourse indicating that he was influenced by a religious building. As a result of the study, it was determined that the museum contains many ideologies both on the form and in the design of the immediate environment.

Dini ideolojik imgelerin forma yansıması: Doha İslam Sanatları Müzesi

MAKALE BİLGİSİ

Makale Tarihleri:

Geliş tarihi
15.05.2024
Kabul tarihi
11.06.2024
Yayın tarihi
30.06.2024

Anahtar Kelimeler:

İdeoloji
Mimari Form
İdeolojik Mimarlık
İmgesel Anlam
Doha İslam Sanatları Müzesi

ÖZET

İdeolojilerin aktarılmasında önemli bir temsil görevi gören mimari form ve oluşturduğu çevre, egemen duyguların varlığını ve gücünü hissettiren göstergelerle doludur. Mekânsal temsiliyete ilişkin bu göstergeleri, yapı ölçeğinde kent ölçeğine kadar tüm katmanlarda izlemek mümkün olmaktadır. Yapı ölçeğinde forma yansıyan dini ideolojiler genellikle dini yapılarda olmasının yanı sıra müze, anıt vb. gibi sembolik kamu yapılarında da etkili olmaktadır. Çalışmada, dini ideolojilerin veya sembollerin mimari form üzerinden okunması amacıyla sembolik değer taşıyan Doha İslam Sanatları Müzesi'nin, form ve yakın çevre tasarımı üzerine irdelemesi yapılmıştır. Doha İslam Sanatları Müzesi, İslam eserlerini bulundurması nedeniyle tasavvufi sembollerin forma yansıması ve mimarın bir dini yapıdan etkilendiğini belirten söylemi nedeniyle dini yapı elemanlarının forma yansıması üzerinden iki aşamada ele alınmıştır. Çalışma sonucunda müzenin birçok ideolojiji gerek form üzerinde gerekse yakın çevre tasarımında barındırdığı tespit edilmiştir.

ORCID ID: 0000-0001-9741-9761

*Sorumlu yazar(lar)/Corresponding author(s): Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Architecture, Rize, Turkey.

Tel:+90 464 223 75 18 / 4397

E-mail: seyma.yetim@erdogan.edu.tr

Bu makaleye atıfta bulunmak için/To cite this article: Ş. Bayram, "Reflection of Religious Ideological Image on Form: Doha Museum of Islamic Arts", Bozok Journal of Engineering and Architecture, vol. 3, no. 1, pp. 36-51, Jun. 2024.

1. INTRODUCTION

One of the most basic needs of human beings throughout history has been shelter. This need has led to the development of various architectural structures over time and led to the emergence of the concept of architecture. The relationship between ideologies and architecture is realized when the architect shapes the buildings by using his/her thoughts and previous experiences. The architect's thinking determines the direction of the design and enables the formation of new architectural products.

Architecture is an art that carries its own ideas but is affected by the political, economic, cultural, religious, social, etc. ideologies of the society in which it is located. Throughout history, people have tried to express various ideologies through architectural works. Therefore, the dominant ideology of that period plays an important role in architectural design. Since architecture is a visual means of expression, it is considered a more effective means of conveying ideologies than written expression. Moreover, since written expression is more difficult to access and understand than visual expression, architectural works have played a pioneering role in the transmission of ideologies [1].

Architecture plays an important role not only as a means of aesthetic expression but also as a social, cultural and ideological platform. Constructed buildings are not only physical entities, but also the embodiment of an ideology and thought. In this context, architecture is closely related to ideology, and the ideological traces in architectural works reflect the aims and ideas that influence the design of the buildings. Especially in architectural works other than religious buildings, the traces of the religious ideology adopted by the architect can be clearly seen. In this context, the aim of this study is to reveal the relationship between architecture and ideology and to examine religious ideological interactions in architectural works other than religious buildings. This study emphasizes that architecture is not only the design of physical structures, but also a social, cultural and ideological platform.

1.1. Ideology and Architecture

While ideology is literally defined as the science of ideas, it is also described as a set of ideas that constitute a social or political doctrine, are adopted as an ideal and affect the behavior of individuals and institutions [2]. According to another definition, it is a type of comprehensive cognitive and moral belief systems developed by man and society [3]. The term ideology first became prominent in French texts after the French Revolution. During this period, French philosophers and thinkers used the term "ideology" to express their ideas to spread post-revolutionary educational and social changes. In this way, philosophers transmitted their previous systems of thought through the concept of ideology. According to the Turkish sociologist Mardin, ideology is basically the search for an answer to a concern or problem [4]. Ideology is a set of ideas belonging to a particular social group or class. Ideology is an imaginary design of the imaginary relationship that individuals establish with the real conditions of existence [5]. Ideology is what causes people to put each other at the Creator level or at the lowest level from time to time, and it has a material existence, not an ideal, intellectual, spiritual one. Ideology is a worldview [6, 7].

Ideology is an obstacle to true knowledge. Ideology is the beliefs and ideas that symbolize the situation and life experiences of a particular socially significant group or class. It includes unions of opinion as well as disagreements against these unions. Ideology refers to the ideological definition of thoughts and beliefs according to their character. In this context, it is important that thoughts and beliefs are accepted or adopted by a particular society, rather than whether they are true or false. That is, no matter how true a thought or belief is, if it is not adopted or practiced by society, it is not considered an ideology. In sum, what determines ideology is not the truth or falsity of the thought or belief, but its acceptance within society and whether it serves society [1].

Throughout history, ideology has had different effects, has been long or short-lived, and has succeeded or failed in conveying a desired idea to people. Ideology has played a role in bringing society together. Thinkers working on ideology state that four types of ideology are meaningful to classify ideology in general [8]: Conservative ideologies, reformist ideologies, revolutionary ideologies, and oppositional ideologies. Conservative ideologies are ideologies that protect the existing order and defend their own intellectual system against the changing social and individual structure. Reformist ideologies, on the other hand, aim to make improvements and developments in the existing order by adapting to the changing needs of society and the individual and the conditions of the age. Revolutionary ideologies, on the other hand, bring a radical alternative to the existing order, advocate a complete change of the old order, and aim to establish a new system. Oppositional ideologies, on the other hand, criticize the existing values and systems in the existing order, point out the contradictions within them and call for change.

Ideology brings individuals together through aesthetic, scientific, philosophical, moral, political, legal, or religious ideas. Religion is an ideology in this context and brings society together around certain rules and views. Each religion shapes sub-ideologies by harboring differences of opinion. These ideologies are usually expressed through abstract concepts [9]. People tend to transcend intellectual boundaries and reduce abstract concepts to worldly understanding by expressing them with concrete symbols. This process of concretization affects the formation of architectural structures.

Ideology also shows its influence in the field of architecture and contributes to the shaping of architectural structures throughout history, starting with the human need for shelter. Humans first felt the need to build buildings for survival and protection. This need has been met by architectural efforts made in line with a certain ideology or system of thought, depending on the environment and conditions in which people live. However, the term ideology became popularized in later periods. Architecture has a more direct interaction with people than other disciplines. Architecture interacts with society by being transferred to living spaces in three dimensions. In this way, a certain ideology or belief system can be conveyed to the society through architectural structures and the ideas desired to be adopted can be brought into the memory of the society.

Architecture communicates the lifestyle, living conditions and religious-cultural-political attitudes of a society to outside observers. This transmission feature is associated with the concept of ideology [10]. Ideology needs a community, mass, or group to transmit and adopt its system of thought. The tool that fulfills this need or gives identity is known as architecture [11].

1.2. Religious Images and Form

Since the idea of the whole finding expression in the part requires an indirect style of expression, it naturally necessitated the avoidance of mere imitation. In general, this gave Islamic art an abstract character. In other words, instead of directly imitating nature, Islamic artists focused on abstract elements and created works based on the sensitivity of tawhid and tenzih (the unity and glory of God) [12]. It is possible to look at the reflection of religious images in Islamic Art in form from two perspectives. The first is the meanings carried by the images used in mystical terms, and the other is the meanings carried by the elements used structurally.

In Sufism, an "image" is generally a concept with symbolic meaning, expressing profound meanings and depicting the metaphysical realm. An image serves as a visual, verbal, or behavioral expression that evokes a particular meaning and symbolizes it. In Sufism, images are used to deepen understanding, express spiritual truths, and convey spiritual experiences. They make abstract concepts more tangible and can help individuals grasp their spiritual experiences more deeply. Sufi imagery is diverse, and the meanings they symbolize can vary according to different cultures and Sufi orders. For example, common images include the rose, symbolizing love and devotion; the circle, representing the unity of God; and the path, symbolizing the spiritual journey of the individual. Other important images in Sufism include water, fire, mirrors, birds, colors, and geometric shapes. These images contain rich symbolism for understanding and expressing the spiritual journey of the individual [13, 14, 15].

The image of water used in the Sufi context emphasizes that humans cannot escape from water and its reality and establishes a direct relationship between the image of water and human destiny. Water is the essence of life and life begins with water. It is also associated with the fate of death due to its dual nature. The guiding and vital importance of water has led it to acquire various symbolic meanings in different cultures. There are also religious references in stories about water. Water is the precursor of all potential forces, the basic substance of the universe and the symbol of wholeness. Water is at the beginning and end of existence. In Turkish culture, water has a rich metaphorical, symbolic, and imaginary meaning and, according to researchers, forms the basis of Turkish traditions. In addition to being the starting point of creation, water is the element that brings the end of the world [16].

Given the high degree of abstraction in geometric shapes in Sufism, one can see an intense geometric repertoire in Islamic Art, both in architecture and ornamentation. However, the main difference here is that the designs used are not only functional. In fact, many shapes used in the field of ornamentation (under the influence of various factors) were used in architecture not only as decorative elements, but also with deeper meanings and symbolism [17].

Geometry is the foundation of art and it is impossible to talk about architecture without respecting geometric limitations [18]. In the Islamic world, geometry, which emerged as a way of grasping reality, manifests itself both in the architectural plan and in ornaments. However, the structures and architectural elements that make up Islamic cities differ in different cultural environments and offer different expressions [17]. This is related to the expression of Islamic thought, imagination and vision in art. Especially classical Ottoman architecture is important in terms of the architectural reflection of thought and imagination. In general, certain geometric forms must be followed in architectural limitations [18]. Geometric shapes such as square and circle are the main elements of Ottoman Architecture. While the square symbolizes the earth, the circle symbolizes the sky and God. The combination of square and circle in Turkish architecture emphasizes the unity of politics and religion [19]. This is an architectural reflection of the structure of the Ottoman Empire and the way it perceived and expressed the world. The relationship between square and circle is also seen in the square-planned Kaaba. The Kaaba, a cube-centered structure, represents the cyclical nature of the universe with its rotational movement [20]. The rotation of the world and the universe can be considered a symbolic representation of the universe by associating it with a ritual tied to a structure. The svastika, the geometric version of the square-centered rotation, symbolizes the universe [21].

In the Sufi context, the image of light is a concept that expresses various meanings and has a symbolic significance. Generally, light is considered a symbol of the existence and unity of God. It is associated with illumination, knowledge, and the emergence of divine

realities. In Sufism, light is seen as a symbol of spiritual enlightenment, the discovery of truth and spiritual awakening. It can also be interpreted as a symbol of truth and righteousness in the face of oppression and darkness. In this context, in Sufism, light is regarded as a guide on the spiritual journey and a means to reach divine reality [22].

In some of the elements used structurally, it is possible to see the style of imaginative expression that emerged as the manifestation of a way of perceiving the world in Islamic Architecture. In Islamic architecture, the dome can represent many meanings. First of all, the dome symbolically represents heaven and the universal power of Allah. The upward expansion of the dome symbolizes the ascent of people to Allah. Furthermore, the dome covers an important part of a building, protecting it and ensuring its durability. Therefore, the dome also carries the meanings of strength, durability, and protection. However, since the dome is usually found in places of worship, it represents spiritual elevation and closeness to Allah. Mosque domes are found especially in places of prayer and symbolize the congregation's act of worshipping Allah. The upward expansion of the dome reflects the believers' desire to draw closer to Allah and experience a spiritual ascent. Therefore, the dome is considered an important symbol and structural element in Islamic architecture [23, 24, 25].







Porticoes have a multifaceted symbolism in Islamic architecture. First, porticoes in mosque courtyards are used to bring communities together and encourage social interaction. People gather in these areas before or after worship to chat and strengthen social bonds. They also symbolize peace and tranquility. With its wide and open structure, it gives visitors a sense of calm and serenity, providing spiritual relaxation. At the same time, it is a symbol of hospitality and tolerance; it offers an inviting atmosphere. The porticoes also represent the unity and solidarity of the Islamic community. The spaces between the pillars allow different people to come together and worship. In this way, unity and solidarity among believers is emphasized [26, 27].

In Islamic architecture, the mihrab is one of the most important structural elements in a mosque or masjid and has many meanings. The mihrab points to the qibla, the direction towards which worshippers turn when praying. At the same time, the mihrab represents the Kaaba, the center of Islam, and is therefore the spiritual center in the mosque. The mihrab also symbolizes the congregation's turning towards Allah, the belief in tawhid and the focal point of worship. According to Islamic belief, when praying, the congregation turns towards the mihrab to express their obedience and submission to Allah. Traditionally, mihrabs have been elaborately decorated and detailed. These decorations emphasize the sanctity and importance of the mihrab. Furthermore, the architectural design of the mihrab allows the congregation to focus and feel a spiritual connection during prayer. With all these features, the mihrab represents concepts such as unity, worship, and spiritual depth in Islamic society [28, 29].

In Islamic architecture, the courtyard is a vital element of a mosque or masjid and has many symbolisms. It usually refers to the central open space within the mosque and hosts community activities other than worship. The courtyard provides a space for the congregation to gather and socialize. In addition to worship, it also hosts community events and social gatherings. Therefore, the courtyard symbolizes unity and solidarity. Hospitality is of great importance in Islamic culture. The courtyard reflects tolerance and hospitality by welcoming guests in an inviting manner. The activities organized here make guests feel comfortable. The courtyard creates an atmosphere of peace and tranquility with its wide and open structure. It gives visitors a sense of spiritual serenity and peace. This contributes to the courtyard being perceived as a spiritual space and gaining depth. In mosques or masjids, the courtyard is a central point of worship. The congregation gathers here, prays, and strengthens their spiritual bonds. The courtyard represents the center of worship and reflects the congregation's orientation towards God [30, 31, 32].

In Islamic architecture, fountains are important structural elements with various symbolic meanings. Fountains symbolize fertility and life with the flow of water. In Islamic culture, water is considered the source of life and fountains represent this vital importance. Fountains symbolize generosity and goodness to the community in which they are located. Water is considered a symbol of generosity and abundance and fountains are seen as a resource used to help those in need. Water is a symbol of cleanliness and purification in Islam. Fountains are an important source used for ablution before and after worship. Therefore, fountains symbolize cleanliness and purification. Fountains are a point where the community comes together to meet their water needs. This strengthens the community's sense of solidarity and unity. Fountains also encourage social interaction and reflect the community's culture of togetherness. Fountains are often built by benefactors and are intended to serve the community. Therefore, fountains symbolize goodness and charity and represent contributions made for the welfare of society (Table 1) [32, 33].

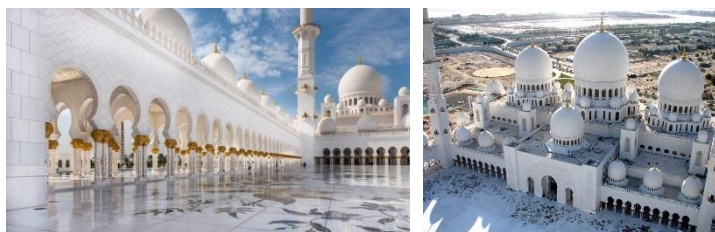
Table 1. Images and Examples in Islamic Architecture

Concepts	Example of Islamic Architecture	
Water		
Geometric Shape		
The Light		
The Dome		
The Porticoes		
The Mihrab		

The Images Used Mystically

The Images of the Elements Used Structurally in Islamic Architecture

The Courtyard



Sheikh Zayed Mosque, Abu Dhabi / UAE [46]

The Fountain



Grand National Assembly of Turkey Mosque, Ankara / Turkey [47, 48]

2. MATERIAL AND METHODS

In various views in religions, the reflection of abstract ideas in a concrete form carries an imaginary meaning. For this reason, abstract ideas in Islam are mostly concretized in religious buildings as well as in cultural buildings. In this study, it is discussed how the images in Sufism and the images in the building elements in Islamic Architecture are reflected in the form through the Doha Museum of Islamic Arts, a cultural building (Figure 1).



Figure 1. Doha Museum of Islamic Art [49, 50]

The study was conducted in two stages. In the first stage, a literature review was conducted on ideology, religious ideology, the relationship between ideology and architecture, the relationship between religious images and form, the images found in Sufism, the images in the building elements used in Islamic Architecture, and the literature review method was used. In the second stage, the images used in mysticism and the images carried by the structural elements used in Islamic Architecture were analyzed through the Doha Museum of Islamic Arts. The effect of religious ideologies on the form on the Doha Museum of Islamic Arts was analyzed in terms of the images used mystically (water, square, quadrilateral, octagon, octagon, circle, light) and the images carried by the elements used structurally in Islamic Architecture (dome, portico, mihrab, courtyard, fountain, geometric form). While selecting the parameters, the mystical images used in the Doha Museum of Islamic Arts and the images carried by the elements used structurally in Islamic Architecture were determined. Afterwards, the semantic dimensions of these determinations were discussed through the structure. In the analyzes, both the literature information of the building and the visuals of the building were used.

Doha Museum of Islamic Arts was chosen as the material of the study. Doha Museum of Islamic Art is an important cultural and artistic center located in Doha, the capital of Qatar. It is designed to showcase the richness and diversity of Islamic art. It plays an important role in preserving, promoting, and understanding the aesthetic and artistic heritage of Islam. The museum was designed by renowned architect Ieoh Ming Pei and opened to visitors in 2008. Covering a total area of 45,000 square meters, the museum stands out with its modern architectural style. The building is known for its distinctive geometric shapes and glass facade. Ming Pei was inspired by Islamic architecture and culture in the design of the museum. There are various exhibition areas inside the museum. These areas display paintings, glasswork, metalwork, ceramics, manuscripts, textiles, and other works of Islamic art. In addition to the exhibition areas, there are also service units such as indoor and outdoor cafes, souvenir sales units, a restaurant, a library, and

study units. The museum's collections include artifacts from different periods and geographies of the Islamic world. It offers visitors the opportunity to discover the universal values and aesthetic richness of Islamic art. Doha Museum of Islamic Art also hosts cultural events, exhibitions, and educational programs. These events provide an opportunity to gain in-depth knowledge about Islamic art and culture and offer visitors interactive experiences. The Doha Museum of Islamic Art plays an important role in preserving and promoting the artistic and cultural heritage of the Islamic world. It offers visitors a unique experience and emphasizes the universal importance of Islamic art. Ming Pei states that while designing this building, he had no prior knowledge of Islam and therefore researched the Islamic religion and visited Egypt and Tunisia. He was particularly impressed by the 9th century artifacts in Cairo, such as the Mosque of the Tolunids (Ibn Tolun Mosque) (Figure 2) [51, 52, 53].



Figure 2. Tolunids Mosque (Ibn Tolun Mosque) and Doha Museum of Islamic Art [54, 55]

3. FINDINGS AND DISCUSSIONS

The effect of religious ideologies on the form on the Doha Museum of Islamic Arts was analyzed in terms of the images used mystically (water, square, quadrilateral, octagon, octagon, circle, light) and the images carried by the elements used structurally in Islamic Architecture (dome, portico, mihrab, courtyard, fountain, geometric form). While selecting the parameters, the mystical images used in the Doha Museum of Islamic Arts and the images carried by the elements used structurally in Islamic Architecture were determined. Afterwards, the semantic dimensions of these determinations were discussed through the structure. In the analyzes, both the literature information of the building and the visuals of the building were used.

3.1. Reflection of The Images Used Mystically on the Form

The Doha Museum of Islamic Art is located on a sea-filled island just off Doha's modern skyscraper-filled skyline. This unique location makes the museum an oasis in the middle of the desert landscape, offering visitors a tranquil escape from the bustle of the city. At the same time, the landscape around the museum is surrounded by spectacular views of the Arabian Gulf, offering visitors an impressive seascape. The museum is structurally surrounded by a crescent-shaped breakwater to protect it against possible damage from waves. This breakwater minimizes the effects of the waters around the museum, increasing the durability of the structure and ensuring its longevity. Furthermore, the breakwater itself is designed as an aesthetic element and fits in with the overall architectural concept of the museum (Figure 3).



Figure 3. Positioning the form in the middle of the water [56, 57]

The location of the Doha Museum of Islamic Art on a purpose-built island in the middle of the water not only prevents its surroundings from being blocked by other buildings in the future, but also symbolizes in an abstract sense that the important works of the Islamic religion cannot be dominated. This, together with the museum's isolated location, emphasizes that Islamic art and culture are exhibited in a way that is protected from external influences. Furthermore, in Sufism, water is considered a symbol of generosity, vitality, and life. The fact that the museum is built on water refers to these symbolic meanings. Water is a fundamental element for human beings to start life and exist. Therefore, the museum's location on water signifies to visitors the source of life, vitality, and generosity. In this way, the physical location of the Doha Museum of Islamic Art carries both concrete and abstract meanings. Through both its architectural design and symbolism, the museum reflects the deep spiritual and cultural values of Islam (Figure 4).



Figure 4. Doha Museum of Islamic Art's relationship with water [58]

The building is built on a square base and as it rises, it ends with a square-based form. This design approach was chosen in harmony with the symbolic meanings of the square form in Islamic art and Sufism. In Sufism, the square form is considered a symbol of calmness, balance, peace, and tranquility. The square has a symmetrical structure with four equal sides and corners, which is an expression of balance and stability. The use of the square form in Islamic architecture refers to these symbolic meanings and adds a deeper meaning to the structure. The architecture's association of Islamic architecture with simple forms reflects this symbolism and mystical understanding. The square form of the building shows that it is in harmony with the simple and aesthetic forms of Islamic architecture. This is a conscious choice that considers the context and cultural values of the architecture. Therefore, the square design of the Doha Museum of Islamic Art can be considered both an aesthetic choice and a symbolic expression. In this way, it reflects the richness of Islamic culture through the combination of architectural form and Sufi symbols (Figure 5).

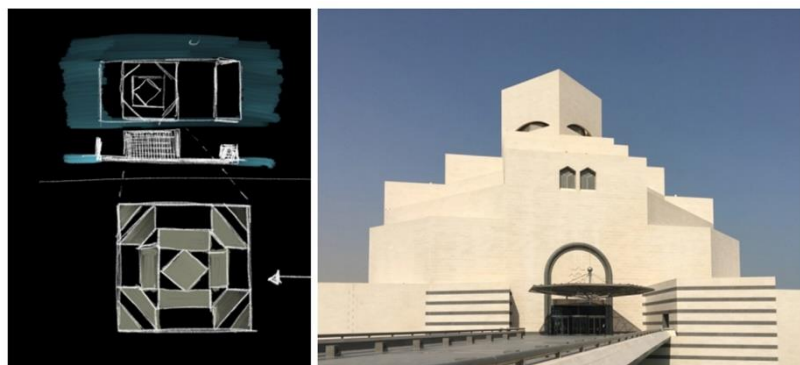


Figure 5. Square base of the form [58]

The floor plans of the Doha Museum of Islamic Art are designed with carefully selected geometric shapes. This plan involves the arrangement of floors with 4-8-8-8-4-4 sides, and there are five floors in total. This geometric arrangement is associated with important symbols and ideologies in Islamic culture and art. For example, the quadrangular earth represents the world according to Islamic belief. With its four corners and flat surfaces, the quadrilateral is a symbol of calmness, balance, and stability. On the other hand, the octagonal form is considered a transitional form between the square and the circle. The smooth and symmetrical structure of the octagon resembles a square, while its rounded lines evoke the circular form. Therefore, the octagon symbolizes the transition between heaven and earth and offers a spiritual depth. The use of these geometric shapes in the floor plans of the Doha Museum of Islamic Art gives the building a symbolic meaning. It creates an aesthetic and symbolic expression of architecture while pointing to the depths of Islamic art and culture (Figure 6).



Figure 6. Gradual elevation of the form [49, 59]

The lighting arrangement in the interior of the Doha Museum of Islamic Art has been carefully designed. The circular lighting located right above the entrance adds an impressive touch to the building. This lighting not only functions as a light source, but also carries a symbolic meaning. With its circular form, this lighting is located at a central point of the building and is perceived as a symbolic representation of the sky. In Sufism, the circle represents concepts such as the Arsh and the sphere. According to Islamic belief, the arch is the throne of God and represents the highest point above the universe [60]. The globe, on the other hand, is the atmosphere that surrounds the sky and is located below the arch. Therefore, this circular illumination symbolizes the sky and the heights of the universe. At the same time, this lighting arrangement evokes a model of the universe. Its circular form symbolizes the infinity and cyclicity of the universe. This interior illumination offers visitors the experience of both a physical and a spiritual journey. This central point, filled with light, creates a focal point inside the museum (Figure 7).

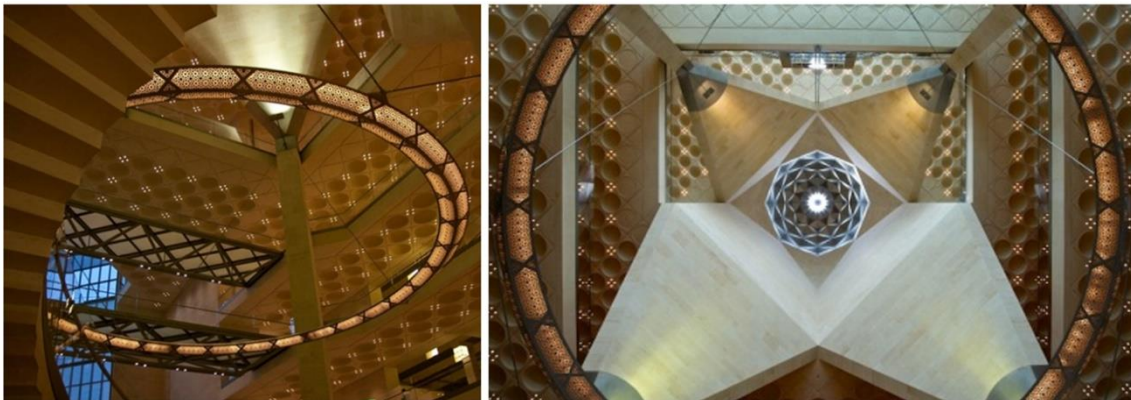


Figure 7. Lighting representation of the universe in the interior [61, 62]

The square-based form at the top of the building is designed in a remarkable way in the interior. This structural element, which is positioned to receive light from a gradually shrinking point in the form of a muqarnas, provides a focused light on the visitors entering the interior. At the same time, it enriches the environment by creating different plays of light and shadow in the interior throughout the day. In Sufism, light is considered a symbol of spirituality and the Creator. In this context, the light that shines on visitors entering the building is abstractly associated with the radiance of the Creator. The inward journey of the light allows visitors to have a spiritual experience and encourages them to establish a closer connection with the Creator. This design element symbolizes the spiritual enlightenment of each visitor who enters the building. The diffusion of light helps visitors to experience a transformation of the interior space and feel a spiritual enrichment (Figure 8).

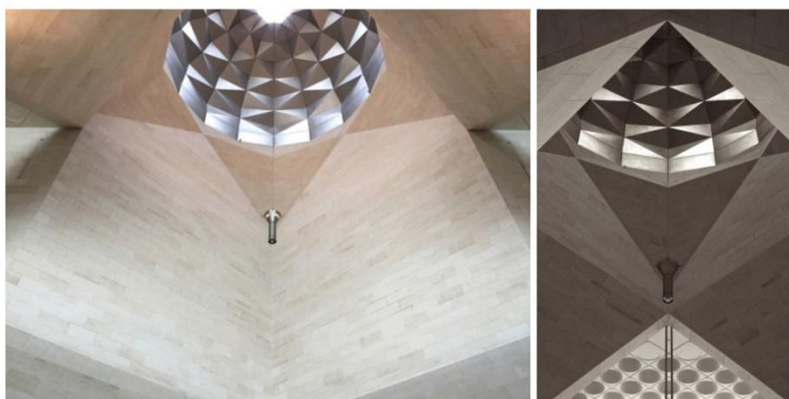


Figure 8. Light in the center of the building [58]

3.2. Reflection of The Images of the Elements Used Structurally in Islamic Architecture on the Form

In the center of the Doha Islamic Arts Center, although there is no dome in the traditional sense, there is a structural element that evokes the concept of a dome as a unifying and complementary element of the entire structure. Although this element does not have a fully spherical dome form, it represents a form that overlaps with the dome concept. The dome is traditionally thought of as one of the elements that unite and unify humanity, hence it is an important feature of religious buildings. This dome-like structural element used in the Doha Islamic Arts Center is intended to bring people together and complete them. Inspired by Islamic architecture, it emphasizes the unity and solidarity of the community. The dome adds an intrinsic depth and sense of inclusiveness to the structure, offering visitors a spiritual experience. This structural element expresses the symbolic meaning of the traditional dome with a modern interpretation and reflects the traditional elements of Islamic architecture in a contemporary way (Figure 9).

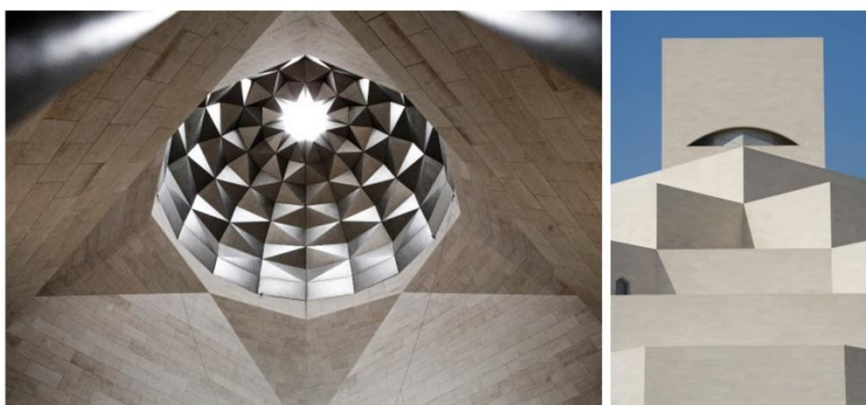


Figure 9. Use of dome in form [63, 64]

The portico form was used not only as a window form but also as a structural element at various points in the building. As an element of traditional architectural style, porticoes not only provide an aesthetic touch to the building but also assume a functional role. As with window forms, porticoes appear on the exterior and interior of the building and play an important role as part of the architectural composition. The use of porticoes gives the building a characteristic appearance, but also serves practical purposes such as shading and protection. Outdoor porticoes help to reduce the effects of sunlight, keeping the interior cool and increasing the comfort of visitors. Likewise, interior porticoes divide the space, creating different functional zones and a sense of architectural depth. The structural use of porticoes provides strength and stability to the structure. When properly designed, porticoes provide support to the building and distribute structural loads, maintaining architectural balance. At the same time, porticoes also have an aesthetic value as part of the architectural composition, giving the building a characteristic appearance. In this way, porticoes bring together various aspects of architectural design, adding functional, aesthetic, and structural richness to the building. The use of porticoes in both traditional and contemporary architecture enriches the appearance and functionality of buildings, as well as enhancing architectural expression (Figure 10).



Figure 10. Use of portico in the form [58, 65, 66]

In the building, an area reminiscent of a mihrab is designed just opposite the entrance. In religious buildings, the mihrab is a sign that directs the worship space towards the Kaaba and is usually located directly opposite the entrance. In the Doha Museum of Islamic Art, it represents one of the symbols at the core of religious buildings and directs visitors towards the qibla. This allows visitors to feel a forward orientation as soon as they enter, and this progression eventually leads them to a point designed to take in Qatar's unique landscape (Figure 11).

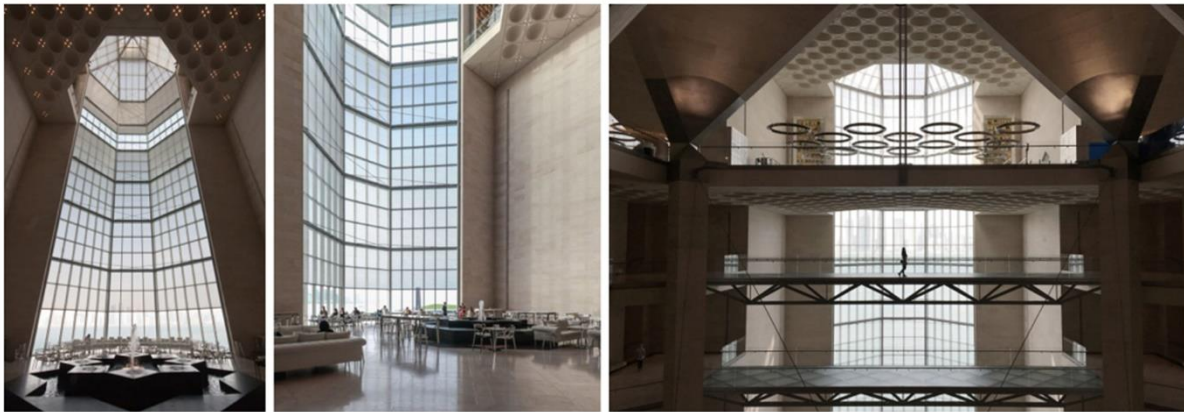


Figure 11. Use of mihrab in the building and orientation of the building [58]

The courtyard, a common feature in religious buildings, also plays an important role in the Doha Museum of Islamic Art. The building has two separate courtyards, east and west. These courtyards provide visitors with an open and spacious space, ideal for gathering and resting. The east and west courtyards are conceived as spaces that open in different directions and represent different spiritual meanings (Figure 12).

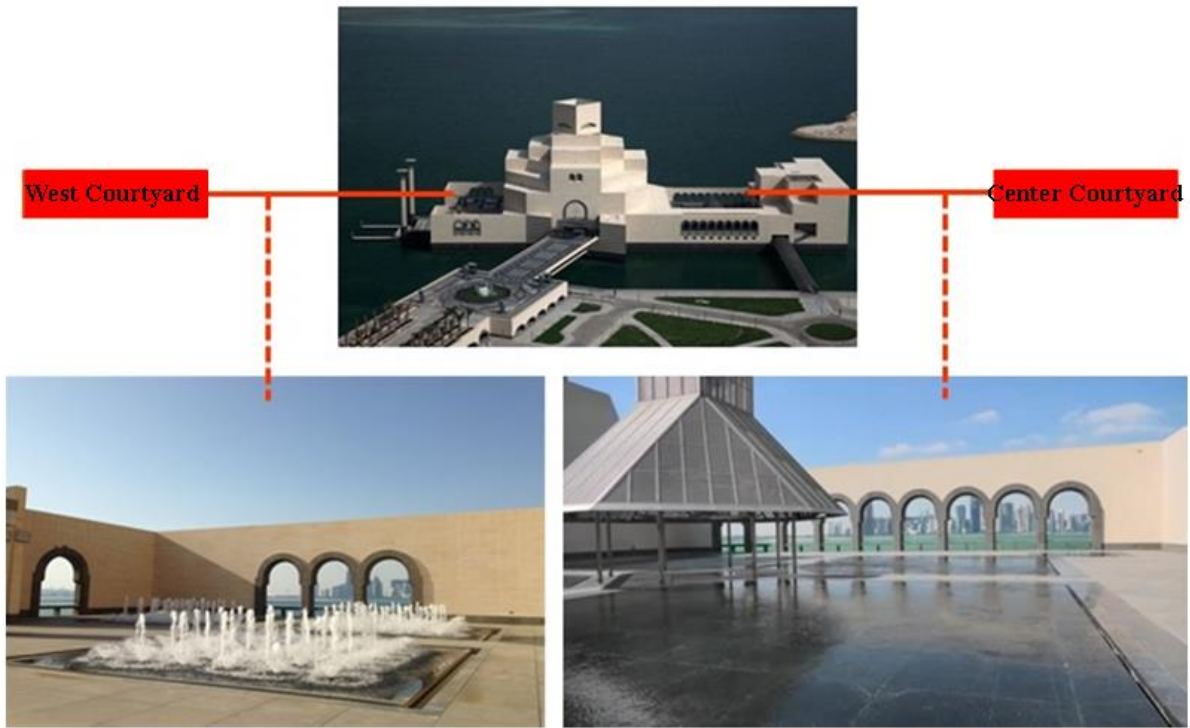


Figure 12. Use of courtyard in the building [67, 68, 69]

Fountains and fountains, which are frequently encountered in the courtyards of religious buildings, were widely used around the courtyard and the building in the Doha Museum of Islamic Arts. These structural elements were preferred to emphasize the symbolic and spiritual meanings of water. Water elements, both in the courtyard and in the surrounding areas, offer a dynamic experience to visitors with their moving and static forms. Fountains and fountains provide coolness and relaxation as well as a spiritual effect. In addition, the flow and sound of the water gives visitors a sense of peace and tranquility, and contributes to the aesthetics of the building (Figure 13).



Figure 13. Use of fountain in the building [65, 70, 71]

The design of the Doha Museum of Islamic Art is characterized using simple and clean forms, while at the same time emphasizing the geometric motifs common in Islamic architecture. These motifs adorn the aesthetic and structural elements of the museum at many points both indoors and outdoors. Geometric patterns are sometimes used as a purely decorative element, while in other cases they function as part of functional or structural elements. These motifs reflect the aesthetic and symbolic language of Islamic art, adding depth and meaning to the building. Visitors walking around the museum experience an aesthetic experience with the visual feast created by these geometric motifs and witness the rich heritage of Islamic art up close (Figure 14).

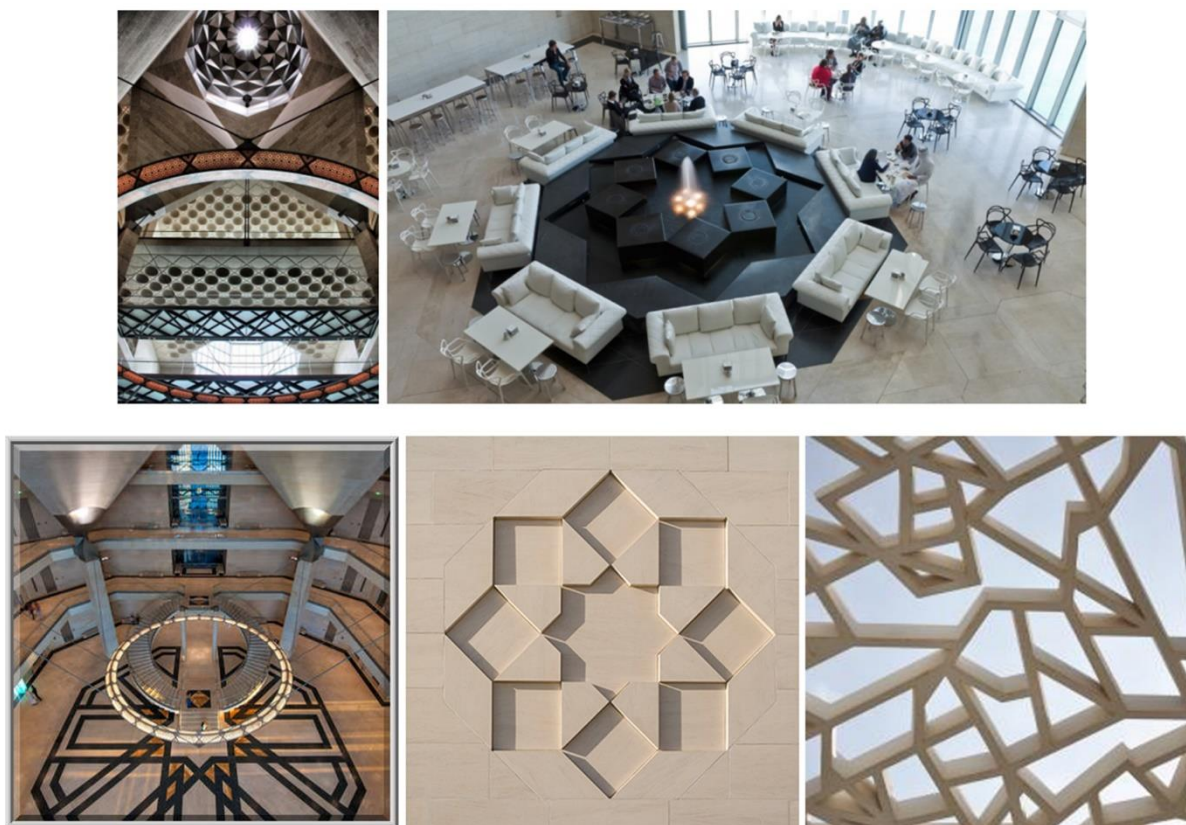


Figure 14. Use of geometric motifs in the building [72, 73, 74]

4. CONCLUSION

The design of the Doha Museum of Islamic Art reveals how religious ideologies and Sufi symbols are reflected in architectural form. By examining the physical and symbolic elements of the museum, this analysis creates an architectural narrative that points to the depths of Islamic culture. First, the museum's location on water refers to the Islamic belief that water is the source of life, a symbol of vitality and generosity. Water symbolizes the physical and spiritual isolation of the museum, while at the same time pointing visitors to the source of life. The square form of the museum was chosen in harmony with the symbolic meanings of the square form, which is considered a symbol of calmness, balance, tranquility and peace in Islamic art and Sufism. This choice shows that the architectural form has a deeper meaning beyond being an aesthetic choice. The geometric arrangement draws attention with its association of the quadrilateral and octagonal forms used in the museum's floor plans with symbolic meanings in Islamic culture. Considering that the quadrilateral symbolizes calmness and balance, and the octagon symbolizes the transition between earth and sky, the use of these forms gives the building a spiritual depth. While the circular lighting arrangement is perceived as a symbolic representation of the sky, it also symbolizes the infinity and cyclicity of the universe. This interior lighting offers visitors a physical and spiritual journey experience.

The structural element, designed in the form of a muqarnas, refers to the fact that in Islam light is considered a symbol of spirituality and the Creator. The light symbolizes the spiritual enlightenment of the visitors, while the different play of light and shadow in the interior enriches the environment. The dome is traditionally considered a unifying and complementary element, while the mihrab offers a spiritual experience by directing visitors to the Kaaba. The architectural design of the Doha Museum of Islamic Art stands out as an aesthetic and symbolic expression of religious ideologies and mystical symbols. This design combines symbols such as water, square, quadrilateral, octagon, circle, and light with mystical meanings, as well as the abstracted transfer of architectural elements in religious buildings such as domes, porticoes, mihrabs, qibla, courtyards, fountains, and geometric motifs. The museum structure shows that religious ideologies can be integrated not only into religious buildings, but also into general architecture.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

The author contributed solely to each stage of the article.

CONFLICT OF INTEREST

There is no conflict of interest.

ETHIC

There are no ethical problems in publishing this article.

REFERENCES

- [1] G. Yadigaroglu, "Mimarlık – İdeoloji İlişkisi ve Dini Yapılardaki Form Analizi," Master Dissertation, Karadeniz Technical University, Trabzon, Turkey, 2021.
- [2] Turkish Language Association, Turkish Language Association Dictionary. Turkish Language Association Publications, 2019.
- [3] D. Ergil, "İdeoloji üzerine düşünceler," Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Fakültesi Dergisi, vol. 38, no. 1, pp. 69-95, 1983.
- [4] Ş. Mardin, İdeoloji. İletişim Publications, 2007.
- [5] J. B. Thompson, İdeoloji ve Modern Kültür. Dipnot Publications, 2013.
- [6] T. Eagleton, Eleştiri ve İdeoloji. İletişim Publications, 1985.
- [7] T. Eagleton, İdeoloji. Ayrıntı Publications, 2011.
- [8] T. Parsons, "An approach to the sociology of knowledge," World Congress of Sociology, no. 4, pp. 25-49, 1989.
- [9] Ş. Mardin, Din ve İdeoloji. İletişim Publications, 1992.
- [10] G. Therborn, İktidarın İdeolojisi İdeolojinin İktidarı. Dipnot Publications, 2008.
- [11] P. Knoll, "Ideologija moderne arhitekture," Arhitektura, no.9, pp.124-130, 1933.
- [12] A. Çaycı, "İslam mimarisinde anlam meselesi," Sosyoloji Divanı, no. 7, pp. 189-202, 2016.
- [13] W. C. Chittick, The Sufi Path of Love: The Spiritual Teachings of Rumi. State University of New York Press, 1984.
- [14] A. Knysh, Islamic Mysticism: A Short History. Brill Academic Pub, 2002.
- [15] M. Lings, What is Sufism?. Islamic Texts Society, 1999.
- [16] G. Tunç, "Yunus Emre'nin şiirlerinde su metaforu," Folklor Akademi Dergisi, vol. 5, no. 2, pp. 474 – 482, 2022.
- [17] S. Mülayim, İslam Sanatı. İSAM, 2010.
- [18] R. Lewcock, "Architects, Craftsmen and Builders: Materials and Techniques," in Architecture of the Islamic World, London, 1996, pp. 112–143.
- [19] D. Cündioğlu, Mimarlık ve Felsefe. Kapı Publications, 2012.
- [20] A. Çaycı, "Zaman ve sanat bağlamında çark-ı felek motifi," Uluslararası İslam Medeniyetinde Zaman Sempozyumu Bildirileri, October 2015, pp. 299-305.
- [21] R. Guenon, Alemin Hükümdarı. İnsan, 2014.
- [22] S. Aktulga Gürbüz, "Nûr ve zulmet/karanlık kavramları üzerine tasavvuf merkezli bir inceleme," Yakın Doğu Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi, vol. 9, no.1, pp. 56-68, 2023.
- [23] S. Mülayim, "Kubbe," in İslam Ansiklopedisi, Turkish Religious Foundation Publications, 2002, vol. 26, pp. 300-303.
- [24] S. Durmuş, "Camilerde anlam sorgulaması: Kral Faysal Camisi örneği," in Mekanlar/Zamanlar/ İnsanlar: Hamilik ve Mimarlık Tarihi Bildiri Kitabı, ODTÜ Faculty of Architecture Publications, 2016.
- [25] M. Özçakı, "Yorumlanan cami mimarisi," Ulakbilge Sosyal Bilimler Dergisi, no. 23, pp. 459-483, 2018.
- [26] G. Keleş Usta, A. Usta, and Ö.İ. Tuluk, Anadolu Türk Mimarlığı İçin Görsel Sözlük. Sonhaber Publications, 2001.
- [27] T. Sağlam, "İslam mimarisinin sembolik anlatıları üzerine bir deneme," Uluslararası Disiplinlerarası ve Kültürlerarası Sanat, vol. 5, no.10, pp. 251-279, 2020.
- [28] R. Ç. Önal, and Z. Köşklü, "Trabzon'da geç dönem Osmanlı camilerinde ahşap mihraplar," Sanat Tarihi Dergisi, vol. 29, no. 2, pp. 707-743, 2020.
- [29] D. Kuban, Osmanlı Mimarisi. Yem Publications, 2021.
- [30] T. Cantay, "Avlu," in İslam Ansiklopedisi. Turkish Religious Foundation Publications, 1991, vol. 4, pp. 120-123.
- [31] G. Ambrose, P. Harris, and S. Stone, Görsel Mimarlık Sözlüğü. Literatür Publications, 2010.
- [32] A. Çaycı, İslam Mimarisinde Anlam ve Sembol. Palet Publications, 2016.
- [33] P. Yavuzarslan, Kamus-ı Türki. Turkish Language Association Publications, 2023.
- [34] Biz Evde Yokuz, " Tac Mahal Dünyanın En Pahalı Aşk Hikayesi", <https://www.bizevdeyokuz.com/tac-mahal/>. [Accessed: 06-June-2024].
- [35] N. Durmuş, "Tac Mahalin Hikayesi", <https://nafidurmus.com/tac-mahalin-hikayesi/>. [Accessed: 06-June-2024].
- [36] Vikipedi, "Süleymaniye Camii", https://tr.wikipedia.org/wiki/S%C3%BCleymaniye_Camii. [Accessed: 06-June-2024].

- [37] Y. Sezer, "Süleymaniye Camii ve Külliyesi", <https://istanbultarihi.ist/312-suleymaniye-camii-ve-kulliyesi>. [Accessed: 06-June-2024].
- [38] E. Merdim, "Sancaklar Camii", <https://www.arkitera.com/proje/sancaklar-camii/>. [Accessed: 06-June-2024].
- [39] Teknevia, "Sancaklar Camii Rehberi", <https://www.teknevia.com/blog/sancaklar-camii-rehberi/>. [Accessed: 06-June-2024].
- [40] Hürriyet, "Mescidi Aksa Nerede? Neden Önemli?", <https://www.hurriyet.com.tr/galeri-mescidi-aksa-nerede-neden-onemli-iste-mescidi-aksanin-tarihi-41572032/>. [Accessed: 06-June-2024].
- [41] Yeni Şafak, "Mescidi Aksa Ne Zaman İnşa Edildi?", <https://www.yenisafak.com/mescid-i-aksa-ne-zaman-yapildi-kim-yapti-h-4569055>. [Accessed: 06-June-2024].
- [42] Vikipedi, "Şakirin Camii", https://tr.wikipedia.org/wiki/%C5%9Eakirin_Camii. [Accessed: 06-June-2024].
- [43] Halkbank Kültür ve Yaşam, "Şakirin Camii", <https://kulturveyasam.com/modern-mimarisiyle-sakirin-camii/>. [Accessed: 06-June-2024].
- [44] Arkitektuel, "Ayasofya Camii", <https://www.arkitektuel.com/seyh-zayed-camii/>. [Accessed: 06-June-2024].
- [45] Ayasofya Camii, "Ayasofya Tarihi", <https://www.ayasofyacamii.gov.tr/tr/ayasofya-tarihi>. [Accessed: 06-June-2024].
- [46] Arkitektuel, "Şeyh Zayed Camii", <https://www.arkitektuel.com/seyh-zayed-camii/>. [Accessed: 06-June-2024].
- [47] Mimarizm, "TBMM Camii (Meydan-İbadet-Kitaplık) Behruz Çinici", https://www.mimarizm.com/makale/tbmm-cami-meydan-ibadet-kitaplik-behruz-cinici_113494. [Accessed: 06-June-2024].
- [48] Çinici Mimarlık, "TBMM Camii", <https://www.cinicimimarlik.com/tr/tbmm-camii/>. [Accessed: 06-June-2024].
- [49] Press-London, "The Most Instagrammable Museums in the World.", <https://press-london.com/blogs/squeeze/the-most-instagrammable-museums-in-the-world>. [Accessed: 06-June-2024].
- [50] GCP, "Seals Priceless Islamic Art Below Water Table.", <https://gcpat.com/en/about/news/blog/preprufe-seals-priceless-islamic-art-below-water-table>. [Accessed: 06-June-2024].
- [51] J. Gierlich, "A vision becomes an institution: The Museum of Islamic Art (MIA) in Doha, Qatar" in Under Construction: Logics of Urbanism in the Gulf Region, Routledge, 2016, pp. 1-12.
- [52] F. M. Salim, "The museum of Islamic art: Form, perception, and environment," The International Journal of the Inclusive Museum, vol. 6, no.1, pp. 55-71, 2013.
- [53] M. I. Al Mulla, and K. Exell, "The Museum of Islamic Art, Doha," in Museums in Arabia, Routledge, 2016.
- [54] Wikimedia Commons, "The Mosque of Ibn Tulun.", https://commons.wikimedia.org/wiki/File:%D9%85%D8%B3%D8%AC%D8%AF_%D8%A3%D8%AD%D9%85%D8%AF_%D8%A7%D8%A8%D9%86_%D8%B7%D9%88%D9%84%D9%88%D9%86_%D8%A7%D9%84%D9%82%D8%A7%D9%87%D8%B1%D8%A9.jpg. [Accessed: 06-June-2024].
- [55] Get Your Guide, "Doha: Souq Waqif, Katara, The pearl vb. ile Özel Şehir Turu.", <https://www.getyourguide.com/tr-tr/doha-11885/doha-katar-ulusal-muzesi-ile-ozel-sehir-turu-t624110/>. [Accessed: 06-June-2024].
- [56] Le-Quang Architecture, "SLEEP & WAKENING Kabul, Afghanistan ISLAMIC ARCHITECTURE.", https://www.lequang-architect.com/islam_analyse.html. [Accessed: 06-June-2024].
- [57] Archi-Fied, "MUSEUM OF ISLAMIC ART, DOHA (QATAR).", <https://gees7.wordpress.com/2012/12/03/540/>. [Accessed: 06-June-2024].
- [58] Arcdaily, "Why IM Pei's Museum of Islamic Art is the Perfect Building to Suit Doha's Style.", <https://www.archdaily.com/867307/why-im-peis-museum-of-islamic-art-is-the-perfect-building-to-suit-dohas-style>. [Accessed: 06-June-2024].
- [59] Discover Islamic Art, "Museum of Islamic Art Doha, Qatar.", https://islamicart.museumwnf.org/pm_partner.php?id=Mus21;qt&type=museum&link=EPM&. [Accessed: 06-June-2024]
- [60] E. Sarıkçıoğlu, Başlangıçtan Günümüze Dinler Tarihi. Fakülte Publications, 2002.
- [61] Anel Group, "Qatar Museum of Islamic Art Park Landscape.", <https://anelgroup.com/en/project/qatar-museum-of-islamic-art-park-landscape-2/>. [Accessed: 06-June-2024].
- [62] PLD Türkiye, "Lumen ödülleri Fisher Marantz Stone'a.", <https://pldturkiye.com/lumen-odulleri-fisher-marantz-stonea/>. [Accessed: 06-June-2024].
- [63] Tripadvisor, "Photo: The dome of the Museum of Islamic Art.", <https://www.tripadvisor.com/LocationPhotoDirectLink-g294009-d3860485-i261365405-Idam-Doha.html>. [Accessed: 06-June-2024].
- [64] Architectour, "Museum of Islamic Art.", https://www.architectour.net/opere/opera.php?id_opera=6075&nome_opera=Museum%20of%20Islamic%20Art%20-%20MIA&architetto=I.M.%20Pei. [Accessed: 06-June-2024].
- [65] Asergeev, "Gallery of Foundation Courtyard of Museum of Islamic Art.", <https://www.asergeev.com/pictures/archives/compress/2014/1407/07.htm>. [Accessed: 06-June-2024].
- [66] DEPA, "Museum of Islamic Art.", <https://depa.com/digital-media/projects/museum-of-islamic-art/>. [Accessed: 06-June-2024].

- [67] Desert Fox Qatar, "Museum Tour.", https://www.desertfoxqatar.com/museum_tour.html. [Accessed: 06-June-2024].
- [68] Siteemit, "Visit to Doha's Museum of Islamic Art.", <https://steemit.com/travel/@nomad17/visit-to-doha-s-museum-of-islamic-art>. [Accessed: 06-June-2024].
- [69] Cultural Kiosk, "Qatar- Cultural Capital.", <https://djcadteam6.wordpress.com/2012/01/23/qatar-a-cultural-capital/>. [Accessed: 06-June-2024].
- [70] Uluslararası Kuran Haber Ajansı, "Doha İslam Sanatları Müzesi; suyun ortasında bir mimari şaheser.", <https://iqna.ir/tr/news/3471908/doha-%C4%B0slam-sanatlar%C4%B1-m%C3%BCzesi-suyun-ortas%C4%B1nda-bir-mimari-%C5%9Faheser>. [Accessed: 06-June-2024].
- [71] WeLeaveToday, "Doha-Museum-Islamic-Art-Sunset.", <https://weleavetoday.com/2019/02/16/24-hours-in-doha/doha-museum-islamic-art-sunset/>. [Accessed: 06-June-2024].
- [72] [53] WestWards, " Stunning contemporary architecture in Doha.", <https://westwards.de/2016/01/doha-contemporary-architecture/>. [Accessed: 06-June-2024].
- [73] Pinterest, "Sanat.", <https://tr.pinterest.com/pin/234679830559931597/>. [Accessed: 06-June-2024].
- [74] Wikiarquitectura, "Ceremonial-court-doha-arata-izozaki-wikiarchitecture_040", https://en.wikiarquitectura.com/ceremonial-court-doha-arata-izozaki-wikiarchitecture_040-2/. [Accessed: 06-June-2024].



Mukavemet ve burkulma koşulları gözetiminde kutu kolonlar için optimum en kesit tasarım modeli

Oğur İYNEN^{1*}, Mirali NURALİYEV¹

¹Yozgat Bozok Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Yozgat, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ

Makale Tarihleri:

Geliş tarihi

03.05.2024

Kabul tarihi

11.06.2024

Yayın tarihi

30.06.2024

Anahtar Kelimeler:

Optimum tasarım

Kutu kesit

Yerel burkulma

Genel burkulma

Mukavemet dayanımı

ÖZET

Kutu şekilli kısa ve uzun kolonların en uygun-optimum en kesit tasarımı için, analitik bir prosedür geliştirilmiştir. En uygun/optimum kutu kesitin dizayn edilmesi, iki şart gözetiminde gerçekleştirilmiştir. Söz konusu tasarım, kısa kolonlar için hem mukavemeti hem de lokal burkulmanı kendinde ihtiva eden kombine dayanım şartı gözetiminde gerçekleştirilirken uzun kolonlar için bu tasarım, hem mukavemeti hem de global burkulmanı kendinde ihtiva eden kombine dayanım şartı gözetiminde yapılmıştır. Optimizasyon problemi, kutu kesitin değişken parametreleri ile burkulma katsayıları arasında fonksiyonel bağıntılar oluşturularak, kısa kolonlarda kesit alanının minimize edilmesi, uzun kolonlarda ise normal gerilmenin maksimize edilmesi şeklinde ele alınmıştır. Söz konusu problemin çözümü için bir "Geometrik En Kesit Tasarım Modeli" önerilmiştir. Kombine dayanım şartlarını sağlayan en uygun/optimum kutu kesitin, aynı boyutlarda dolu bir dikdörtgen kesitin orta kısmının simetrik şekilde çıkartılarak tamamının veya bir kısmının dikdörtgenin iki yanlarına eşit olarak eklenmesi yoluyla elde edilen bir kutu kesitten ibaret olduğu varsayılmıştır. Bu varsayım, "Geliştirilen Geometrik Tasarım Modeli" aracılığıyla doğrulanmıştır. Dolu dikdörtgen kesitten çıkartılan kısmı, onun yanlarına ne kadar az eklenirse, kutu kesit alanından elde edilen tasarruf da o kadar büyük olur öngörüsü analitik olarak ispat edilmiş ve sayısal örneklerle de doğrulanmıştır.

Optimum cross-section design model for box columns considering strength and buckling conditions

ARTICLE INFO

Article history:

Received

03.05.2024

Accepted

11.06.2024

Published

30.06.2024

Keywords:

Optimal design

Box section

Local buckling

Global buckling

Adequate-strength

ABSTRACT

An analytical procedure was developed for the optimal cross-section design of both long and short box columns. The most suitable/optimum box section was designed considering adequate strength and buckling conditions. While the optimal design of short columns was accomplished by considering a combined strength condition that accounts for both adequate strength and local buckling requirements, the optimal design of long columns was achieved by considering a combined strength condition that takes into consideration adequate strength and global buckling requirements together. The optimization problem was addressed by establishing functional correlations between the variable parameters of the box section and buckling coefficients, minimizing the cross-sectional area in short columns, and maximizing the normal stress in long columns. A "Geometric Cross-Section Design Model" was proposed to resolve the addressed design problem. It was assumed that the most suitable/optimum box section, which satisfies the combined strength conditions, is attained by symmetrically subtracting the middle part of a solid rectangular section with identical dimensions and adding all or part of it equally to both sides of the rectangle. This assumption was validated through the "Developed Geometric Design Model." The postulation that adding the subtracted part of the rectangular solid section as few as possible to its sides will lead to increased savings in the cross-sectional area was analytically proved and confirmed with numerical results.

1. GİRİŞ

Kutu kesitli elemanlar (kolon, kiriş, çubuk vb.); yüksek dayanım-ağırlık oranı ve düşük maliyeti nedeniyle kule vinçlerinde, açık deniz yapılarında, kablolu köprülerde, inşaat mühendisliğinde, otomotiv mühendisliğinde, gemi yapımında ve çeşitli mühendislik

ORCID ID: Oğur İyner: 0000-0003-1096-1836; Mirali Nuraliyev: 000-0002-3063-8414

*Sorumlu yazar(lar)/Corresponding author(s): Yozgat Bozok Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Yozgat, Türkiye

Tel:+90 354 242 10 01

E-mail: ogur.iyner@bozok.edu.tr

Bu makaleye atıfta bulunmak için/To cite this article: İyner O., Nuraliyev M., "Mukavemet ve Burkulma Koşulları Gözetiminde Kutu Kolonlar İçin Optimum En Kesit Tasarım Modeli", Bozok Journal of Engineering and Architecture, vol. 3, no. 1, pp. 52-67, 2024.

tasarımlarında yaygın olarak kullanılmaktadır [1]. Farklı malzemelerden yapılmış dairesel, kare, dikdörtgen veya çok köşeli kesitlere sahip tüplerin farklı yüklemeler altında optimizasyonuna yönelik literatürde birçok sayıda çalışma bulunmaktadır. Örneğin, Kilkki vd., çelik I kesitli kolonların kesitlerinin optimizasyonuna diferansiyel evrim algoritmasının (DE) uygulanmasını çalışmışlardır. Dayanım ve sehimin sınır koşulları olarak dikkate aldıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca, amaç fonksiyonu olarak toplam kütle ve sehim kullanılarak kaynaklı veya kenarlı bir çelik kolonun kesitinin optimize edildiğini ifade etmişlerdir [2]. Wang vd., eksenel olarak sıkıştırılmış yüksek mukavemetli çelik kutu kolonların davranışı üzerine deneysel ve sayısal bir çalışma yapmışlardır. Kaynaklı yüksek mukavemetli çelik (HSS) kutu kolonların genel burkulma davranışını incelemek amacıyla, eksenel basınç uygulayarak kaynaklı kutu kolonların nihai mukavemetini deneysel olarak incelemişlerdir. Daha sonra, kapsamlı bir parametrik çalışma gerçekleştirmek amacıyla, gerçekte ölçülen geometrik kusurları ve artık gerilmeleri dikkate alan doğrusal olmayan bir ANSYS sonlu eleman modeli ile doğrulandığını raporlamışlardır [3]. Jármai ve Farkas, kaynaklı ve haddelenmiş takviyeli hücresel plakalardan oluşan dikdörtgen ve kare kutu kolonların karşılaştırılmasını çalışmışlardır. Dikdörtgen kesitin kare kesite göre daha ekonomik olduğunu ifade etmişlerdir. Ele almış oldukları kolonların, bir bası kuvveti ve bir yatay kuvvetin neden olduğu eğilme momenti tarafından yüklendiği belirtilmektedir. Bu çalışmada, gerilme ve yatay deformasyon kısıtlamaları formüle edilerek maliyet amaç fonksiyonunun minimize edildiği raporlamıştır [4]. Tamboli vd., Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO) kullanılarak sütunlu delme makinesi için çelik kutu kolonun optimizasyonu çalışmışlardır. Bu makalede sütun tipi bir delme makinesinin ince kaplamalı çelik kutu kolonunun optimum tasarımını ele almışlardır. Dinamik koşullar altında, deformasyondan kaynaklanan izin verilen maksimum matkap eğimi göz önünde bulundurularak yazılan davranışsal ve geometrik kısıtlama denklemleri PSO aracılığıyla çözülür. Elde edilen sonuçlar minimum kolon ağırlığı için kesit boyutlarının optimum değerleri şeklinde sunulmuştur [5]. Nuraliyev ve İynen, eğik eğilme ile birlikte burulmaya zorlanan dikdörtgen kesitlerin optimum boyutlandırılmasını incelemişlerdir. Bu çalışmada mukavemet koşullarına göre yazılan kısıtlamalar göz önünde bulundurularak kesit alanı minimize edildiğini belirtmişlerdir [6]. Nuraliyev, çalışmasında, farklı yüklemeye sonucu yalnızca eğik eğilmeye ve çekme (veya basma) ile birlikte eğik eğilmeye zorlanan dikdörtgen kesitli prizmatik kirişlerin optimum kesit boyutlarının belirlenmesi üzerine analitik incelemeler yapmıştır. Daha sonra, minimum kesit alanı, optimizasyon kriteri olarak kabul edilmiş ve mukavemet koşulları esas alınarak Lagrange Belirsiz Çarpınlar yöntemiyle optimum kesit boyutlarının belirlenmesi için analitik formüller elde etmiştir [7]. Jármai ve Petrik, eksenel basmaya zorlanan kaynaklı kutu kolonlar için mevcut standartların karşılaştırılmasını ve optimizasyonunu çalışmışlardır. Bu çalışmada; kutu kesit boyutları, kolonun genel ve yerel burkulması üzerindeki kısıtlamalar kullanılarak minimum kütleye göre optimize edilmişlerdir [8]. Thevega vd., güçlendirilmiş çelik kutu kolonların yanal çevrimsel yükler altında mukavemetini ve sünekliğini incelemişlerdir. Bu çalışmada, ince cidarlı çelik kutu kolonların mukavemetini, sünekliğini ve enerji yutma kapasitesini arttırmak amacıyla farklı kesit konfigürasyonlarına sahip güçlendiriciler sunulmuştur. Tüm kesitler, farklı takviye düzenlemeleri için aynı kesit alanı ve yükseklikte tasarlanmıştır. Bu kolonları, sabit eksenel yük ve yanal değişken yüklemeye altında hem malzeme hem de geometrik doğrusal olmayan durumları içeren sonlu elemanlar yöntemiyle analiz etmişlerdir. Ayrıca, kırılma modlarını anlamak için kolonların yerel burkulma desenleri farklı yer değiştirme seviyelerinde incelenmiştir [9]. Aref ve Mahdi, soğuk şekillendirilmiş çelik cidarlı kesitlerin (kare, altıgen, C şeklinde) Genetik Algoritma kullanılarak optimizasyonunu çalışmışlardır. Genetik bir algoritma kullanarak farklı çelik mukavemet sınıflarındaki çatı kafesleri için farklı yüklerin (basma, eğilme, burkulma) uygulanmasıyla optimize edilmiş kesitler oluşturmayı amaçlamışlardır [10]. Nuraliyev vd., polimer bazlı dikdörtgen içi boş profillerin hem yeterli dayanım hem de yerel burkulma kriterlerine göre optimal boyutlarının belirlenmesini analitik ve ABAQUS sonlu elemanlar modelleme yoluyla incelemişlerdir. Yeterli mukavemet ve yerel burkulma koşullarını aynı anda karşılayan optimal kesit boyutlarını veren analitik ifadeler, birleşik eksenel basınç ve basit eksen eğilmesi gibi iki farklı yüklemeye konfigürasyonu için türetilmiştir. Daha sonra analitik olarak elde edilen sonuçlar, sonlu elemanlar kodunda uygulanan doğrusal elastik özdeğer burkulması ve burkulma sonrası analizlerinden elde edilen sayısal tahminlere göre doğrulandığını ifade etmişlerdir [11]. Sulpinas ve Daniūnas, Eurocode 3 standardına göre eksenel olarak basılmış yapısal ince cidarlı kolon kesitlerinin optimizasyonunda ara takviyelerin etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmada, eksenel olarak sıkıştırılmış ince cidarlı C ve sigma şekilli profillerin birleştirilmesinden elde edilen kutu kolonların genel ve yerel burkulma modlarını kapsayan performansını hesaplamak için bir optimizasyon çözme algoritmasını kullanmışlardır [12]. Chepurnenko vd., eğik eğilme ve eksenel basmada dikdörtgen ve kutu kesitlerin optimizasyonunu çalışmışlardır. Çalışmada, eğik eğilme ve eksenel basma durumunda dikdörtgen ve kutu şeklindeki bir kesit için kesit yüksekliğinin genişliğe optimal oranının bulunması sorununa bir çözüm sunmuşlardır. Ele alınan yüklemeler için, göre optimizasyon yapılırken mukavemet kriterlerini gözönünde bulundurmuşlardır [13]. Selvaraj ve Madhavan, soğuk şekillendirilmiş çelik yapısal kapalı kesitli kolonların yapısal davranışının değerlendirilmesi (parametrelerin ve tasarım yöntemlerinin etkisi) üzerine bir çalışma yapmışlardır. Genel, yerel ve genel-yerel etkileşimli göçmeye maruz kalan kapalı kesitli çelik kolonların yapısal davranışı araştırılmaktadır. AISI kodlaması da dâhil olmak üzere çeşitli araştırmacılar tarafından önerilen altı farklı Doğrudan Güçlendirme Yöntemi (DSM) tabanlı tasarımın uygunluğu değerlendirilmiştir. Son olarak makalede, kapalı kesitli kolonların hassas tasarımı için DSM'nin nasıl gelişmesi gerektiğine dair gelecekteki talimatları sunmuşlardır [14]. Nuraliyev ve Dundar, eğik eğilme altındaki dikdörtgen içi boş profiller (RHS)'in optimum kesit boyutlarını, analitik ve ABAQUS sonlu elemanlar yöntemi ile sayısal olarak incelemişlerdir. Bu çalışmada, mukavemet koşulları gözetiminde malzeme maliyetlerini azaltmak amacıyla, uygulanan eğik eğilme momentinin neden olduğu RHS'deki maksimum etkili gerilimi en aza indirme konseptine dayalı bir analitik prosedür geliştirilmiştir [15]. Dundar ve Nuraliyev, düzgün olmayan cidar kalınlığına sahip delikli kare içi boş profillerin eksenel basınç altında yerel burkulma davranışının

değerlendirilmesi üzerine parametrik bir çalışma yapmışlardır. Düzgün olmayan cidar kalınlığına sahip içi boş kare kesitliler (SHSs)'in yerel burkulma davranışı üzerinde deliklerin etkisini incelemişlerdir. Doğrusal elastik özdeğer burkulması ve elastoplastik burkulma analizleri ABAQUS mühendislik sonlu elemanlar kodu kullanılarak uygulanmış ve analitik çözümleri doğruladığını raporlamışlardır [16]. Literatür incelenmesi sonucu, kutu şekilli kısa kolonların optimum en kesit tasarımının sadece mukavemet dayanımına göre, kutu şekilli uzun kolonların ise sadece genel burkulma koşulları gözetiminde yapıldığı görülmüştür. Mevcut çalışmalardan farklı olarak bu makalede kutu şekilli kısa kolonların en kesit tasarımı; hem mukavemet dayanımı hem de yerel burkulma koşulları gözetiminde, kutu şekilli uzun kolonların en kesit tasarımı ise hem mukavemet dayanımı hem de genel burkulma koşulları gözetiminde yapılmıştır. Bunun için mukavemet ve burkulma koşulları tek bir denklemde birleştirilerek her bir kolon için kombine dayanım şartı tanımlamıştır. Geliştirilen geometrik en kesit tasarım modeli kullanılarak kısa ve uzun kolonların en kesit parametrelerini belirlemek için yeni bir analitik prosedür önerilmiştir.

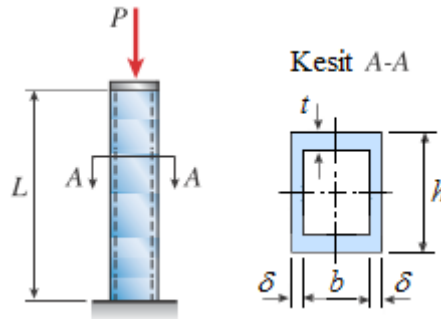
2. KISA KUTU KOLONLARIN OPTİMUM EN KESİT TASARIMI

Makine ve yapı elamanlarının esas tasarım ilkelerinden biri, onların kütlelerini azaltmakla daha hafif ve daha az maliyetli konstrüksiyonların elde edilmesidir. Buna erişmek için genelde bu elamanların en kesit alanlarının minimize edilmesi yolu izlenilmektedir. Ele alınan kutu kesitli kısa kolonun (Şekil 1) kütsel olarak optimum sayılabilmesi için genel mukavemet ve lokal burkulma dayanımlarını tek bir denklem ile ifade ederek elde edilen kombine dayanım şartı, denklem 1 gözetiminde seçilen en kesit parametreleri, minimum kesit alanı denklem 2'yi sağlamış olması gerekmektedir.

$$\left. \begin{array}{l} \sigma_{\max} \leq \sigma_{\text{allow}} \\ \frac{\sigma_{\text{cr1}}}{S} \geq \sigma_{\max} \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \sigma_{\max} \leq \frac{\sigma_{\text{cr1}}}{S} \leq \sigma_{\text{allow}} \\ \sigma_{\max} \leq \sigma_{\text{allow}} \leq \frac{\sigma_{\text{cr1}}}{S} \end{array} \right. \quad (1)$$

$$A(h, b, \delta, t) = A_{\min} \quad (2)$$

Burada σ_{\max} , kutu kesitte oluşan maksimum basma gerilmesi, σ_{cr1} , kritik lokal burkulma gerilmesi, S , emniyet katsayısı, σ_{allow} , emniyet gerilmesi, A_{\min} , kutu kesitin minimum alanı, h, b, δ ve t , sırasıyla kutu kesitin yüksekliği, genişliği, web ve flanş kalınlıklarıdır.



Şekil 1. Kutu şekilli kısa kolon

Kombine dayanım şartı denklem 1'den görüldüğü üzere, mukavemet dayanım şartını ($\sigma_{\max} \leq \sigma_{\text{allow}} = \frac{\sigma_{\text{yield}}}{S}$) sağlayan gerçek bir kısa kutu kolon tasarımı, aynı zamanda bu kolonu oluşturan web ve flanş için lokal (yerel) burkulma şartını da ($\frac{\sigma_{\text{cr1}}}{S} \geq \sigma_{\max}$) sağlamak zorundadır. Bu şartlar tek bir denklem ile yazılarak birleştirildiğinde iki farklı durum ortaya çıkmaktadır. Durumların birinde $\frac{\sigma_{\text{cr1}}}{S} \leq \sigma_{\text{allow}}$ ($\sigma_{\text{cr1}} \leq \sigma_{\text{yield}}$) olurken, diğerinde de $\frac{\sigma_{\text{cr1}}}{S} \geq \sigma_{\text{allow}}$ ($\sigma_{\text{cr1}} \geq \sigma_{\text{yield}}$) olmaktadır. Denklem 1'den görüldüğü üzere kombine dayanım şartı ile tasarlanan sağlam bir kısa kutu kolonda σ_{cr1} lokal burkulma gerilmesi, malzemenin σ_{yield} basma akma sınırından küçük olabilir. Bununla birlikte, σ_{cr1} gerilmesinin, malzemenin σ_{yield} basma akma sınırından çok küçük olması hiç de arzu edilemez. Çünkü bu zaman $\sigma_{\text{cr1}} < \sigma_{\max}$ durumu ortaya çıkabilir ve mukavemet dayanımına göre taşıma kapasitesine ulaşmadan malzemenin lokal stabilizesi erken bozulur ki, bu da ekonomik açıdan uygun sayılamaz. Buna göre, bu çalışmada kutu kolonun en kesit parametrelerini optimize etmek suretiyle, σ_{cr1} gerilmesinin yükseltilmesine ve aynı zamanda lokal stabilitenin de sağlanmasına çalışılmıştır. Bu nedenle (1) kombine dayanım şartı, kısa kutu kolonlarda sınır durumu için denklem 3 şeklinde ele alınmıştır.

$$\sigma_{\max} = \frac{\sigma_{\text{cr1}}}{S} = \sigma_{\text{allow}} \quad (3)$$

Eksenel merkezi P yüküyle basılan bir kutu kolonda ortaya çıkan maksimum normal gerilme denklem 4'de verilmiştir.

$$\sigma_{\max} = \frac{P}{A} = \frac{P}{2(\delta h + tb)} \quad (4)$$

Kutu kesit elemanları olan web ve flanşı lokal burkulmaya zorlayan normal gerilmenin kritik değerleri (5) ve (6) denklemleri ile hesaplanabilmektedir.

$$\sigma_{\text{crw}} = k_w \frac{\pi^2 E}{12(1-\nu^2)} \left(\frac{\delta}{h}\right)^2 = k_w c S \left(\frac{\delta}{h}\right)^2 \quad (5)$$

$$\sigma_{\text{crf}} = k_f \frac{\pi^2 E}{12(1-\nu^2)} \left(\frac{t}{b}\right)^2 = k_f c S \left(\frac{t}{b}\right)^2 \quad (6)$$

Burada k_w , k_f - sırasıyla web ve flanş için burkulma katsayıları, ν - poisson oranıdır. c – bir sabit olup aşağıdaki ifadeyi temsil etmektedir.

$$c = \frac{\pi^2 E}{12(1-\nu^2)S} \quad (7)$$

(4), (5) ve (6) denklemleri sınır durumu için (3) kombine dayanım şartında yazılarak A , t ve δ 'nın minimum emniyetli değerleri (8), (9) ve (10) şeklinde yazılmıştır.

$$A_{\min} = \frac{P}{\sigma_{\text{allow}}} \quad (8)$$

$$t_{\min} = b \left(\frac{\sigma_{\text{allow}}}{ck_f}\right)^{1/2} \quad (9)$$

$$\delta_{\min} = h \left(\frac{\sigma_{\text{allow}}}{ck_w}\right)^{1/2} \quad (10)$$

(9) ve (10) denklemlerini taraf tarafa bölüp sınır durumu için $\frac{k_w}{k_f}$ lokal burkulma katsayıları oranı ile $\frac{h}{b}$ ve $\frac{t}{\delta}$ boyutsuz kutu kesit parametreleri arasındaki bağıntı, (11) şeklinde yazılmıştır.

$$\left(\frac{h}{b}\right)^2 \left(\frac{t}{\delta}\right)^2 - \frac{k_w}{k_f} = 0 \quad (11)$$

Lokal burkulma katsayıları için Kroll tarafından sunulan diyagramlar incelendiğinde, gerçek bir $\frac{k_w}{k_f}$ lokal burkulma katsayıları oranına karşılık gelen ve (11) eşitliğini sağlayan, birçok $\left(\frac{h}{b}, \frac{t}{\delta}\right)$ kombinasyonlarının olduğunu görebiliriz [17]. Fakat bu kombinasyonlardan, yalnızca kutu kesit alanı için (2) kriterini ($A = A_{\min}$) sağlayan $\frac{h}{b}$ ve $\frac{t}{\delta}$ değerleri, en uygun/optimum boyutsuz kutu kesit parametreleri olacaktır. (11) bağıntısını kullanarak kutu kesit alanı, (12) ve (13) amaç fonksiyonları aşağıdaki şekillerde yazılmıştır.

$$A = 2(\delta h + tb) = 2\delta b \left[\frac{h}{b} + \frac{b}{h} \left(\frac{k_w}{k_f}\right)^{1/2} \right] \rightarrow \min \quad (12)$$

$$A = 2(\delta h + tb) = 2ht \left[\frac{\delta}{t} + \frac{t}{\delta} \left(\frac{k_f}{k_w}\right)^{1/2} \right] \rightarrow \min \quad (13)$$

Minimum kesit alanını sağlayan $\left(\frac{h}{b}\right)$ ve $\left(\frac{t}{\delta}\right)$ boyutsuz kesit parametreleri, aşağıdaki $\frac{\partial A}{\partial(h/b)} = 0$ ve $\frac{\partial A}{\partial(\delta/t)} = 0$ denklemlerinden belirlenebilirler.

$$\frac{\partial A}{\partial(h/b)} = 0 \Rightarrow 2\delta b \left[1 - \frac{b^2}{h^2} \left(\frac{k_w}{k_f}\right)^{1/2} \right] = 0 \quad (14)$$

$$\frac{\partial A}{\partial(\delta/t)} = 0 \Rightarrow 2ht \left[1 - \frac{t^2}{\delta^2} \left(\frac{k_f}{k_w}\right)^{1/2} \right] = 0 \quad (15)$$

(14) ve (15) denklemleri çözülerek boyutsuz kesit parametreleri için (16) eşitlikleri bulunmuştur.

$$\frac{h}{b} = \left(\frac{k_w}{k_f}\right)^{1/4}, \quad \frac{t}{\delta} = \left(\frac{k_w}{k_f}\right)^{1/4} \quad (16)$$

En uygun/optimum kutu kesitini belirlemek için $A(h, b, \delta, t) = A_{\min}$ optimizasyon kriteri, (8) ve (16) denklemleri dikkate alınmakla birlikte (17) şeklinde yazılmıştır

$$A(h, b, \delta, t) = A_{\min} \Rightarrow 4\delta h = \frac{P}{\sigma_{\text{allow}}} \quad (17)$$

Son eşitlikten en uygun/optimum kutu kesitin yüksekliği, (10) denklemi dikkate alınarak aşağıdaki şekilde elde edilmiştir.

$$h = \frac{1}{2} \left(\frac{P^2 c k_w}{\sigma_{\text{allow}}^3} \right)^{1/4} \quad (18)$$

(18) denklemi, (16)'da yerine yazılarak optimum kutu kesitin en uygun genişliği için (19) denklemi bulunmuştur.

$$b = \frac{1}{2} \left(\frac{P^2 c k_f}{\sigma_{\text{allow}}^3} \right)^{1/4} \quad (19)$$

En uygun/optimum kutu kesit parametrelerini (h, b, δ, t) belirlemek için (9), (10), (18) ve (19) denklemlerinin içerdiği k_w ve k_f burkulma katsayılarının bilinmesi gerekir. Fakat bu katsayıların kendilerinin de bilinmeyen h, b, δ, t kesit parametrelerine bağlı olmasıyla daha karmaşık hale gelen söz konusu optimum tasarımın gerçekleştirilebilmesi için bir sıra matematik ve geometrik işlemler yapılmıştır. (16) eşitliklerinden görüldüğü üzere, eksenel merkezi basınca zorlanan en uygun/optimum kutu kesitin parametreleri arasında (20) şeklinde bir bağıntı vardır.

$$\frac{h}{b} = \frac{t}{\delta} \Rightarrow \frac{\delta}{b} = \frac{t}{h} = m \quad (20)$$

Burada m , en uygun/optimum kutu kesiti karakterize eden boyut faktörü olup $m > \frac{1}{2}$ değerlerini alabilir. $t = mh$ ile (9) denkleminin ve $\delta = mb$ ile de (10) denkleminin eşitlenmesinden $\frac{h}{b}$ boyutsuz kutu kesit parametresi, m faktörüne bağlı olarak iki eşdeğer denklem ile yazılmıştır.

$$\frac{h}{b} = \frac{1}{m} \left(\frac{\sigma_{\text{allow}}}{c k_f} \right)^{1/2} = m \left(\frac{c k_w}{\sigma_{\text{allow}}} \right)^{1/2} \quad (21)$$

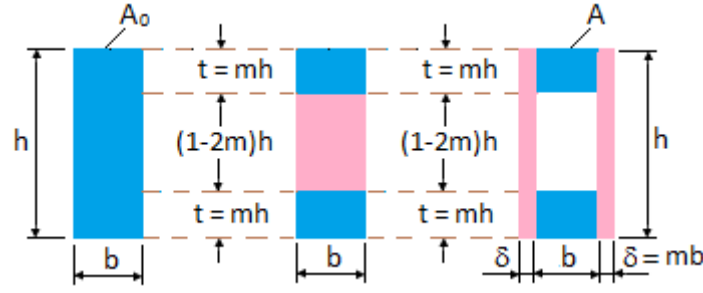
Son (21) eşitliğinden $\frac{\sigma_{\text{cr1}}}{S} = \sigma_{\text{allow}}$ veya $\sigma_{\text{cr1}} = \sigma_{\text{yield}}$ sınır durumu için optimum kutu kesitin lokal stabilitesini karşılayan burkulma katsayılarının çarpımı, aşağıdaki şekilde elde edilmiştir.

$$k_w k_f = \left(\frac{1}{m}\right)^4 \left(\frac{\sigma_{\text{allow}}}{c}\right)^2 \quad (22)$$

m boyut faktörüne sahip olan en uygun/optimum kutu kesitin bir özelliği, onu oluşturan web ve flanşların alanlarının bir birine eşit olması ($\delta h = tb$) ise, diğer bir önemli özelliği onun en kesit alanının (A), $h \times b$ boyutlarında dolu bir dikdörtgenin alanının (A_0), $4m$ katına eşit olmasıdır. Bunu (23) denkleminde kolayca görebiliriz.

$$A = 2bh \left(\frac{\delta}{b} + \frac{t}{h} \right) = 4mbh = 4mA_0 \quad (23)$$

(23) eşitliğinin geometrik anlamı, Şekil 2'de sunulan "Geometrik En Kesit Tasarım Modeli" üzerinden izah edilebilir. Bu tasarım modeline göre, m boyut faktörüne sahip en uygun/optimum kutu kesit, $h \times b$ boyutlarında dolu bir dikdörtgen kesitin orta kısmının $(1 - 2m)h$ yükseklikte simetrik çıkarılarak, dikdörtgenin kendi yanlarına eklenmesi yoluyla elde edilen kutu kesittir.



Şekil 2. Kutu için geometrik en kesit tasarım modeli

Eklenen alanın (A_{ek}), çıkarılan alana ($A_{çık}$) oranı geometrik en kesit tasarım modeli üzerinden aşağıdaki gibi yazılmıştır.

$$\frac{A_{ek}}{A_{çık}} = \frac{2mbh}{(1-2m)bh} = \frac{2m}{(1-2m)} \quad (24)$$

Dolu dikdörtgen ile mukayesede kutu en kesit alanından elde edilen tasarruf, denklem 25 ile belirlenebilmektedir.

$$\frac{A_0 - A}{A_0} = \frac{A_{çık} - A_{ek}}{A_0} = 1 - 4m \quad (25)$$

Örneğin, (24) ile $m = 1/4$ boyut faktörü için $\frac{A_{ek}}{A_{çık}} = 1$, $m = 1/8$ boyut faktörü için ise $\frac{A_{ek}}{A_{çık}} = 1/3$ bulunur. Bunlar o anlama gelir ki, $m = 1/4$ boyut faktörüne sahip en uygun kutu kesit elde etmek için dolu dikdörtgenden çıkarılan alanın tamamı, dikdörtgenin yanlarına eklenmelidir. Eğer $m = 1/8$ boyut faktörüne sahip en uygun kutu kesit elde etmek istenir ise o halde, çıkarılan alanın yalnız 1/3 kısmı, dikdörtgenin yanlarına eklenmelidir. m boyut faktörünün bazı değerleri için (23), (24) ve (25) denklemleri ile yapılan hesaplamaların sonuçları, Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Geometrik tasarım modeli ile oluşturulan en uygun bazı kutu kesit alanları

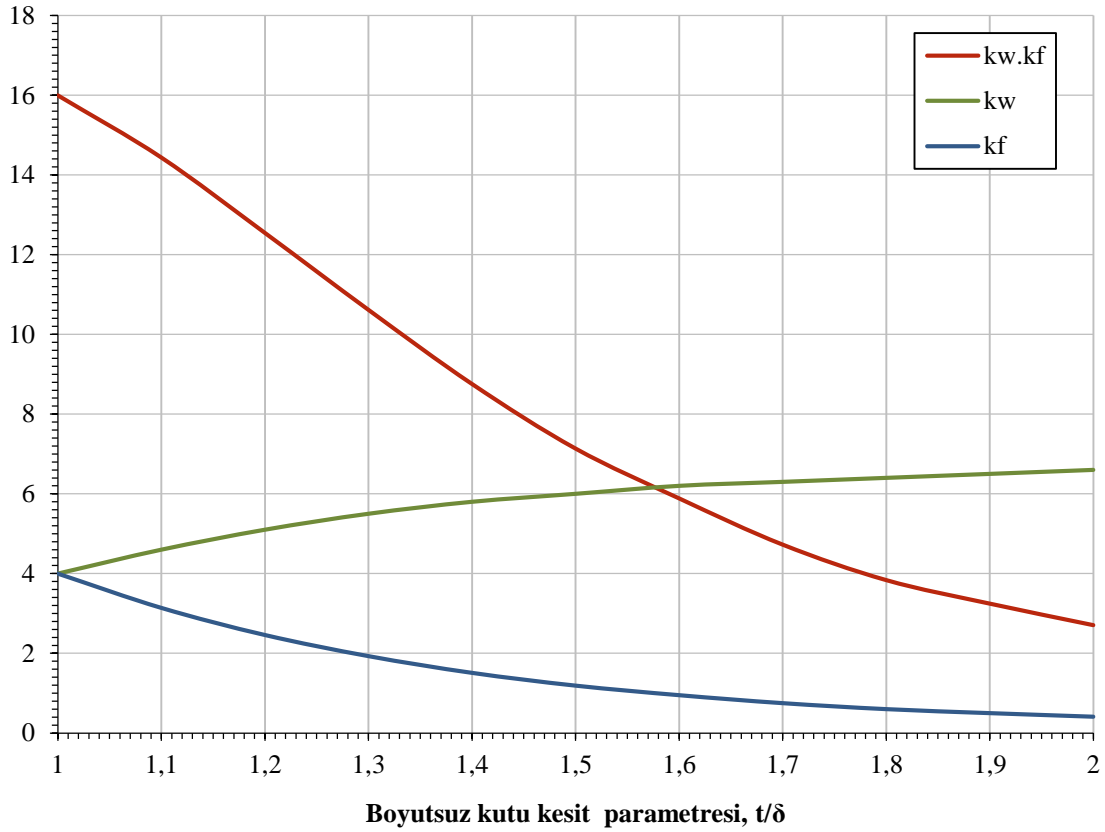
Boyut Faktörü, m	Çıkarılan Alan, $A_{çık}$	Eklenen Alan, A_{ek}	$A_{ek}/A_{çık}$ Oranı	En Uygun Kutu Kesit Alanı, A	Elde Edilen Tasarruf, $\frac{A_0 - A}{A_0}$
1/3	$1/3 A_0$	$2/3 A_0$	2	$4/3 A_0$	-
1/4	$1/2 A_0$	$1/2 A_0$	1	$1/1 A_0$	0
1/5	$3/5 A_0$	$2/5 A_0$	$2/3$	$4/5 A_0$	$1/5 A_0$
1/6	$2/3 A_0$	$1/3 A_0$	$1/2$	$2/3 A_0$	$1/3 A_0$
1/7	$5/7 A_0$	$2/7 A_0$	$2/5$	$4/7 A_0$	$3/7 A_0$
1/8	$3/4 A_0$	$1/4 A_0$	$1/3$	$1/2 A_0$	$1/2 A_0$
1/10	$4/5 A_0$	$1/5 A_0$	$1/4$	$2/5 A_0$	$3/5 A_0$

Tablo 1'den görüldüğü üzere, m boyut faktörüne bağlı olarak, farklı A alanına sahip çoklu sayıda kutu kesit elde edilebilir. Fakat $\frac{1}{4} < m < \frac{1}{2}$ aralığına giren m değerleri için elde edilen kutu kesitlerin hiçbiri en uygun kutu kesitler sayılamaz. Çünkü bu aralıkta $A > A_0$ olduğundan ortaya çıkan zarardan dolayı ekonomik açıdan arzu olunan bir durum değildir. Şöyle ki, Geometrik Tasarım Modeline göre en uygun/optimum kutu kesitin alanı (A) en fazla, dolu dikdörtgen kesitin alanına (A_0) eşit olabilir. Bu durum ($A = A_0$), m boyut faktörü $1/4$ alındığında ortaya çıkar. Eğer $m = 1/5$ alınırsa, kutu kesitin alanı, dolu dikdörtgen kesitin alanının %80 ini, $m = 1/8$ alınırsa ise %50'sini teşkil eder. Bununla birlikte $1 \leq t/\delta \leq 2$ aralığına giren bir tasarım durumu için m boyut faktörü, (22) stabilite denkleminde, $2.71 \leq k_w k_f \leq 16$ aralığını sağlayacak şekilde seçilmelidir (Bakınız Tablo 2 veya Şekil 3).

Eksenel basınca maruz en uygun/optimum kutu kesit için k_w lokal burkulma katsayısı, bazı $t/\delta = h/b \geq 1$ değerleri için, Kroll tarafından sunulan diyagramlar üzerinden okunmuş, k_f ise (11) denkleminde hesaplanarak Tablo 2'de ve grafiksel olarak da Şekil 3'de verilmiştir.

Tablo 2. En uygun kutu kesit için lokal burkulma katsayıları ve $k_w \cdot k_f$ çarpımı

Kutu kesit cidar kalınlıkları oranı	Kroll Diyagramları üzerinden okunan, k_w değerleri	(11) formülü ile hesaplanan, k_f değerleri	Burkulma katsayılarının çarpımı
t/δ	k_w	k_f	$k_w k_f$
1.00	4.00	4.00	16.00
1.10	4.60	3.14	14.44
1.20	5.10	2.46	12.55
1.30	5.50	1.93	10.62
1.40	5.80	1.51	8.76
1.50	6.00	1.19	7.14
1.60	6.20	0.95	5.89
1.70	6.30	0.75	4.73
1.80	6.40	0.60	3.84
1.90	6.50	0.50	3.25
2.00	6.60	0.41	2.71

**Şekil 3.** En uygun kutu kesit için $k_w = f\left(\frac{t}{\delta}\right)$, $k_f = f\left(\frac{t}{\delta}\right)$ ve $k_w k_f = f\left(\frac{t}{\delta}\right)$ diyagramları

3. UZUN KUTU KOLONLARIN OPTİMUM EN KESİT TASARIMI

Uzun kolonların optimum tasarımı için, özünde hem genel mukavemeti ve hem de global (genel) burkulma koşullarını ihtiva eden kombine dayanım şartı aşağıdaki şekilde ele alınmıştır.

$$\sigma_{\max} = \frac{\sigma_{\text{crg}}}{S} \leq \sigma_{\text{allow}} \quad (26)$$

Burada σ_{crg} , uzun kolonlarda kritik global burkulma gerilmesidir. S, emniyet katsayısı için statik yüklemde 3...6, değişken veya dinamik yüklemde ise 8...10 değerleri alınmaktadır.

(26) kombine dayanım şartında yer alan $\frac{\sigma_{crg}}{S} = \sigma_{allow}$ veya $\sigma_{crg} = S\sigma_{allow} = \sigma_{yield}/2$ eşitliği, yalnızca kolon narinlik oranının λ_0 limit değerinin belirlenmesinde geçerli olup, uzun veya Euler Kolonlar için $\lambda > \lambda_0$ şartının sağlanması söz konusudur. Kısa kutu kolonlar için oluşturulan en kesit tasarım modeli, uzun kolonların optimum tasarımında da geçerlidir. Aralarındaki fark, uzun kolonlarda $\frac{\delta}{b}$ ve $\frac{t}{h}$ boyut faktörlerinin her zaman birbirine eşit olmamasıdır. Uzun kolonların optimum tasarımında izlenen yol; önerilen tasarım modeline göre, en kesit alanı, aynı boyutlara sahip (h, b) dolu bir dikdörtgenin alanının belli bir yüzdesine eşit olan, öyle bir kutu kesitin aranmasından ibarettir ki, bu kutu kesitte ortaya çıkan global burkulma gerilmesi, kendisinin en büyük değerine ulaşmış olsun ve aynı zamanda (26) kombine dayanım şartı da sağlanmış olsun. Söylenilenlere uygun olarak, en iyi optimum tasarım için gerekli amaç fonksiyonu, (27) denklemi ile yazılmıştır.

$$\sigma_{crg} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} = \frac{\pi^2 E}{(L_e/r)^2} = \frac{\pi^2 EI}{AL_e^2} \Rightarrow \text{Max} \quad (27)$$

Burada $\lambda = L_e/r$, narinlik oranı, $L_e = kL$, kolonun etkili veya serbest burkulma boyu, k, etkili boy faktörü, L, kolonun uzunluğu, $r = \sqrt{I/A}$, eğilme düzlemindeki kutu kesitin atalet yarıçapı, I, eğilme düzlemindeki kutu kesitin atalet momentidir.

En kesit tasarım modeli üzerinden, dolu dikdörtgen kesitle mukayesede tasarım gereksinimi istenen, kolon en kesit alanındaki azalma oranı veya tasarruf, (28) şeklinde yazılmıştır.

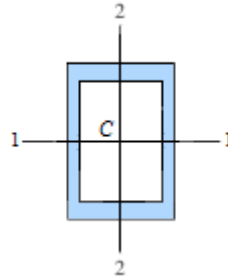
$$\frac{A_0 - A}{A_0} = \frac{A_{c1k} - A_{ek}}{A_0} = \frac{A_0 \left[\left(1 - 2\frac{t}{h}\right) - 2\frac{\delta}{b} \right]}{A_0} = 1 - 2 \left(\frac{\delta}{b} + \frac{t}{h} \right) \Rightarrow \alpha = 2 \left(\frac{\delta}{b} + \frac{t}{h} \right) \quad (28)$$

Burada $\alpha = \frac{A}{A_0}$, kutu kesit alanının, dolu dikdörtgen kesit alanının ne kadarını kapsadığını gösteren katsayı olup teorik olarak en fazla $\alpha = 1$ değerini alabilir.

(27) amaç fonksiyonunu, (26) ve (28) şartlarını sağlayan en uygun/optimum kutu kesit aynı zamanda mesnetlenme şekillerine bağlı olarak kolonların 1-1 ve 2-2 simetri eksenlerinden geçen eğilme düzlemlerinde burkulması ihtimali göz önünde bulundurularak, her iki burkulma modu için global kritik gerilmelerin eşitliğini de sağlamak zorundadırlar (Şekil 4).

$$\sigma_{crg1} = \sigma_{crg2} \Rightarrow \lambda_1 = \lambda_2 \Rightarrow \frac{L_{e1}}{r_1} = \frac{L_{e2}}{r_2} \Rightarrow I_1 = \left(\frac{L_{e1}}{L_{e2}} \right)^2 I_2 \quad (29)$$

Burada $L_{e1} = k_1 L$ ve $L_{e2} = k_2 L$, sırasıyla 1 ve 2 burkulma modunda kolonun serbest burkulma boyları, k_1 ve k_2 , sırasıyla 1 ve 2 burkulma modunda etkili boy faktörleri, r_1 ve r_2 , sırasıyla 1 ve 2 burkulma modunda atalet yarıçapları, I_1 ve I_2 , sırasıyla 1 ve 2 burkulma modunda kesit atalet momentleridir.



Şekil 4. 1-1 ve 2-2 merkezi simetrik eksenlere sahip kutu kolon kesiti

(29) eşitliğini sağlayan en uygun kutu en kesit parametreleri arasındaki bağıntı, (31) denklemi şeklinde belirlenmiştir.

$$I_1 = \left(\frac{L_{e1}}{L_{e2}} \right)^2 I_2 \Rightarrow \frac{bh^3}{12} \left[1 + \frac{2\delta}{b} - \left(1 - \frac{2t}{h} \right)^3 \right] = \left(\frac{L_{e1}}{L_{e2}} \right)^2 \frac{hb^3}{12} \left[\left(1 + \frac{2\delta}{b} \right)^3 + \frac{2t}{h} - 1 \right] \quad (30)$$

$$\frac{h}{b} = \frac{L_{e1}}{L_{e2}} \left[\frac{(1+2\delta/b)^3 + 2t/h - 1}{1+2\delta/b - (1-2t/h)^3} \right]^{1/2} \quad (31)$$

En uygun/optimum kutu en kesit parametreleri aynı zamanda (26) kombine dayanım şartında yer alan $\sigma_{max} = \frac{\sigma_{crg}}{S}$ eşitliğini sağlamak zorundadırlar. Bu eşitlik; burkulma modu 2 için (32) şeklinde yazılmıştır

$$\sigma_{crg2} = S\sigma_{max} \Rightarrow \frac{\pi^2 EI_2}{AL_{e2}^2} = \frac{SP}{A} \Rightarrow I_2 = \frac{SPL_{e2}^2}{\pi^2 E} \Rightarrow$$

$$\frac{hb^3}{12} \left[\left(1 + \frac{2\delta}{b}\right)^3 + \frac{2t}{h} - 1 \right] = \frac{SPL_{e2}^2}{\pi^2 E} \quad (32)$$

(31) ve (32) denklemlerini birlikte çözerek en uygun kutu en kesit genişliği için aşağıdaki analitik ifade elde edilmiştir.

$$b = \left\{ \frac{12SPL_{e2}^3 [1 + 2\delta/b - (1 - 2t/h)^3]^{1/2}}{\pi^2 EL_{e1} [(1 + 2\delta/b)^3 + 2t/h - 1]^{3/2}} \right\}^{1/4} \quad (33)$$

Kutu en kesit parametreleri arasında elde edilen (31) ve (33) bağıntıları, dört değişkenli optimum dizayn problemini, δ/b ve t/h boyut faktörleri ile ilgili iki değişkenli bir probleme düşürmeye imkan sağlamaktadır. Optimum dizayn probleminin çözümü için Lagrange Bilinmeyen Çarpanlar yöntemi kullanılmıştır. (27) ve (28) denklemleri ile Lagrangenin dönüştürülmüş amaç fonksiyonu, (34) yazılmıştır.

$$\Phi = \left\{ \frac{E\pi^2 h^2 [1 + 2\delta/b - (1 - 2t/h)^3]}{24L_{e1}^2 (\delta/b + t/h)} + \lambda \left[\frac{A_0 - A}{A_0} + 2 \left(\frac{\delta}{b} + \frac{t}{h} \right) - 1 \right] \right\} \Rightarrow \text{Max} \quad (34)$$

(34) fonksiyonunun ekstrem değerini sağlayan δ/b ve t/h boyutsuz kesit parametrelerinin optimum değerleri, $\frac{\partial \Phi}{\partial (\delta/b)} = 0$ ve $\frac{\partial \Phi}{\partial (t/h)} = 0$ denklemleri çözülerek belirlenebilirler.

$$\begin{cases} \frac{\partial \Phi}{\partial (t/h)} = \frac{E\pi^2 h^2 [6(1 - 2t/h)^2 (\delta/b + t/h) - 1 - 2\delta/b + (1 - 2t/h)^3]}{24L_{e1}^2 (\delta/b + t/h)^2} + 2\lambda = 0 \\ \frac{\partial \Phi}{\partial (\delta/b)} = \frac{E\pi^2 h^2 [2(\delta/b + t/h) - 1 - 2\delta/b + (1 - 2t/h)^3]}{24L_{e1}^2 (\delta/b + t/h)^2} + 2\lambda = 0 \\ \frac{\partial \Phi}{\partial \lambda} = \frac{A_0 - A}{A_0} + 2 \left(\frac{\delta}{b} + \frac{t}{h} \right) - 1 = 0 \end{cases} \quad (35)$$

(35) sisteminin 1. ve 2. denklemleri birlikte çözülerek t/h optimum boyut faktörü için 0.2 ve 0.8 değerleri elde edilmiştir.

$$6(t/h)^2 - 6(t/h) + 1 = 0 \Rightarrow t/h \approx 0.20 \text{ ve } t/h \approx 0.80 \quad (36)$$

t/h boyut faktörü için bulunan 0.80 değeri, gerçek bir değer olmadığı için, yalnızca $t/h = 0.20$ boyut faktörüne sahip olan kutu kesitin, en uygun/optimum kutu kesit olduğu görülmüştür. Söz konusu kutu kesit için optimum δ/b oranı (35) denklem sisteminin 3. denkleminde belirlenebilir.

$$\frac{\delta}{b} = \frac{1}{2}\alpha - \frac{t}{h} = \frac{1}{2}\alpha - 0.20 \quad (37)$$

Son eşitlikten görüldüğü üzere en uygun/optimum kutu kesitin alanı, dolu dikdörtgen kesitin alanının %40'ından daha az olamaz ($0.4 < \alpha \leq 1.0$). Yani dolu kesit ile mukayesede en fazla %60'ın altında bir tasarruf elde edilebilir. Söz konusu tasarrufu sağlayan en uygun/optimum kutu kesitin diğer boyutsuz faktörü olan $\frac{\delta}{b}$ 'nin aldığı değerler, (0, 0.3] aralığından ibarettir.

4. ÖRNEK UYGULAMALAR

4.1 Kısa kutu kolon için optimum en kesit tasarım örneği

Şekil 1'de verilen farklı duvar kalınlıklarına sahip kutu şekilli kısa kolonun optimum en kesit tasarımı istenmektedir. Verilenler: Kutu kolon malzemesi PLA (poliaktik asit plastik malzeme), elastik modülü $E = 1444$ MPa, akma dayanımı $\sigma_{yield} = 77$ MPa, poisson oranı $\nu = 0.4$, emniyet katsayısı $S = 1.5$, emniyet gerilmesi $\sigma_{allow} = 77/1.5 = 51.33$ MPa, eksenel basınç kuvveti $P = 50$ kN, boyut faktörü $m = \frac{1}{6}$.

$$c = \frac{\pi^2 E}{12(1-\nu^2)S} = \frac{\pi^2 1444}{12(1-0.4^2)1.5} = 942.57 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{1}{6} \text{ için } k_w k_f = \left(\frac{1}{m}\right)^4 \left(\frac{\sigma_{\text{allow}}}{c}\right)^2 = \left(\frac{1}{1/6}\right)^4 \left(\frac{51.33}{942.57}\right)^2 = 3.84$$

Tablo 2'den veya Şekil 3'de verilen diyagramlardan $k_w = 6.4$, $k_f = 0.6$ olarak okunur.

$$h = \frac{1}{2} \left(\frac{P^2 c k_w}{\sigma_{\text{allow}}^3}\right)^{1/4} = \frac{1}{2} \left(\frac{50000^2 \cdot 942.57 \cdot 6.4}{51.33^3}\right)^{1/4} = 51.38 \text{ mm}$$

$$b = \frac{1}{2} \left(\frac{P^2 c k_f}{\sigma_{\text{allow}}^3}\right)^{1/4} = \frac{1}{2} \left(\frac{50000^2 \cdot 942.57 \cdot 0.6}{51.33^3}\right)^{1/4} = 28.43 \text{ mm}$$

$$t = b \left(\frac{\sigma_{\text{allow}}}{c k_f}\right)^{1/2} = 28.43 \left(\frac{51.33}{942.57 \cdot 0.6}\right)^{1/2} = 8.57 \text{ mm}$$

$$\delta = h \left(\frac{\sigma_{\text{allow}}}{c k_w}\right)^{1/2} = 51.38 \left(\frac{51.33}{942.57 \cdot 6.4}\right)^{1/2} = 4.74 \text{ mm}$$

$$A = 2(\delta h + tb) = 2(4.74 \cdot 51.38 + 8.57 \cdot 28.43) = 974 \text{ mm}^2$$

$$A_0 = bh = 28.43 \cdot 51.38 = 1461 \text{ mm}^2$$

$$\frac{A_0 - A}{A_0} \cdot \%100 = \frac{1461 - 974}{1461} \cdot \%100 = \%33.3$$

Optimum parametrelere sahip, kutu kesitte oluşan maksimum basma gerilmesi ve kritik lokal burkulma gerilme değerleri:

$$\sigma_{\text{max}} = P/A = \frac{50000}{974} = 51.33 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{crw}} = k_w c s \left(\frac{\delta}{h}\right)^2 = 6.4 \cdot 942.57 \cdot 1.5 \cdot \left(\frac{4.74}{51.38}\right)^2 = 77 \text{ MPa}$$

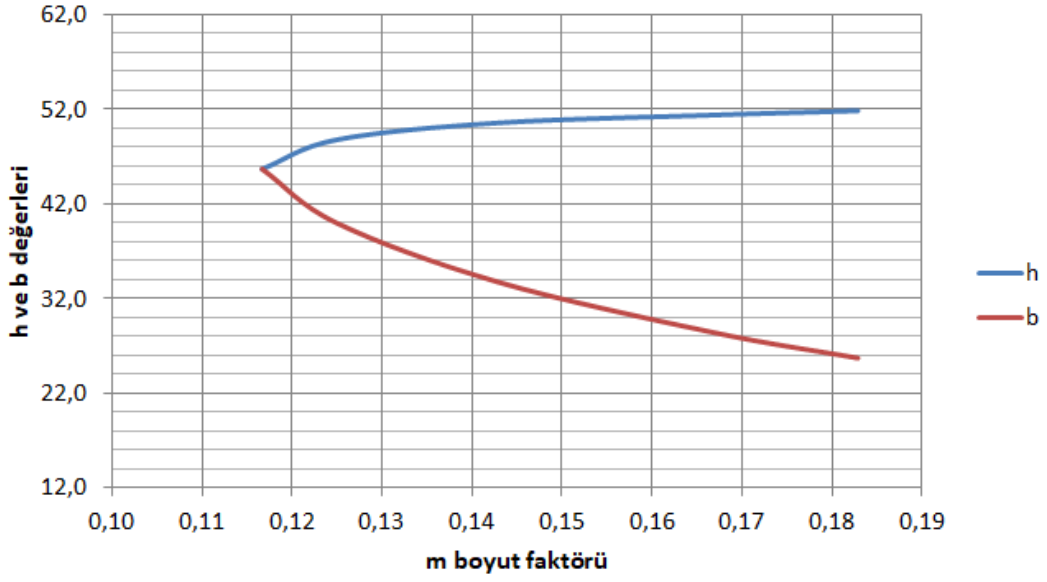
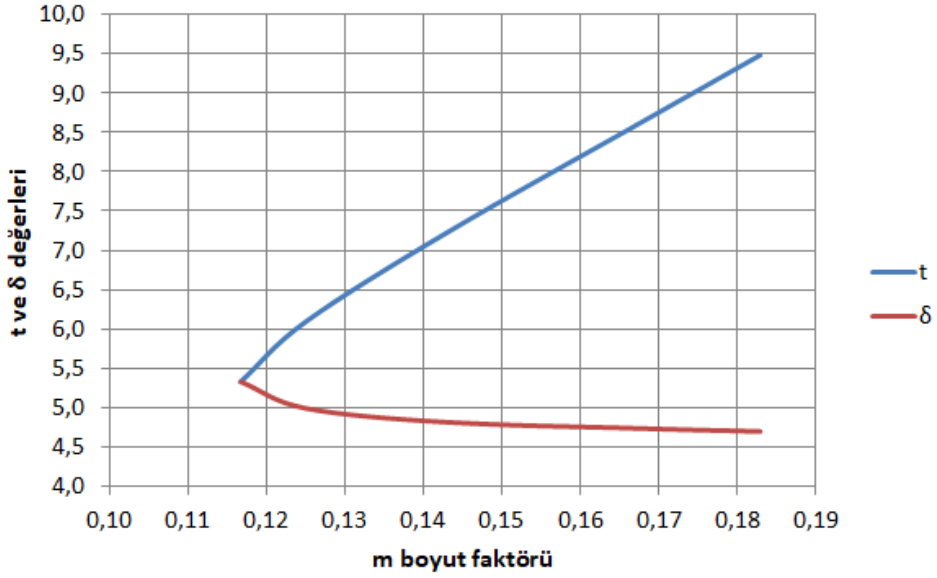
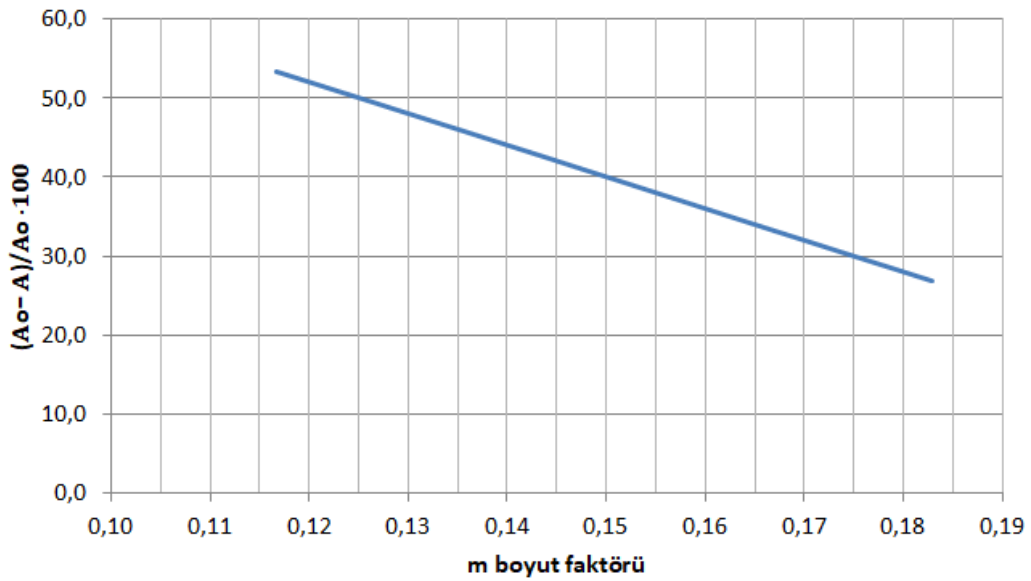
$$\sigma_{\text{crf}} = k_f c s \left(\frac{t}{b}\right)^2 = 0.6 \cdot 942.57 \cdot 1.5 \cdot \left(\frac{8.57}{28.43}\right)^2 = 77 \text{ MPa}$$

Görüldüğü üzere, kısa kutu kolon tasarımı için kabul edilmiş olan, sınır mukavemet dayanımını ve lokal stabiliteni kendinde ihtiva eden (3) kombine dayanım şartı, $\sigma_{\text{max}} = \frac{\sigma_{\text{cr1}}}{S} = \sigma_{\text{allow}} = 51.33 \text{ MPa}$ sağlanmış bulunmaktadır. Dolu dikdörtgen kesit ile mukayesede $\frac{A_0 - A}{A_0} \cdot \%100 = \frac{1461 - 974}{1461} \cdot \%100 = \%33.3$ tasarruf elde edilmiştir.

m boyut faktörünün diğer değerleri için yapılan hesap sonuçları, Tablo 3'te ve diyagram olarak da Şekil 5-7'de verilmiştir.

Tablo 3. Kısa kutu kolona ait m boyut faktörünün farklı değerleri için yapılan hesap sonuçları

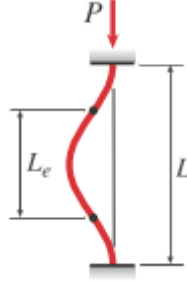
Sıra no	$m=t/h=\delta/b$	$k_w \cdot k_f$	k_w	k_f	h	b	t	δ	σ_{max}	σ_{crw}	σ_{crf}	$\frac{A_0 - A}{A_0} \cdot 100$
1	0,1829	2,65	6,63	0,40	51,836	25,690	9,479	4,698	51,33	77	77	26,9
2	0,1667	3,84	6,40	0,60	51,381	28,431	8,565	4,740	51,33	77	77	33,3
3	0,1429	7,12	6,00	1,19	50,558	33,740	7,218	4,817	51,33	77	77	42,9
4	0,1250	12,15	5,20	2,34	48,782	39,954	6,095	4,992	51,33	77	77	50,0
5	0,1167	16,00	4,00	4,00	45,685	45,685	5,331	5,331	51,33	77	77	53,3

Şekil 5. $h=f(m)$ ve $b=f(m)$ diyagramlarıŞekil 6. $t=f(m)$ ve $\delta=f(m)$ diyagramları

Şekil 7. m boyut faktörüne bağlı elde edilen tasarruf

4.2 Uzun kutu kolon için optimum en kesit tasarım örneği

Şekil 5'de görülen her iki ucu ankastre kutu kolonun en uygun-optimum en kesit tasarımı istenmektedir. Verilenler: Plastik malzeme PLA, $E = 1444 \text{ MPa}$, $\sigma_{\text{yield}} = 77 \text{ MPa}$, $S = 3$, $\sigma_{\text{allow}} = \frac{\sigma_{\text{yield}}/2}{S} = \frac{77/2}{3} = 12.83 \text{ MPa}$, $P = 4.50 \text{ kN}$, $L_{e1} = L_{e2} = 0.5 \cdot 500 = 250 \text{ mm}$, $\alpha = 0.90$



Şekil 8. Her iki ucu ankastre kutu kolon

$$\frac{t}{h} = 0.2, \quad \frac{\delta}{b} = \frac{1}{2}\alpha - \frac{t}{h} = \frac{0.90}{2} - 0.20 = 0.25$$

$$\frac{h}{b} = \frac{L_{e1}}{L_{e2}} \left[\frac{(1+2\delta/b)^3 + 2t/h - 1}{1+2\delta/b - (1-2t/h)^3} \right]^{1/2} = \frac{250}{250} \left[\frac{(1+2 \cdot 0.25)^3 + 2 \cdot 0.2 - 1}{1+2 \cdot 0.25 - (1-2 \cdot 0.2)^3} \right]^{1/2} = 1.47$$

$$b = \left\{ \frac{12SPL_{e2}^3 [1+2\delta/b - (1-2t/h)^3]^{1/2}}{\pi^2 E L_{e1} [(1+2\delta/b)^3 + 2t/h - 1]^{3/2}} \right\}^{1/4} = \left\{ \frac{12 \cdot 3 \cdot 4500 \cdot 250^3 [1+2 \cdot 0.25 - (1-2 \cdot 0.2)^3]^{1/2}}{\pi^2 \cdot 1444 \cdot 250 [(1+2 \cdot 0.25)^3 + 2 \cdot 0.2 - 1]^{3/2}} \right\}^{1/4} = 20.4 \text{ mm}$$

$$h = 1.47b = 1.47 \cdot 20.4 = 30 \text{ mm}$$

$$\delta = 0.25b = 0.25 \cdot 20.4 = 5.1 \text{ mm}$$

$$t = 0.2h = 0.2 \cdot 30 = 6 \text{ mm}$$

$$A = 2(\delta h + tb) = 2(5.1 \cdot 30 + 6 \cdot 20.4) = 550.8 \text{ mm}^2$$

$$A_0 = bh = 20.4 \cdot 30 = 612 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{\text{max}} = \frac{P}{A} = \frac{4500}{550.8} = 8.17 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{cr}} = \frac{P_{\text{cr}}}{A} = \frac{P \cdot S}{A} = \frac{4500 \cdot 3}{550.8} = 24.5 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{cr}} = \frac{E\pi^2 h^2 [1+2\delta/b - (1-2t/h)^3]}{24L_{e1}^2 (\delta/b + t/h)} = \frac{1444\pi^2 \cdot 30^2 [1+2 \cdot 0.25 - (1-2 \cdot 0.2)^3]}{24 \cdot 250^2 (0.25 + 0.2)} = 24.4 \text{ MPa}$$

$$I_1 = I_2 = \frac{hb^3}{12} \left[\left(1 + \frac{2\delta}{b}\right)^3 + \frac{2t}{h} - 1 \right] = \frac{30 \cdot 20.4^3}{12} [(1 + 2 \cdot 0.25)^3 + 2 \cdot 0.2 - 1] = 58897 \text{ mm}^4$$

$$r_1 = r_2 = \sqrt{\frac{I_2}{A}} = \sqrt{\frac{58897}{550.8}} = 10.34 \text{ mm}$$

$$\lambda_0 = \left(\frac{2\pi^2 E}{\sigma_{\text{yield}}} \right)^{1/2} = \left(\frac{2\pi^2 \cdot 1444}{77} \right)^{1/2} = 19.24$$

$$\lambda_1 = \lambda_2 = \frac{L_{e2}}{r_2} = \frac{250}{10.34} = 24.18 > \lambda_0 = 19.24$$

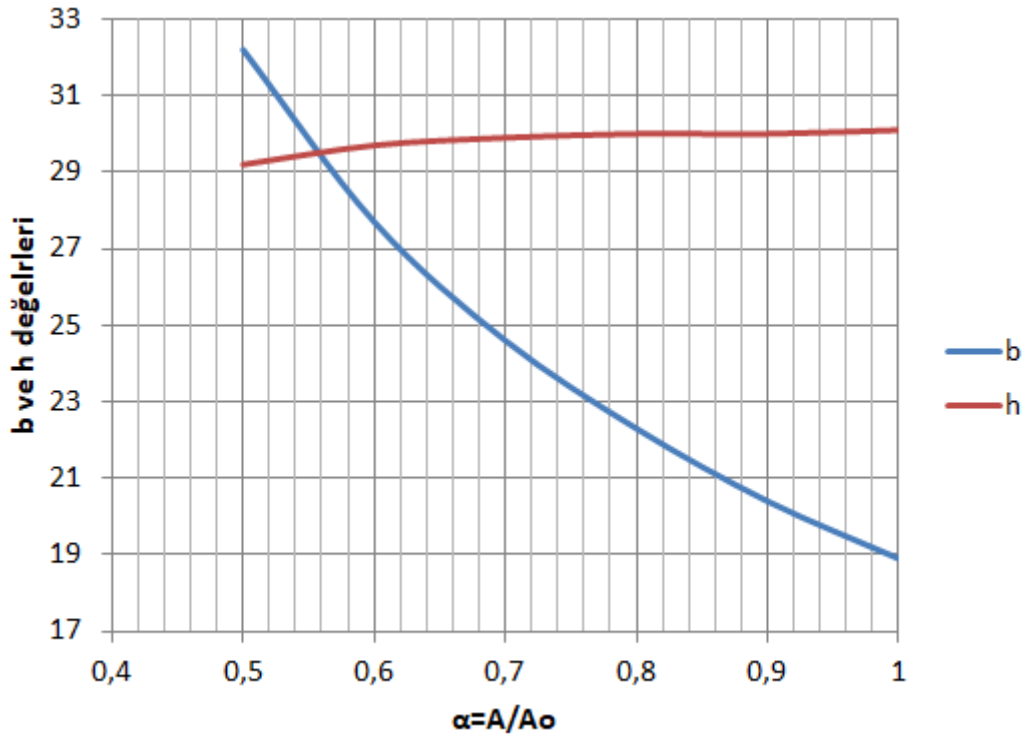
$$\frac{A_0 - A}{A_0} \cdot \%100 = \frac{612 - 550.8}{612} \cdot \%100 = \%10$$

Görüldüğü üzere, uzun kutu kolon tasarımı için kabul edilmiş olan, sınır mukavemet dayanımını ve global stabiliteni kendinde ihtiva eden (26) kombine dayanım şartı, $\sigma_{\max} = \frac{\sigma_{cr}}{S} = 8.17 \text{ MPa} < \sigma_{\text{allow}} = 12.83 \text{ MPa}$ sağlanmış bulunmaktadır. Dolu dikdörtgen kesit ile mukayesede $\frac{A_0 - A}{A_0} \cdot \%100 = \frac{612 - 550.8}{612} \cdot \%100 = \%10$ tasarruf elde edilmiştir.

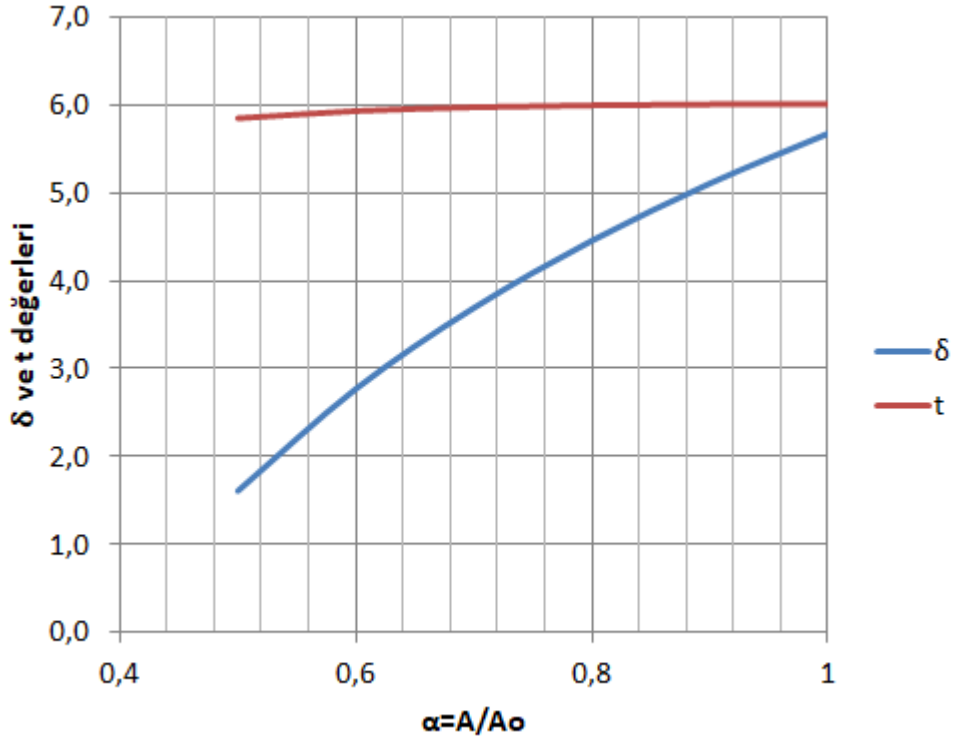
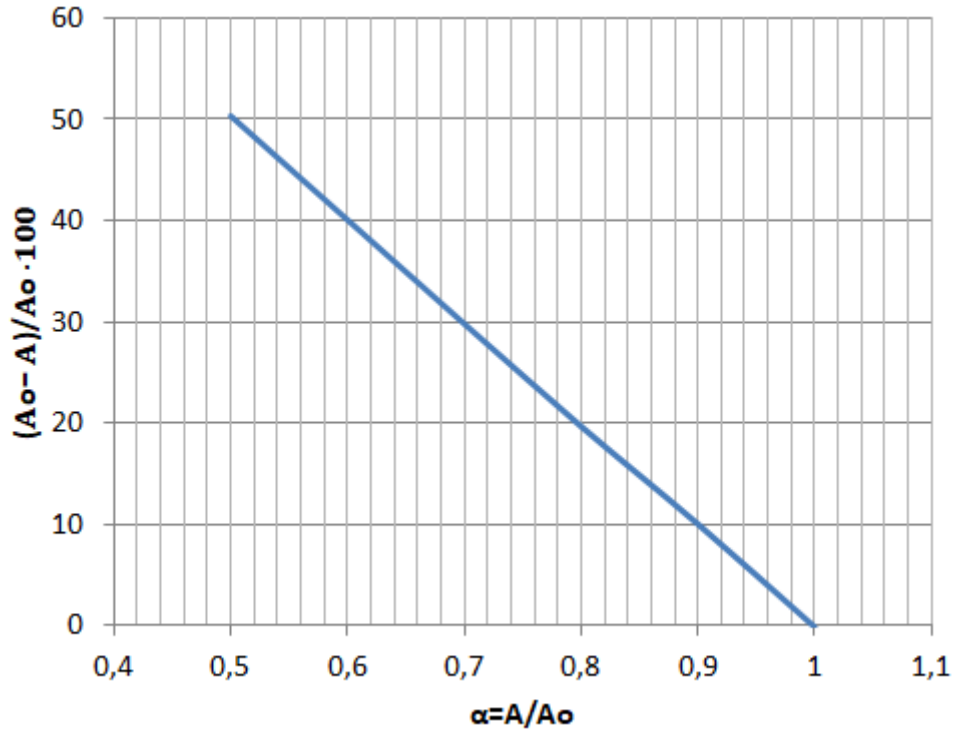
α faktörünün diğer değerleri için yapılan hesap sonuçları, Tablo 4'te ve diyagram olarak da Şekil 9-11'de verilmiştir.

Tablo 4. Uzun kutu kolona ait α faktörünün farklı değerleri için yapılan hesap sonuçları

Sıra no	α	δ/b	h/b	b	h	δ	t	σ_{\max}	σ_{cr}	$I_1=I_2$	$r_1=r_2$	$\lambda_1=\lambda_2$	$\frac{A_0 - A}{A_0} \cdot 100$
1	0,5	0,05	0,91	32,2	29,2	1,6	5,8	9,64	28,9	59386	11,28	22,17	50
2	0,6	0,10	1,07	27,7	29,7	2,8	5,9	9,12	27,4	59337	10,97	22,79	40
3	0,7	0,15	1,21	24,6	29,9	3,7	6,0	8,71	26,1	59238	10,71	23,34	30
4	0,8	0,20	1,35	22,3	30,0	4,5	6,0	8,37	25,1	59440	10,52	23,78	20
5	0,9	0,25	1,47	20,4	30,0	5,1	6,0	8,17	24,5	58897	10,34	24,18	10



Şekil 9. α faktörüne bağlı h ve b değerleri

Şekil 10. α faktörüne bağlı t ve d değerleriŞekil 11. α faktörüne bağlı elde edilen tasarruf

5. SONUÇLAR

Kısa ve uzun kolonların optimum en kesit tasarımında elde edilen bulgulara dayanarak aşağıdaki sonuçlar çıkarılabilir:

- Kısa ve uzun kutu kolonların mukavemet ve burkulma koşulları gözetiminde en uygun/optimum en kesit tasarımı için analitik bir prosedür geliştirilmiştir.
- Kısa ve uzun kutu kolonların optimum en kesit parametrelerini (h, b, t, δ) belirlemek için analitik formüller elde edilmiştir.
- Kutu kolonların en uygun/optimum en kesit tasarımının yapılandırılması için bir geometrik model geliştirilmiştir.

- Geliştirilen geometrik model yardımıyla, en kesit ana boyutları (h, b) ve duvar kalınlıkları (t, δ) arasında $\frac{\delta}{b} = \frac{t}{h} = m$ şeklinde bağıntıya sahip olan en uygun/optimum kutu kesitin yapılandırma şekilleri belirlenmiştir.
- Web ve flanş alanları bir birine eşit olan m boyut faktörüne sahip en uygun/optimum kutu kesitin alanı, aynı h x b boyutlarında dolu dikdörtgen kesitin alanının 4m katına eşit olduğu belirlenmiştir.
- Önerilen geometrik tasarım modeline göre elde edilen optimum kutu kesit ile aynı boyutlara sahip olan dolu dikdörtgen kesit mukayese edildiğinde, birincinin $(1 - 4m) \cdot \%100$ büyüklükte bir tasarruf sağladığı görülmüştür.
- $\frac{t}{h} = 0.20$ boyut faktörüne sahip olan kutu kesitin, uzun kolonlar için en uygun/optimum kutu kesit olduğu görülmüştür. Bu kutu kesitin alanı, onunla aynı boyutlarda olan dolu dikdörtgen kesitin alanının %40'den az olmayacağı tespit edilmiştir.
- Uzun kolonlar için dizayn edilen optimum kutu kesit, dolu dikdörtgen kesitle mukayesede en fazla %60'ın altında bir tasarruf sağlayabilmektedir. Bu tasarrufu sağlayan kutu kesit, δ/b boyut faktörünün $0 < \delta/b \leq 0.30$ aralığına giren değerleri ile elde edilebilir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Bu çalışmada çıkar çatışması bulunmamaktadır.

ETİK

Bu makalenin yayınlanmasında herhangi bir etik sorun bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] J. Y. R. Liew, N. E. Shanmugam ve S.-L. Lee, "Optimum Design of Thin-Plated Steel Box Columns", Eng. Opt., vol. 16, pp. 291-313, Jan. 1990, doi: 10.1080/03052159008941178.
- [2] J. Kilki, J. Lampine ve H. Martikka, "Applying the Differential Evolution Algorithm to the Optimisation of Cross Sections of Steel Columns", in Computer Aided Optimum Design of Structures VII, WIT Press, 2001, pp. 87-96, doi: 10.2495/OP010081.
- [3] Y. -B. Wang, G. -Q. Li, C. Su-Wen ve S. Fei-Fei, "Experimental and Numerical Study on the Behavior of Axially Compressed High Strength Steel Box-Columns", Engineering Structures, vol. 58, pp. 79-91, Nov. 2014, doi: 10.1016/j.engstruct.2013.10.013.
- [4] K. Jármai ve J. Farkas, "Comparison of Rectangular and Square Box Columns Composed from Cellular Plates with Welded and Rolled Stiffeners", Engineering Structures, vol. 60, pp. 199-205, Jan. 2014, doi: 10.1016/j.engstruct.2013.12.034.
- [5] K. Tambolia, P. M. George ve R. Sanghvi, "Optimization of Steel Box Column for a Pillar-type Drilling Machine using Particle Swarm Optimization", Procedia Technology, vol.14, pp. 473-479, Dec. 2014, doi: 10.1016/j.protcy.2014.08.060.
- [6] M. Nuraliyev ve O. İynen, "Eğik Eğilme ile Birlikte Burulmaya Zorlanan Dikdörtgen Kesitlerin Optimum Boyutlandırılması", Journal of Bartın University Engineering and Technological Sciences, vol. 5, Issue. 2, pp. 59-64, Jan. 2017.
- [7] M. Nuraliyev, "Eğik Eğilme ve Eksenel Yüke Maruz Prizmatik Kirişlerin Optimum Kesit Boyutlarının Belirlenmesi", Journal of Bartın University Engineering and Technological Sciences, vol. 6, Issue. 2, pp. 68-72, Jan. 2018.
- [8] K. Jármai ve M. Petrik, "Optimization and Comparison of Different Standards for Compressed Welded Box Columns", POLLACK PERIODICA An International Journal for Engineering and Information Sciences, vol. 15, no. 1, pp. 3-14, Sep.2020, doi: 10.1556/606.2020.15.1.1.
- [9] T. Thevega, K. Rajavijayan, J. A. S. C. Jayasinghe ve K. A. S. Susantha, "Strength and Ductility of Stiffened Steel Box Columns of Various Cross-Sectional Configurations under Lateral Cyclic Loadings", ENGINEER, vol. LIV, no. 02, pp. 25-32, Jul. 2021, doi: 10.4038/engineer.v54i2.7440.
- [10] S. Aref ve M. Mahdi, "Optimization of Cold-formed Steel Sections using Genetic Algorithm", Master's Thesis, Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden, 2022.
- [11] M. Nuraliyev, M. A. Dundar ve D. E. Sahin, "Determination of Optimal Dimensions of Polymer-based Rectangular Hollow Sections based on both Adequate-Strength and Local Buckling Criteria: Analytical and Numerical Studies", Mechanics Based Design of Structures and Machines, vol. 52, no. 2, pp. 1159-1189, Nov. 2022, doi:10.1080/15397734.2022.2139720.
- [12] M. Sulpinas ve A. Daniūnas, "Effect of Intermediate Stiffeners in an Optimization of Axially Compressed Built-up Thin-Walled Column Cross-Sections According to the Eurocode 3", ce/papers, vol. 6, no. 3-4, pp. 1972-1977, Sep. 2023, doi: 10.1002/cepa.2738.
- [13] A. S. Chepurenko, V. S. Turina ve V. F. Akopyan, "Optimization of Rectangular and Box Sections in Oblique Bending and Eccentric Compression", vol. 6 (5), 2, 14 pages, Aug. 2023, doi: 10.58224/2618-7183-2023-6-5-2.

- [14] S. Selvaraj ve M. Madhavan, “Structural Behaviour of Cold-Formed Steel Built-Up Closed Cross section Columns - Assessing the Influence of Parameters and Design Methods”, *Engineering Structures*, vol. 294, 116600, Aug.2023, doi: 10.1016/j.engstruct.2023.116600.
- [15] M. Nuraliyev ve M. A. Dundar, “Determination of Optimal Cross-Section Dimensions of Rectangular Hollow Sections under Oblique Bending: Analytical and Numerical Study”, vol. 4, Issue. 1, pp. 198-219, Jan. 2024, doi: 10.61112/jiens.1383887.
- [16] M. A. Dundar ve M. Nuraliyev, “Parametric Study on the Assessment of the Local Buckling Behavior of Perforated Square Hollow Sections with Non-Uniform Wall Thickness under Axial Compression”, *J. Innovative Eng. Nat. Sci.*, vol. 4, no. 2, pp. 326-353, Feb. 2024. doi:10.61112/jiens.1397391.
- [17] W. D. Kroll, G. P. Fisher ve G. J. Heimerl, “Charts for the Calculation of the Critical Stress for Local Instability of Columns with I, Z, Channel and Rectangular Tube Sections”, *NACA Wartime Reports, NTRS - NASA Technical Reports Server*, 1943.



Yayalaştırılmış sokaklarda kalite kriterleri bağlamında kullanıcı değerlendirmesi – Siirt Güres Caddesi örneği

Esra ŞIRKI^{1, *}, Nurbanu ÖZKARTAL²

¹ Siirt Üniversitesi, Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Siirt, Türkiye

² Siirt Üniversitesi, Tasarım Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, Siirt, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ

Makale Tarihleri:

Geliş tarihi
10.05.2024
Kabul tarihi
14.06.2024
Yayın tarihi
30.06.2024

Anahtar Kelimeler:

Yayalaştırılmış Sokak
Kullanıcı Değerlendirmesi
Kalite Kriteri
Güres Caddesi
Project for Public Spaces

ÖZET

Bu çalışma, kent planlaması ve kentleşme süreçlerinde motorlu taşıt trafiğinin yayaların ihtiyaçları ve kamusal mekânlar üzerindeki etkisini araştırmaktadır. Motorlu taşıt trafiğinin artmasıyla birlikte, kent merkezlerindeki trafik yoğunluğunun ve çevre kirliliğinin kamusal mekânların kullanımını olumsuz etkilediği görülmektedir. Bu bağlamda, yayalaştırma stratejileri ve yaya odaklı mekânların oluşturulması gerekliliği vurgulanmaktadır. Araştırmanın kapsamı, Siirt İlinde bulunan Güres Caddesi örneği üzerinden yapılan saha çalışmasıyla belirlenmiştir. Bu çalışma, Güres Caddesi'nin 4 temel kriter olarak belirlenen; erişim ve bağlantılar, konfor ve imaj, kullanım ve faaliyetler ve sosyalleşme bağlamında kullanıcı değerlendirilmesi ve mekânın sunduğu olanakların belirlenmesi üzerine odaklanmaktadır. Yapılan anketler ve saha gözlemleri sonucunda, Güres Caddesi'nin kullanıcılarının en fazla yetersiz bulunduğu alanlar; kullanımlar ve faaliyetler, konfor ve imaj, sosyalleşme, erişim ve bağlantılar olarak belirlenmiştir. Bulgular, caddenin özellikle kapsayıcılık, iklim uygunluk ve sosyal olanaklar açısından yetersiz olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, bu çalışmada, Güres Caddesi'nin kullanıcılarına yönelik yapılan değerlendirme ve analizlerin kentlerdeki yayalaştırılmış sokakların tasarımında ve planlanmasında insan odaklı yaklaşımların benimsenmesine ve kamusal mekanların kullanıcı ihtiyaçlarına daha uygun hale getirilmesine yönelik önemli bir adım olduğu vurgulanmıştır.

Evaluation of user perceptions in pedestrianized streets in the context of quality criteria: Siirt Güres Street example

ARTICLE INFO

Article history:

Received
10.05.2024
Accepted
14.06.2024
Published
28.06.2024

Keywords:

Pedestrianized Street
User Review
Quality Criteria
Güres Street
Project for Public Spaces

ABSTRACT

This study investigates the impact of motor vehicle traffic on pedestrians' needs and public spaces in urban planning and urbanization processes. With the increase in motor vehicle traffic, it is observed that traffic congestion and environmental pollution in city centers negatively affect the use of public spaces. In this context, the necessity of pedestrianization strategies and the creation of pedestrian-oriented spaces are emphasized. The scope of the research is determined through a field study conducted on Güres Street in Siirt Province. This study focuses on the evaluation of users and the determination of the opportunities offered by the space in terms of four main criteria: access and connections, comfort and image, use and activities, and socialization. Through surveys and field observations, the areas where users find Güres Street most inadequate are identified as uses and activities, comfort and image, socialization, access and connections. The findings indicate that the street is particularly inadequate in terms of inclusiveness, climate suitability, and social opportunities. Consequently, the study highlights that the evaluation and analysis conducted for the users of Güres Street constitute an important step towards adopting human-centered approaches in the design and planning of pedestrianized streets in cities, and making public spaces more suitable for user needs.

ORCID ID: Yazar1: 0000-0001-7914-4821; Yazar2: 0000-0002-6747-6498

*Sorumlu yazar(lar)/Corresponding author(s): Kezer Yerleşkesi C Blok Kat:2 / Merkez / SİİRT - Kezer Campus C Block Floor:2 / Center / SİİRT

Tel: +90 (484) 212 11 11

Fax: +90 (484) 223 19 98

E-mail: esra.yavic@siirt.edu.tr banuozkartal@hotmail.com

Bu makaleye atıfta bulunmak için/To cite this article: E. Şırkı and N. Özkartal, "Yayalaştırılmış sokaklarda kalite kriterleri bağlamında kullanıcı değerlendirilmesi – Siirt Güres Caddesi örneği", Bozok Journal of Engineering and Architecture, vol. 3, no. 1, pp. 68-83, Jun. 2024.

1. GİRİŞ

Teknolojinin hayatımıza kattığı birçok yenilik ve kolaylıklar kadar zararları da karşımıza çıkmaktadır. Bunlardan birine örnek olarak kentleşme ve kentleşmenin getirdiği zoraki durumlardır. Kentin yerleşim alanlarının merkezden uzaklaşarak gelişmesi ulaşım ile ilgili gelişmeleri beraberinde getirmiştir. Bu gelişme, kent ve kentli açısından bazı negatif sonuçlara yol açmıştır. Ulaşımın daha kolay olabilmesi için araç kullanımları artmak durumunda kalmış, bu durum doğrudan kentteki ulaşım altyapısında araç trafiğine yönelik iyileştirilme ve güçlendirme çalışmalarının yapılmasına yol açmıştır. Araçların odak noktası olduğu bu çalışmalarda yayalar ikinci plana atıldığı için sıkıştırılmış bir hareket alanı ortaya çıkmıştır.

Kentleşmenin diğer negatif etkileri ile birlikte ulaşım sürecinde bile sıkışmışlık yaşayan yayalar için yayalaştırma kavramı önemli ve gerekli bir hale gelmiştir. Yayalaştırmanın temel amacı, motorlu taşıtlar ile yaya trafiğini ayırmak ve daha kolay hareket edilebilecek sosyal ve kültürel yaşamı zenginleştirebilen yaya mekanlarını oluşturmaktır [1]. Bu mekanlar taşıt trafiğinden tamamen ya da kısmen arındırılarak yayaların taşıtlardan kaynaklanabilecek fiziksel ve psikolojik etkilerden sıyrılmış bir şekilde hareket etmesini sağlamaktadır [2].

Sadece yayanın ya da kentlinin yararına olmayan bu yayalaştırılmış mekanlar, kente de olumlu katkılarda bulunmaktadır. Kentin kalitesinin ve çekim kapasitesinin artmasına olanak sunmaktadır. Bu etkilerle beraber ekonomik faaliyetlerin gelişmesine, hava ve gürültü kirliliğinin azaltılmasına yardımcı olabilmektedir [2].

Güres caddesinin Siirt kentinin merkezi iş alanı (MİA) olarak tanımlanan bölgede yer alması, kentteki tek yayalaştırılmış yol ve kentlinin ortak noktası olması açısından önemli bir çalışma alanı olduğu söylenebilir. Bu çalışmanın amacı, Siirt kent merkezinde yer alan Güres caddesinin kullanıcı görüşleri alınarak elde edilen sonuçlar üzerinden çözüm önerileri getirmektir. Aynı zamanda Siirt kenti gibi küçük ölçekli kentlerde yapılabilecek diğer çalışmalara da örnek olması hedeflenmektedir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Kentliler ve onların günlük yaşam tempoları, kentin süreklilik ve gelişme göstermesi açısından önemli etkenler olarak görülmektedir. Yaya kavramı insanların motorlu taşıtların hayatına girmesinden önce yaygın olarak kullandığı hareket şeklini tanımlamaktadır. Gelişen sanayi ve teknoloji ile birlikte motorlu taşıtların hayatımıza daha çok entegre olmasıyla beraber yaya kavramının pasifleştiği gözlemlenmektedir. Bunun sebebi kentlerde motorlu taşıt trafiğinin artması ve motorlu taşıtların daha rahat hareket edebilmesi için onlara ait yolların artırılması ve genişletilmesi sonucu yaya yollarının kısıtlanmasıdır. Motorlu taşıtların zaman ve konfor açısından insanlara fayda sağlasa da mekanlar anlamında olumsuz bir sürece yol açmaktadır. Bu süreçte kentte gürültü ve hava kirliliğinin artması, kalabalıklaşma, park yeri ihtiyacı ve araca bağımlı olma gibi durumlar artış göstermektedir. Sonuç olarak karşımıza hareket kabiliyeti sınırlanmış, yürüme karakterini yitirmiş kentliler ortaya çıkmaktadır [2].

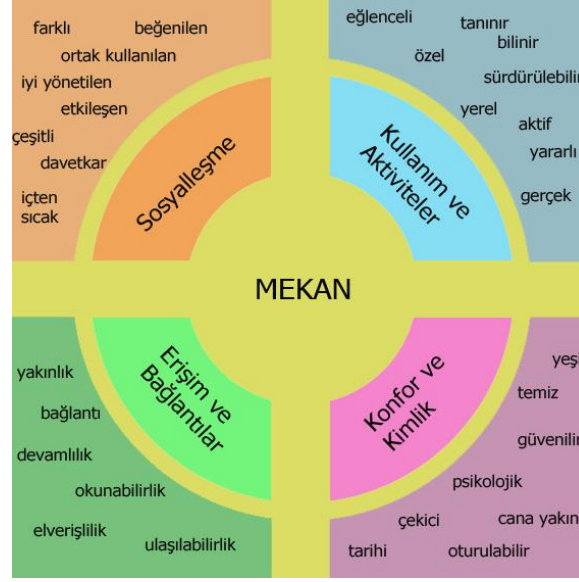
Yayalaştırma kavramı, “kentsel yolların yalnız yürünebilen yerlere dönüştürülmesi veya yapılacak çeşitli düzenlemeler ile yürüyenlere daha geniş alanlar ayrılması olarak ifade edilmektedir” [3]. Bu tanımlamaya bakılarak yayalaştırmanın araçlardan tamamen izole edilmiş bir alan olarak tasarlanmış olması anlamı çıkarılmamalıdır. Yayanın hareket kabiliyetinin arttığı, güvenli ve gözlemlenebilir entegre mekanlar oluşturulmaya dikkat edilmesi gerekmektedir. [1]; çalışmada yayaların istekleri göz ardı edilerek planlanan kentlerde bütünlük açısından kamu yararına büyük kayıpların olabileceği belirtilmektedir. Bu bakış açısıyla kent planlarında yaya erişilebilirliğinin de dâhil olduğu kentsel mekanların üretilmesi gerekliliğine değinilmektedir.

Almanya'nın Essen kentinde bulunan Limbecker Strase'de 1926 yılında yapılan yaya alanlarının dönüştürülmesi çalışması literatürdeki ilk cadde ve sokak çalışması olarak karşımıza çıkmaktadır. 2. Dünya savaşıdan sonra yaygınlaşan bu çalışmalar artmıştır. Ancak hızlanma sürecine bakıldığında 1973 yılında ortaya çıkmış olan petrol krizi önemli bir kırılma noktası oluşturmaktadır. Bu kriz ile toplu taşıma ve yayalaştırma çalışmalarına hız verilmiş ve bu çalışmaların mekânsal olarak kentlere yansımaları görülmüştür [4].

Yayalaştırma yaklaşımı, kent planlama disiplininin önemli bir çözüm aracı olmasına rağmen, bu projelerin belirli uygulanma kriterleri ve prensipleri çerçevesinde geliştirilmemesi, kentle bütünleştirilemeyen yanlış sonuçlar doğurmaktadır. Proje geliştirme ve uygulamada yetki sahibi olan yerel yönetimlerin, işlevsel bütünlük, ulaşım sistemindeki süreklilik ve erişilebilirlik, yerel halk talepleri ve mekânsal gereksinimler gibi konularda gerekli analiz ve tespitleri yapmadan seçtikleri yayalaştırma bölgeleri kullanışsız olmakta ve terk edilmektedir [5]. Bu sebeple önemli kamusal alanlardan olan yaya bölgelerinin tasarım ilkelerine yönelik çalışmalar yapan kuruluşlar bulunmaktadır. Bu kuruluşlardan biri olan ve 1975 yılında New York'ta kurulmuş olan “Project for Public Spaces” isimli kuruluş William H. Whyte'in araştırmalarına dayanarak bugüne kadar birçok ülkede kamusal alanları kullanıcıyla beraber tasarlama ve yönetme konusunda başvurulacak bir kuruluş olarak çalışmaktadır [6]. Kuruluş, kamusal mekanlarda gerçekleştirmiş

olduğu araştırmalar sonucunda kaliteli kamusal mekânın başarı ölçütlerini belirlemiştir. Bu ölçütler; “sosyalleşme, kullanım ve aktivite, kimlik ve konfor, erişim ve bağlantılar” olarak belirlenmiştir (Şekil 1).

Yayalaştırılmış mekânın; yaş-cinsiyet gibi kalıplar olmadan sosyal olarak bağlantı kurulmasına ve dezavantajlı gruplar dahil tüm kentliye gönüllülük esasına dayalı olarak interaktif bir katılım sağlamasına olanak vermesi açısından sosyalleşme ölçütü olarak tanımlanmaktadır. Kullanım ve aktivite ölçütüne bakıldığında ise; gerçekleştirilecek eylemin, sürdürülebilir, aktif, eğlenceli, özel, yararlı ve tanınır olma kavramlarıyla bağlantılı olması gerektiği savunulmaktadır. Kimlik ve konfor ölçütü; psikolojik olarak çekici, yeşil, temiz ve güvenilir olma ile bağdaştırılmış üçüncü ölçüt olarak karşımıza çıkmaktadır. Ulaşılabilir, okunabilir, elverişli ve bağlantılı olma gibi kavramlar son ölçüt olan erişim ve bağlantılar olarak tanımlanmaktadır [6].



Şekil 1. Project For Public Space tarafından tavsiye edilen mekânları değerlendirme diyagramı (Project For Public Space’den alınarak uyarlanmıştır)

Bu dört temel kriterin altındaki ölçütler baz alınarak, literatürde yayalaştırma çalışmalarına yönelik öneriler geliştirilmiştir. Literatürdeki bulgulara göre; yaya bölgelerinde belirgin sınırlar, toplu taşıma araçlarına kolay ulaşılabilirlik ve otopark olanakları önemli başarı parametrelerindedir [7]. Otopark alanları yaya bölgelerinin dışında tutulmalı ve girişleri yaya bölgelerine yakın noktalardan sağlanmalıdır [8]. Yaya yolları, hareketi kolaylaştırmalı ve kullanıcılar tarafından kolay benimsenebilmelidir [9]. Yaya bölgelerinde güvenlik sağlanırken; yaya ve motorlu araç trafiğini ayırmak, yaya ve motorlu ulaşım aksalarının kesişme noktalarında önlem almak, sosyal açıdan daha canlı bölgeler oluşturmak ve aydınlatma önlemleri almak oldukça önemlidir [10]. Yaya geçitlerinin varlığı, uzunluğu ve yaya yollarının kesintisiz oluşu erişim ve bağlantılar kriteri kapsamında oldukça önemlidir [10]. Yapılı çevre tasarımında temel prensip, farklı niteliklere sahip kullanıcıların ihtiyaçlarının aynı tip tasarım içinde yer almasıdır. Kullanıcıya göre değişen geçiş genişlikleri, mekânın güzergahı ve girişi; tüm kullanıcıların ihtiyacına yönelik tasarlanmalıdır [11].

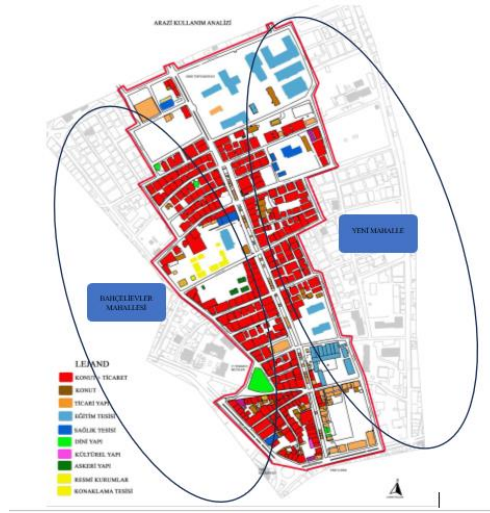
Mikroklimatik özellikler yaya konforunu belirlemede önemlidir. Yayalar, yazın zararlı güneş ışınlarından korunabilecek, kışın ise soğuktan en az etkilenecek güzergahları tercih ederler. Bu nedenle, her mevsim yürünebilirliğin sağlanabildiği yaya yolları tasarlamak esastır [12]. Yaya bölgelerinde, yayaları sıcak, soğuk, rüzgâr, yağmur ve kar gibi hava koşullarından korumak için arkadlar, kapalı çarşılar ve kapalı avlular yapılmalıdır [13]. Aydınlatma yeterli düzeyde olmalı ve özgün, nitelikli donatı elemanları bulunmalıdır. İlgi çekici su öğeleri ve plastik elemanlar ile oturma mekanları oluşturulmalıdır. Yaya bölgelerini yaşatacak eğlence, kültür, spor ve sanat etkinliklerine olanak verecek mekanlar oluşturulmalıdır [7]. Yaya bölgelerinde düzenlenen etkinlikler, sokak gösterileri, ilginç hobi eşyalarının satışı ve çeşitli kermesler bu mekanlara canlılık ve fonksiyonellik kazandıran peyzaj öğeleri olarak öne çıkmaktadır [14].

Estetik ve görsel değer taşıyan sanat objeleri, su öğeleri ve plastik elemanlar alana estetik değer katmalı ve kullanıcı aktivitelerine cevap verebilmelidir [15]. Gece aydınlatması, güvenli ve kullanıma açık kamusal alanlar yaratır ve aydınlatma ekipmanı seçimi kullanıcı grubu ve çevresel özellikler dikkate alınarak yapılmalıdır [16]. Oturma elemanları, kamusal alanlarda dinlenme, gözlem yapma ve sohbet etme amacıyla kullanılmaktadır ve bu elemanların ölçüleri, malzemesi ve tasarımı kullanıcı konforunu doğrudan etkiler [17]. Kamusal alanlarda kullanılan çöp kutuları, çevresindeki donatı elemanları ile uyumlu tasarlanmalı, en çok ihtiyaç duyulan noktalara konumlandırılmalı ve kullanıcı sayısına orantılı olmalıdır [17].

Yaya yolculukları, insanların doğası gereği ihtiyaç duyduğu sosyalleşme ve bir araya gelme gereksinimlerini karşılamak için önemli kilit noktalarıdır. Güvenli hissettikleri yaya yollarında, insanlar çevreleriyle daha fazla ilişki kurarak sosyalleşme olanaklarını genişletmektedir [18]. Yaya bölgeleri, kullanışlı ve konforlu olmalı, sosyal imkanlar sunmalı ve çekici, davet edici nitelikte olmalıdır [19]. Bu alanlar her yaştan, cinsiyetten, toplumsal sınıftan ve fiziksel özellikten insanın bir araya gelmesini, iletişim kurmasını, bilgi ve kültür alışverişinde bulunmasını sağlayarak toplumsal ilişkilerin gelişmesine katkıda bulunur [13].

3. MATERYAL VE METOT

Çalışmanın materyalini Siirt kentinde, halk dilinde Eski Siirt ve Yeni Siirt diye tanımlanan ve bu iki yerleşimi birbiriyle bağlayan tarihi ve ekonomik açılarından önemli bir konumda bulunan Güres Caddesi oluşturmaktadır. Bu cadde, Siirt'in Yeni Mahalle ve Bahçelievler Mahallesi birbiri bağlamaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. [20] kaynağından üretilmiştir.

Kentin en işlek ve nüfusunun en yoğun olduğu caddelerinden biri olan Güres Caddesi 1970'li yılların sonlarına doğru imara açılarak taşıt yolu olarak kullanılmaya başlamıştır. 2006 yılında Ankara Büyükşehir Belediyesi tarafından hazırlanan proje ile bu cadde trafiğe kapatılarak yayalaştırılmış ve bugün Siirt kentinin tek yayalaştırılmış caddesi olarak kullanılmaktadır [20]. (Şekil 3)



Şekil 3. Yayalaştırılmadan sonra Güres caddesinden bir görüntü [21]

Bugünkü sağladığı kullanım olanaklarına 2021 yılında Siirt Belediyesinin yenileme projesi ile ulaşmıştır (Şekil 4). Proje alanı için yapılan açıklamada "24.500m² ve 800m uzunluğunda olan proje alanı; kullanımlar dikkate alınarak cadde boyunca 3 aks oluşturulmuştur. Servis yolu olarak da kullanılabilen yaya aksı, engelsiz erişim sağlayan, 5 m genişlikte caddenin iki yanına yapılmış ve cadde boyunca devam eden bir aksır. Ticaret aksı (dükkan önü) dükkanlar ile servis-yaya yolu arasında kalan alandır. Etkinlik aksı olarak isimlendirilen orta alan, iki tarafta bulunan servis-yaya yolunun ortasında kalmaktadır. Yaya sirkülasyonunun düzgün sağlanması için etkinlikler bu alana toplanmış ve cadde boyunca devam etmektedir. 3 aks farklı döşemelerle tasarlanarak alanları tanımlanmıştır. İhtiyaçların göz önünde bulundurulmasıyla yeşil alanların artması, çeşitli etkinlik alanları eklenmesi,

ticaret alanlarının daha aktif kullanımının sağlanması, yaya sirkülasyonunun kesintisiz olması ve engelli erişimine uygun mekanlar oluşturulması sağlanmıştır. Yaya aksı (servis yolu) boyunca sağda ve solda yerde lineer aydınlatmalar önerilmiş aks vurgulanmıştır. Rampa çözümleriyle tüm alan engelli erişimine uygun hale getirilmiştir. Ayrıca içme suyu, yağmur suyu, atık su hatlarının yenilenmesi ve hidrant projesi çözülmesi gibi altyapı projeleri de çalışılmıştır” şeklinde bildirilmiştir [22].



Şekil 4. Güres caddesinden güncel bir görüntü [23]


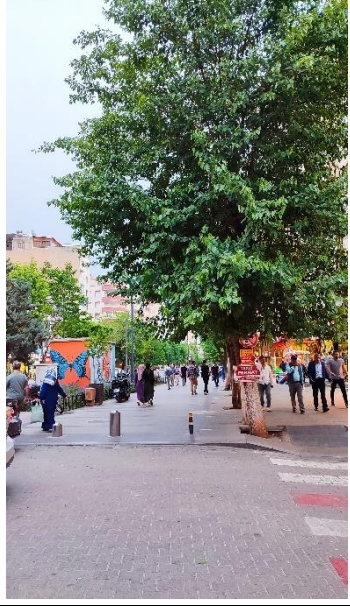




Bu çalışma, iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada, sahada yapılan gözlemlerle birlikte elde edilen bulgulara dayanarak, çalışma alanındaki fotoğraflanabilir unsurlar tespit edilmiş ve fotoğraflarla belgelenmiştir. Sahada çekilen fotoğraflar, kategorize edilerek tablolar halinde sunulmuştur. İkinci aşamada ise literatür taraması yapılarak mekânın kalitesini ölçmeye yönelik dört ana kriter belirlenmiştir. Bu kriterler: erişim ve bağlantılar, konfor ve imaj, kullanım ve faaliyetler, sosyalleşmedir.

Değerlendirme kriterleri, Project For Public Space tarafından öne sürülen kriterlerle uyumlu olacak şekilde belirlenmiştir. Ayrıca, belirlenen kriterlere dayalı olarak araştırma soruları oluşturulmuş ve literatür araştırması doğrultusunda soruların kapsamı genişletilmiştir. Bu bağlamda, toplamda 35 soru belirlenmiştir. Anket çalışması, rastgele örneklem seçim yöntemi kullanılarak, caddeden faydalanan ve ankete gönüllü olan 100 kişiyle gerçekleştirilmiştir. Anket, 27 Nisan - 5 Mayıs 2024 tarihleri arasında sahada birebir yapılmıştır. Bu süreçte, farklı hava koşulları gözlemlenmiş olup, bu durumun anket sonuçlarına etkisi göz önünde bulundurulmuştur. Sahada yapılan gözlemler ve fotoğraflar, anket sonuçlarıyla birlikte değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır.

4. BULGULAR

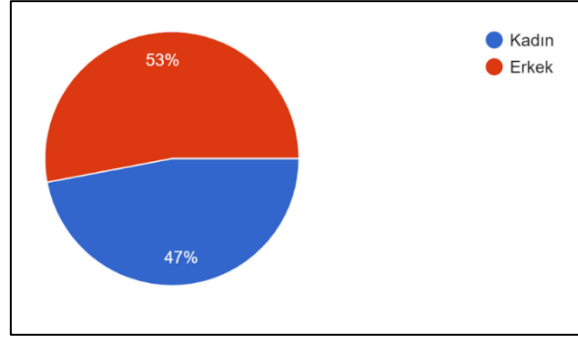
Sahada yapılan gözlemler neticesinde araştırmaya konu olabilecek alan ve kullanımlara ilişkin fotoğraflar çekilmiş, bu fotoğraflar kategorilere ayrılarak Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. Güres Caddesi'ne yönelik fotoğraflar

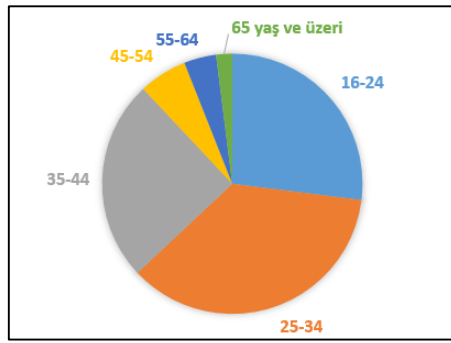
<p>DOĞAL PEYZAJ ELEMANLARI</p>		
	 <p>vivo Y53s 07 May 2024, 16:37</p>	 <p>vivo Y53s 07 May 2024, 16:42</p>
<p>YAPILI ÇEVRE PEYZAJ ELEMANLARI</p>	 <p>vivo Y53s 07 May 2024, 16:37</p>	 <p>vivo Y53s 07 May 2024, 16:42</p>



Ankete katılanlara yönelik demografik analizler Şekil 5 ve 6’da sunulmuştur. Katılımcıların cinsiyet dağılımına bakıldığında kadın erkek oranının dengeli dağıldığı görülmektedir. Bununla birlikte yaş dağılımına bakıldığında 25-34 yaş aralığı başta olmak üzere genç nüfusun fazla olduğu dikkat çekmektedir (Şekil 5 ve 6).

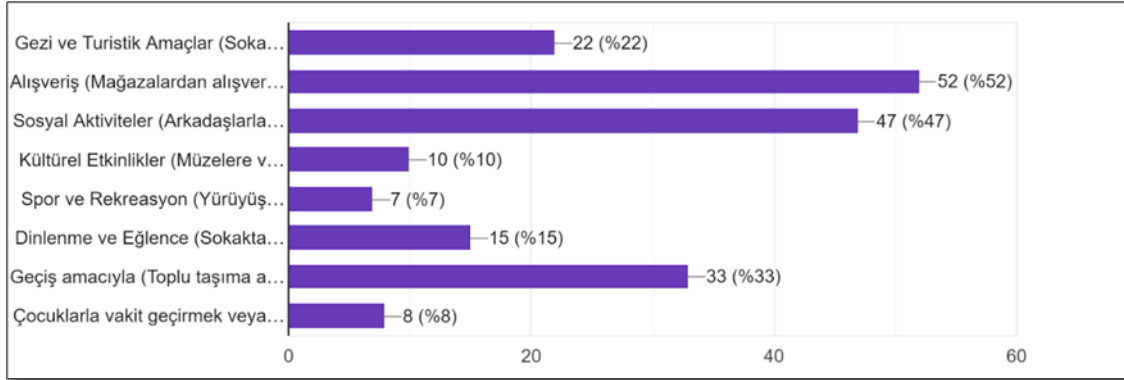


Şekil 5. Ankete katılanların cinsiyet dağılımı



Şekil 6. Ankete katılanların yaş dağılımı

Şekil 7’de görüldüğü gibi caddenin kullanım amaçları çeşitlilik göstermekle beraber ağırlıkta alışveriş yapma, sosyal aktiviteler ve yoldan geçme amacıyla kullanıldığı görülmektedir.



Şekil 7. Caddeyi kullanım amaçları

Anket katılımcılarına, erişim ve bağlantılara yönelik Tablo 2’de gösterilen 3 adet soru sorulmuştur. Anket sonuçlarına göre caddeye farklı ulaşım araçları ile kolay ulaşım sağlanmasında kullanıcılar arasında daha çok olumsuz bir yargı söz konusudur. Caddenin yayalaştırılmış kısımlarına toplu taşıma araçları ile direkt bağlantı çoğu otobüs güzergâhında bulunmamaktadır. Daha çok caddeye yakın olan alanlarla inilerek caddeye yaya olarak ulaşılabilir. Ayrıca; “Caddede yaya önceliği vardır” önermesine kullanıcılar, “Genellikle katılıyorum” ve “Kararsızım” yanıtını vermişlerdir. Fakat bu cevaplara zıt olarak bisiklet ve yayalar için caddede ayrı güvenli alanlar sunulmadığı görüşü fazlaca ön plana çıkmaktadır. Bu duruma, caddede bisiklet ve motosikletlerin sıklıkla girmesi, bu kullanımlara ayrı alan verilmemesi ve cadde içinde yayalar ile bu kullanıcıların karşılaşması sebep olmaktadır.

Tablo 2. Erişim ve bağlantılara yönelik anket sonuçları

Erişim ve Bağlantılara Yönelik Sorular			
	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum
Cadde, bisiklet ve yayalar için ayrı ve güvenli alanlar sunmaktadır	60	28	12
Güres Caddesi'nde yaya önceliği vardır	28	33	39
Farklı ulaşım araçları ile kolay ulaşılabilir	44	30	26

Güres caddesinin konfor ve imajına yönelik anket katılımcılarına 16 adet soru sorulmuştur. Sorular ve katılımcıların cevapları Tablo 3'te sunulmuştur. Katılımcılar, caddede çeşme çöp kutusu gibi öğelerin kullanışlı olması ve konumlandırılma sıklığına yönelik soruya ağırlıklı “yetersizdir” cevabını yöneltmiştir. Alanda yapılan gözlemlerde bu sonucu destekler nitelikte, çöp kutularının sıklığının yeterli ve kullanışlı olduğu fakat çeşmelerin kullanışsız ve yetersiz olduğu gözlemlenmiştir.

Caddenin konumunun hava olaylarına uygunluğuna yönelik cevaplarda ise katılımcıların neredeyse yarısı caddenin konumunu rüzgâr, yağmur ve güneşli havalara uygun bulmadığını belirtmiştir. Bu duruma özellikle cadde tasarımında kullanılan sokak öğelerinin de iklim koşullarına uygun olmaması sebep olarak gösterilebilir.

Caddenin bakım ve temizlik durumuna yönelik sorulara verilen yanıtlar dengeli dağılmıştır. Bu dağılıma göre net bir çıkarım söz konusu olmamakla beraber, katılımcıların çoğu caddenin düzenli bakım ve temizlik faaliyetlerinin yürütüldüğünü düşünmektedir. Konfor ve imaj başlığı altında sorulan sorularda caddenin en yeterli bulunduğu durumlardan temizlik ve bakım olanakları olmuştur.

Caddede aşırı gürültü ve sesin önlenmesi konusunda yöneltilen soruda katılımcıların büyük çoğunluğu gürültü ve sese yönelik bir önlem alınmadığını belirtmiştir. Sahada yapılan gözlemler sırasında da benzer bulgular tespit edilmiştir. Mağaza önlerinde istenildiği gibi müzik çalınabilmekte ve sese yönelik bir kısıtlama veya kontrol mekanizması bulunmadığı gözlemlenmiştir.

Caddeye özgü değerlerin, Siirt'in imajını yansıtmadığı ve cadde üzerindeki yapıların Siirt mimarisini ne kadar yansıttığına dair yapılan değerlendirme, benzer sonuçlara ulaşmıştır. Her iki durumda da yerel değerlerin caddeye yeterince yansıtılmadığı görülmektedir. Ancak, bina mimarilerinin yerel özellikleri yansıtmada konusunda daha olumsuz bir eğilim gösterdiği belirlenmiştir. Bu bağlamda, caddede bulunan fıstıkçılar ve Siirt'e özgü dokuma halı dükkânlarının varlığı, anket katılımcılarına yöresel değerlerin daha belirgin bir şekilde ifade edildiği izlenimini uyandırmıştır.

Katılımcıların %63'ü gibi büyük bir çoğunluğu, caddedeki oturma birimlerinin farklı hava koşullarına uygun olmadığını belirtmiştir. Sahada yapılan gözlemlerde de oturma birimlerinin yağmur, güneş, rüzgâr gibi hava durumlarına karşı herhangi bir koruyucu tasarım öğesi içermediği tespit edilmiştir. Yağmurlu bir günde yapılan gözlemler, cadde üzerinde oturulabilecek bir yer olmadığını ortaya koymuştur. Aynı şekilde yaz ayları sıcak geçen Siirt ilindeki caddede kullanım yoğunluğu daha çok akşamüstü ve akşam saatlerinde olmaktadır.

Caddedeki su ve doğal peyzaj unsurlarının yeterliliği konusundaki yanıtların çoğunluğunun, bu unsurların yetersiz olduğu yönünde olduğu tespit edilmiştir. Özellikle su unsurlarının anket çalışması sırasında etkin olmadığı belirtilmelidir. Yılın belirli zamanlarında su havuzlarının aktif hale geldiği düşünüldüğünde, anketin farklı sonuçlara yol açabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Ağaç varlığı da caddenin çeşitli noktalarında farklılık göstermektedir. Bazı bölgelerde ağaçların az ve yetersiz olduğu, diğer bölgelerde ise büyük ve gölge sağlayan ağaçların daha sık olduğu gözlemlenmiştir.

Caddede araç trafiğinin azaltılarak caddede kontrollü geçiş sağlanıp sağlanmadığına yönelik verilen cevaplarda katılanların, katılmayanların ve kararsızların oranı birbirlerine yakındır. Fakat kontrollü geçiş sağlanmadığını belirtenlerin oranı az da olsa daha fazladır. Sahada yapılan gözlemlerde yaya geçiş şeritlerinin olduğu, ışıklandırmanın olmadığı, yaya geçiş noktalarında bisiklet ve motosikletli kullanıcıların kargaşaya sebep oldukları tespit edilmiştir.

Caddede araç trafiğinin azaltılarak kontrollü geçişin sağlanıp sağlanmadığına ilişkin yanıtlar, katılanlar, katılmayanlar ve kararsızlar arasında benzer oranlarda dağılmıştır. Ancak kontrollü geçişin sağlanmadığına dair görüş belirtenlerin oranı, az da olsa daha yüksektir. Sahada yapılan gözlemlerde, yaya geçiş şeritlerinin var olduğu ancak ışıklandırmanın olmadığı, ayrıca yaya geçiş noktalarında bisiklet ve motosiklet kullanıcılarının kargaşaya neden olduğu belirlenmiştir.

Caddenin farklı kullanıcı tipleri açısından konforlu olup olmadığına dair sorulan iki soruda yaşlı, engelli ve kadınlar için caddenin durumu değerlendirilmiştir. Konfor ve imaja yönelik sorulan sorularda en yetersiz bulunan durum; caddenin tasarımında kadınların gözetilmediğidir. Sahada yapılan gözlemlerde de benzer bulgulara ulaşılmıştır. Cadde üzerinde kamusal ve temiz WC bulunmamaktadır. Bunun yanında emzirme kabini, bebek bakım odası gibi kullanımlara da yer verilmemiştir. Caddenin tasarımında görmezden gelinen bu durumun caddenin kullanıcıları açısından oldukça fark edilen bir durum olması bu çalışmanın çarpıcı sonuçları arasındadır. Bununla benzer şekilde yaşlı ve engellilere yönelik değerlendirmelerde de cadde yetersiz bulunmuştur. Caddede rampa kullanımı olsa da yeterli ve kullanışlı değildir. Bunun yanında işitme engelliler ve görme engelliler için de mekânsal bir uygulama söz konusu olmamıştır. Her iki durum da caddenin kapsayıcılık açısından yetersiz olduğu sonucunu doğurmaktadır.

Caddenin yer döşemelerinin sağlamlık ve düzgünlüğüne yönelik değerlendirmede katılımcıların büyük çoğunluğu “yetersizdir” cevabını verirken bunu “kararsızım” diyenler izlemektedir. Cadde 2022 yılında yenilenmiştir. Döşemelere yönelik altyapı çalışması yapılmıştır. Bu durum, döşemelerin kısa zamanda yıprandığı veya baştan uygun seçilmediği ve yerleştirilmediği sonucunu göstermektedir. Sahada yapılan gözlemlerde de anket bulgularına benzer şekilde döşemelerin birçok noktada sağlam ve düzgün olmadığı tespit edilmiştir.

Ticari faaliyetler ile yayalar arasındaki dengeye yönelik değerlendirmelerde, katılımcıların %46’sı kurulmadığına inanırken %26’sı kurulduğuna inanmıştır. Özellikle kafe ve restoran gibi işletmelerin, sandalye ve masalarını caddenin sınırlarını aşarak kullanmaları dikkat çekmektedir. Ayrıca, bazı mağazaların ürün askıları ve vitrinleri de cadde üzerine taşınmıştır. Bu durum, kullanıcılar tarafından olumsuz olarak değerlendirilmiş ve bu sonuçlar hem anket sonuçlarında hem de saha gözlemlerinde de tespit edilmiştir.

Caddede güvenliği sağlayacak yeterlilikte sokak aydınlatması bulunup bulunmadığına dair katılımcıların çoğu olumlu yönde cevap vermiştir. Konfor ve imaja yönelik en yeterli bulunan durum sokak aydınlatmalarıdır. Sahada yapılan gözlemlerde de benzer bulgulara ulaşılmıştır.

“İşaret ve reklam levhaları insanları yeterince yönlendirecek şekilde fakat insanları engellemeyecek biçimde yerleştirilmiştir” önermesine, katılımcıların %49’u “katılmıyorum” cevabı verirken %36’sı “kararsızım” cevabını vermişlerdir. Sahada yapılan gözlemlerde herhangi bir işaret levhası görülmemiştir. Bu bağlamda alan, yönlendirme ve okunabilirlik açısından yetersiz bulunmuştur. Reklam tabelalarının ise yaya ve bisikletleri bazı noktalarda kısıtladığı tespit edilmiştir.

Caddede bulunan yapıların tente ve sundurmalıklarının caddeyi tanımlayıp tanımlamadığına yönelik önermede ise katılımcıların %50’si tanımlamadığını belirtirken yalnızca %21’i tanımladığını belirtmiştir. Sahada yapılan gözlemlerde caddedeki tente ve sundurmalıkların ortak bir görsellik sunmadığı estetik bir kaygı ile yapılmadığı, caddenin görünüşüne yönelik böyle bir tasarım kriteri gözetilmediği görülmüştür.

Tablo 3. Konfor ve imaja yönelik anket sonuçları

Konfor ve İmaja Yönelik Sorular			
	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum
Çeşme, çöp kutusu gibi sokak öğelerinin sıklığı ve kullanışlı olma durumu yeterlidir	46	32	22
Caddenin konumu rüzgâr, yağmur ve güneşli havalara için uygundur	49	23	28
Caddenin düzenli olarak temizlik ve bakım faaliyetleri yapılmaktadır	29	30	41
Caddede aşırı gürültü ve sese yönelik önlem alınmıştır	62	21	17
Siirt’e özgü değerler caddenin görüntüsüne yansımaktadır	57	27	16
Caddedeki oturma birimlerinin konumları; farklı hava koşullarına uygundur	63	27	10
Su ve doğal peyzaj unsurları yeterince kullanılmıştır (gölgelik ağaçlar, su havuzları vb.)	59	27	14
Araç trafiğinin azaltılarak yayalar için kontrollü geçiş olanakları sunulmuştur	37	35	28
Caddenin tasarımında engelli ve yaşlılar gözetilmiştir (engelli rampaları, sarı levhali yönlendirmeler vb.)	60	17	23
Caddenin tasarımında kadınlar gözetilmiştir (yeterli ve hijyenik WC, emzirme kabini vb.)	76	14	10
Yer döşemeleri sağlam ve düzgün yerleştirilmiş, dayanıklı malzeme kullanılmıştır			

	45	31	24
Ticari faaliyetler ile sokaktaki insanlar arasında dengeli bağlantı kurulmuştur (Ticari faaliyetler sokaktan ücretsiz bir şekilde yararlanmak isteyen vatandaşları huzursuz etmemelidir. Ticari alanlar ortak kullanım alanlarını kısıtlamamalıdır.)			
	46	28	26
Güvenliği sağlayacak yeterlilikte sokak aydınlatması bulunmaktadır			
	24	27	49
İşaret ve reklam levhaları insanları yeterince yönlendirecek şekilde fakat insanları engellemeyecek biçimde yerleştirilmiştir			
	40	36	24
Yapıların tente, sundurmalıkları ve cephe görünüşleri Güres Caddesi'ni tanımlamaktadır			
	50	29	21
Güres Caddesi'nde bulunan yapılar, Siirt'e özgü mimari yapıyı yansıtmaktadır			
	70	20	10

Güres Caddesi'nin kullanım ve faaliyetlerine yönelik Tablo 4'te gösterilen 11 adet önerme yöneltilmiştir. Katılımcıların cevapları da bu tabloda sunulmuştur. Caddede bulunan ticari faaliyetlerin görsel olarak güzel ve aktif vitrinler sunup sunmadığına yönelik önermeye katılımcıların çoğunu oluşturan %43'ü olumsuz yönde görüş bildirirken %24'ü olumlu bildirmiştir. Bu yargının öznel bir yargı olduğunu kabul etmekle birlikte sahada yapılan gözlemlerde vitrinlerin cadde boyunca bir ortaklık ve estetik kaygı taşımadığı bulgulanmıştır. Bu durum anket sonuçlarını destekler niteliktedir.

Oturma alanlarının kullanım çeşitliliğine yönelik önerme sonucunda caddenin bu konuda yetersiz olduğu kanısının hâkim olduğunu söylemek mümkündür. Katılımcıların yalnızca %15'i çeşitliliği yeterli bulmuştur. Saha gözlemlerinde de oturma birimlerinin genellikle toplu oturmaya olanak sağladığı, grupla veya tek oturma açısından yetersiz kaldığı tespit edilmiştir.

Caddenin halka açık sanata imkân verip vermediğine yönelik olarak katılımcıların %68'i olumsuz görüş bildirmiştir. Caddede yalnızca bazı günler sokak sanatçılarının müzik yaptığı bilinmektedir. Bunun dışındaki sanatsal faaliyetlere olanak tanıyacak kullanım alanları mevcut değildir.

Güres Caddesi'nin buluşma, toplanma ve kutlama gibi etkinliklere olanak tanıyıp tanımadığına dair katılımcıların çoğunluğu, %49'u, olumsuz yanıt vermiştir. Cadde genişliğinin büyük toplantı ve mitingler için uygun olmadığı gözlemlenmiştir. Ancak, saha gözlemi sırasında bir taraftar grubunun kutlama yürüyüşü yapıldığı gözlemlenmiştir. Bu durum, caddede bu tür etkinliklerin gerçekleştiğini ancak mekânsal olarak uygun olmadığını göstermektedir.

Caddede yılın farklı zamanlarında farklı kullanım olanakları olup olmadığına dair katılımcıların %55'i yoktur cevabı verirken %15'i vardır cevabı vermiştir. Caddede kitap fuarları, üniversite tanıtım günleri etkinliği, çeşitli kermesler ve bayram öncesi yoğun ticari faaliyetlerin olduğu bilinmektedir. Bu bağlamda anket yanıtları ile saha gözlemleri birbiri ile çelişmektedir. Bunun sebebi, anket yapılan günlerde (27 Nisan-5 Mayıs) ve yakın zamanda caddede herhangi bir faaliyetin olmaması olarak gösterilebilir.

Caddede çocuklar için güvenli mekânların olup olmadığına yönelik soruda katılımcıların %57'si bu mekânların olmadığı görüşünü bildirirken yalnızca %16'sı olduğunu bildirmiştir. Caddede yapılan gözlemlerde çocuklara yönelik özel alanların tasarlanmadığı, çocukların daha çok su havuzlarında vakit geçirip oyun oynadığı tespit edilmiştir. Bunun yanında sokakta bulunan elektrik panoları da çocukları için güvenlik sorunu teşkil edebilir.

Caddede farklı kullanıcı ihtiyaçlarını gözeterek farklı kullanıcı mekânların olup olmadığına yönelik soruya verilen cevaplar, caddenin en yetersiz olduğu durumun bu alanların olmayışı olduğunu göstermektedir. Katılımcıların %79'u, farklı ihtiyaçları gözeterek (WC, engelli WC, emzirme kabini, bebek bakım odası vb.) mekânların yetersiz olduğunu belirtmiştir. Sahada yapılan gözlemlerde de benzer bulgulara ulaşılmıştır.

Çalışmanın en çarpıcı sonuçlarından biri de Güres Caddesi kullanıcılarının, caddede iken kendilerini araç trafiğinden uzaklaşmış hissetmiyor oluşudur. Katılımcıların %39'u araç trafiğinden uzaklaşmış hissetmediklerini belirtirken yalnızca %23'ü araç trafiğinden uzaklaşmış hissetmektedir. Yayalaştırılmış bir cadde olan Güres Caddesi için bu durum oldukça düşündürücüdür. Sahada yapılan gözlemlerde motosikletlerin yaya kullanımı ile bir ayrımının olmaması, caddeyi dikeyde kesen çok fazla araç yolunun bulunması bu duruma sebep olarak görülmüştür.

Güres Caddesi'nin yayalaştırılmış bölgesi ile caddede bulunan binalar arasında keskin geçişler var mıdır sorusuna katılımcıların %55'i yoktur yanıtını vermiştir. Cadde boyunca binalar ile yayalaştırılmış yol arasında kaldırımın olduğu, bina girişlerinin genellikle

yol cephesinde değil, ara caddelerdeki cephelerde olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum, katılımcıların keskin geçişlerin olmamasının sebepleri olarak kabul edilebilir.

Güres Caddesinde kümelenmiş faaliyetlerin bulunup bulunmadığına ilişkin önermeye katılımcıların yalnızca %15'i bulunduğunu belirtirken %48'i bulunmamaktadır yanıtını vermiştir. Sahada yapılan gözlemlerde benzer bulgulara ulaşılmıştır. Cadde boyunca faaliyetler çeşitlenmiştir fakat bakanlar bölgesi dışında kümelenmiş bir faaliyet gözlemlenmemiştir. Sokak pazarları bulunmamakla beraber bazı noktalarda seyyar sebze meyve satıcılarının olduğu görülmüştür.

Güres Caddesi'nde enerji verimliliği ve geri dönüşüm faaliyetlerine olanak veren öğelerin olup olmadığına yönelik katılımcıların %69'u yoktur cevabını vermiştir. Sahada yapılan gözlemlerde de sınırlı sayıdaki geri dönüşüm çöp kutuları dışında, caddenin bu kritere göre tasarlanmadığı bulgulanmıştır.

Tablo 4. Kullanım ve faaliyetlere yönelik anket sonuçları

Kullanım ve Faaliyetlere Yönelik Sorular			
	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum
Güres Caddesi'ndeki dükkânlarda aktif ve görsel olarak güzel vitrinler bulunmaktadır	43	33	24
Oturma alanlarının çeşitliliği yeterlidir (farklı amaçlara hizmet eden alanların bulunması; tek oturma, grupla oturma, toplanma, yeme içme gibi)	62	23	15
Güres Caddesi halka açık sanata imkân vermektedir Sanatsal faaliyetler yapılabilir mi?	68	18	14
Güres Caddesi buluşma, toplanma, kutlama gibi faaliyetlere olanak sağlamaktadır	49	28	23
Cadde, kullanım çeşitliliği sunmaktadır (yılın farklı zamanlarında farklı aktiviteler sunması)	55	31	14
Cadde, çocuklara yönelik güvenli mekânlar barındırmaktadır	57	27	16
Caddede WC, bebek bakım odası gibi ihtiyaçları gözetilen alanlar yeterince bulunmaktadır	79	13	8
Güres Caddesi'nde iken araç trafiğinden uzaklaşmış hissediyorum	39	38	23
Güres Caddesi ile caddedeki binalar arasında keskin geçişler vardır (İç mekân - Dış mekân ilişkisi)	55	27	18
Güres Caddesi'nde yeterince sokak pazarı, sokak satışları gibi aktif ve kümelenmiş faaliyetler vardır	48	37	15
Güres Caddesi'nde, geri dönüşüm ve enerji verimliliğine yönelik uygulamalar vardır	69	19	12

Güres Caddesi'nin sosyal niteliğine yönelik olarak 5 adet soru yönlendirilmiş ve katılımcıların cevapları Tablo 5'te gösterilmiştir. Caddenin gece saatlerinde herkes için güvenli olup olmadığına ilişkin soruya verilen cevapların, katılımcılar arasında dengeli bir dağılıma sahip olduğu ve net bir sonuca varılmadığı görülmüştür. Bu durum, katılımcılar için güvenlik kavramının bireysel bir nitelik taşıyabileceği ve güvende hissetmenin sadece mekâna değil, aynı zamanda mekândaki diğer kullanıcılarla ilişkili olabileceği düşüncesinden kaynaklanmış olabilir.

Güreş Caddesi'nde sosyalleşmeye imkân veren yeterince mekân vardır önermesine katılımcıların çoğunu oluşturan %47'si katılmıyorum yanıtını verirken %21'i katılıyorum yanıtını vermiştir. Caddede sosyalleşmeye olanak sağlayan unsurlar; oturma birimleri, kafe, kahvehane, çay bahçesi ve restoranlardır. Bu durum da caddeyi özellikle ücretsiz olarak kullanmak isteyen kullanıcılar için sınırlayıcı bir unsur olarak görülmektedir.

Caddenin kullanıcılar tarafından aitlik hissi uyandırıp uyandırmadığına yönelik önermede kullanıcıların çoğu olan %42'si aitlik hissi uyandırmadığını, %24'ü aitlik hissi uyandırdığını belirtirken %34'ü kararsızdır. Caddeye yönelik diğer kriterlerin olumsuz yönde değerlendirilmesi, aitlik hissini de olumsuz etkilemiştir.

Caddede yapılacak uygulamalara ilişkin olarak kullanıcıların ve caddede yaşayanların fikirlerinin alınıp alınmadığına dair soruya çoğunlukla, %68 gibi büyük bir oranla alınmadığı yanıtı verilmiştir. Bu durum, caddenin tasarım aşamasında katılım faaliyetlerinin ya olmadığını ya da yeterli düzeyde gerçekleştirilmediğini göstermektedir. Ayrıca, bu durumun caddenin kullanıcıları arasındaki aidiyet duygusunu da etkilediği düşünülmektedir.

Son olarak caddenin daha iyi olması için yapılacak uygulamalarda gönüllü olurum önermesine verilen kullanıcı yanıtlarının dengeli dağıldığı görülmektedir. Bu dağılımı insanların bireysel fikir ve bilinç düzeyi ile açıklamak mümkündür. Fakat caddeye yönelik genel kullanıcı değerlendirmeleri olumsuz iken daha iyi olmasına yönelik bireysel gönüllülüğün düşük olması düşündürücüdür.

Tablo 5. Sosyalliğe yönelik anket sonuçları

Sosyalliğe Yönelik Sorular			
	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum
Güres Caddesi gece vakitlerinde herkes için yeterince güvenlidir	36	35	29
Güres Caddesi için yapılacak uygulamalarda cadde sakinleri ve kullanıcılarının fikri alınmaktadır	68	26	6
Güres Caddesi'nde sosyalleşmeye imkân veren yeterince mekân bulunmaktadır	47	32	21
Güres Caddesi sizde aitlik hissi uyandırmaktadır	42	34	24
Güres Caddesi'nin daha iyi olması için yapılacak faaliyetlere destek vermeye gönüllü olurum	33	30	37

5.TARTIŞMA

Sahada yapılan gözlem ve anket sonuçlarına göre elde edilen bulgular, literatürdeki çalışmalar ile uyumludur. Caddeye yakın mesafede ve yeterli büyüklükte bir alanın bulunması, toplu taşıma imkanları ile caddeye doğrudan erişimin olması, literatüre göre yaya bölgelerinde başarılı tasarım ölçütleri olarak kabul edilmektedir [7;8;10]. Ancak, caddenin bu olanaklardan yoksun olması (otopark alanlarının yetersizliği ve toplu taşıma ile doğrudan erişim imkânı bulunmaması), kullanıcıların erişim ve bağlantılar konusunda caddeyi başarısız bulmasının temel nedenleri olarak düşünülmektedir. Buna ek olarak literatür çalışmalarında, [10;11] yaya yollarında erişimin kesilmemesi ve motorlu araç ile kesişen noktalarda gerekli güvenlik önlemlerinin alınması gerektiği vurgulanmıştır. Cadde içinde motosiklet, bisiklet ve yaya kullanımının ayrışmaması ve araç yolu ile kesişen noktalarda güvenli alanların bulunmaması, erişim ve bağlantılar açısından caddedeki olumsuz değerlendirmelerin temelini oluşturmaktadır.

Konfor ve imaja yönelik yapılan gözlem ve araştırmalar, caddenin bu kriterler bağlamında yetersiz olduğunu göstermektedir. Cadde tasarımında mikroklimatik özellikler göz önünde bulundurulmamıştır. Gözlemler ve anket verileri caddenin bu konudaki yetersizliğinin kullanıcı memnuniyetini olumsuz yönde etkilediğini göstermiştir. Bu durum, literatürdeki bulgularla da uyumludur [12;13;17]. Özellikle, cadde tasarımında kullanılan sokak öğelerinin iklim koşullarına uygun olmaması bu duruma sebep olarak gösterilebilir. Yayalaştırılmış caddeler gürültü kirliliğini önlemelidir [2], ancak bulgular caddenin bu yönden eksik kaldığını göstermektedir. Anket ve gözlem bulgularına göre, cadde yerel değerlere sahip olma konusunda yetersiz kalmıştır. Caddenin yerel değerlere sahip olmasına ilişkin bulgular, binaların yerel mimariyi yansıtmaya yönelik bulgulara göre daha olumludur. Caddede bulunan fıstıkçılar ve Siirt'e özgü dokuma halı dükkânlarının varlığı, anket katılımcılarına yöresel değerlerin daha belirgin bir şekilde ifade edildiği izlenimini uyandırdığı düşünülmektedir. Konfor ve imaja yönelik en olumsuz bulgular ise caddenin kapsayıcılığı ile ilgilidir. Oysa yaya bölgeleri herkes için kapsayıcı olmalıdır [13]. Anket bulgularının kadın, yaşlı ve engellilere yönelik ihtiyaçların görmezden gelindiğini göstermiştir. Caddenin tasarımında göz ardı edilen bu durumun, kullanıcılar tarafından oldukça fark edilen bir eksiklik olması, bu çalışmanın çarpıcı sonuçları arasındadır.

Kullanım ve faaliyetlere yönelik literatür çalışmalarına göre yaya bölgeleri; görsel olarak güzel olmalı, kullanım faaliyetleri ve zamanı açısından çeşitlilik sunmalı, sanata imkân vermeli, sosyal faaliyetlere alan tanınmalı, farklı kullanıcı tiplerine açık olmalı ve güvenli alanlar sunmalıdır [10;17]. Güres Caddesi'ne yönelik yapılan gözlem ve anket sonuçlarının, caddenin kullanım ve faaliyetler açısından yetersiz olduğunu göstermiştir. Katılımcılar ticari vitrinlerin estetikten yoksun olduğunu, oturma alanlarının kullanım çeşitliliğinin ve halka açık sanat alanlarının yetersiz olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, cadde büyük etkinliklere uygun değildir, farklı kullanıcı ihtiyaçlarını gözetilen alanlar yoktur, çocuklar için güvenli mekânlar eksiktir ve araç trafiğinden yeterince izole edilmemiştir. Cadde üzerinde kümelenmiş faaliyetler ve enerji verimliliği ile geri dönüşüm imkanları da bulunmamaktadır. Bulgular, literatürde tanımlanan tasarım ilkelerinin Güres Caddesi'nde uygulanmadığını ve bunun kullanıcı açısından olumsuz bir yargıya sebep olduğunu göstermektedir.

Sosyalliğe yönelik literatür çalışmaları, başarılı yaya bölgelerini güvenli, kapsayıcı, sosyal etkinliklere imkân veren ve bilgi ile kültür alışverişini sağlayan alanlar olarak tanımlamaktadır [18;17;13]. Güres Caddesi'ne yönelik anket ve gözlem bulguları ise bu başarı ölçütlerinin sağlanmadığını ortaya koymaktadır. Katılımcılar, caddenin gece saatlerinde güvenli olup olmadığı konusunda kararsız kalmışlardır. Bu durum, güvenlik kavramının bireysel bir nitelik taşıyabileceğini ve güvende hissetmenin sadece mekâna

değil, aynı zamanda mekândaki diğer kullanıcılarla ilişkili olabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca, cadde sosyalleşmeye yeterince mekân sunmamakta, bu da caddeyi özellikle ücretsiz olarak kullanmak isteyen kullanıcılar için sınırlayıcı bir unsur haline getirmektedir. Katılımcılar, caddenin aitlik hissi uyandırmadığını da belirtmişlerdir. Caddeye yönelik diğer kriterlerin olumsuz değerlendirilmesi, aitlik hissini de olumsuz etkileyebilir. Ayrıca, caddeye yönelik uygulamalarda kullanıcıların görüşlerinin alınmadığı ve gönüllü katılımın düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, caddenin tasarım aşamasında katılım faaliyetlerinin ya olmadığını ya da yeterli düzeyde gerçekleştirilmediğini göstermektedir. İnsanların bireysel fikir ve bilinç düzeyi bu durumu açıklayabilir; ancak, caddeye yönelik genel kullanıcı değerlendirmeleri olumsuzken, daha iyi olmasına yönelik bireysel gönüllülüğün düşük olması düşündürücüdür. Bu bulgular, caddenin sosyal açıdan kullanıcıların beklentilerini karşılamadığını ortaya koymaktadır.

6. SONUÇ

Kent planlaması ve kentleşme süreçlerine dair yapılan birçok teorik çalışmada, motorlu taşıt trafiğinin yayaların ihtiyaçları ve kamusal mekânlar üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu kapsamda, kent merkezlerinde artan trafik yoğunluğunun ve çevre kirliliğinin kamusal mekânlarda rahat dolaşımı zorlaştırdığı ve kent yaşam kalitesini olumsuz yönde etkilediği vurgulanmıştır. Kent merkezlerinin hızla büyümesiyle birlikte, trafik sıkışıklığı ve çevre kirliliğinin ekonomik, sosyal ve fiziksel açıdan çekiciliğini azaltmıştır. Araç kullanımının artmasıyla beraber daha fazla gündeme gelen bu sorunlara yönelik; kent merkezlerinin yayalaştırılmasıyla, yaya odaklı mekânların oluşturulması ve kamusal alanların yayaların ihtiyaçlarına daha uygun hale getirilmesi gerektiği kabul görmüştür. Bu sebeple son yıllarda yayalaştırılmış sokak örnekleri artmıştır.

Siirt İlinde bulunan Güres Caddesi, Siirt ilinin en büyük ticaret merkezinde, farklı kullanımların (ticaret, konut altı ticaret, banka, kafe, restoran, hastane, eğitim vb.) yoğunlukta olduğu, kentin tek ticari merkezi denilebilecek niteliktedir. Bu sebeple küçük ölçekli kentlerdeki genellikle tek olan ticari merkezlerin yayalaştırılma sürecine ışık tutabilecek tartışmalar sunulabilir.

İnsanların mekânları şekillendirdiği kadar mekânlar da insanları şekillendirmektedir. Bu bağlamda mekânlar belli amaçlara hizmet etmede kullanılabilir. Kamusal mekânlar, sundukları olanaklarla toplumsal faaliyetlere yön verebilecek nitelikte ve önemlidir. Bu sebeple Güres Caddesi'nin kullanıcılar açısından değerlendirilmesi; mekânın kullanıcı açısından neye hizmet ettiğinin anlaşılması, kullanıcı istek ve ihtiyaçlarının belirlenmesi açısından önemli olmakla beraber sonradan yapılacak yayalaştırma çalışmalarına da ışık tutabilecektir. Bu bağlamda yapılan analiz ve araştırmalar sonucunda elde edilen sonuçlar aşağıda Tablo 6'da verilmiştir. Katılımcılar açısından 1 yetersiz durumu, 3 yeterli durumu göstermektedir.

Tablo 6. Kriterlere göre genel değerlendirme

4 Ana Kriter	Kullanıcı Değerlendirmeleri		
	1*	2*	3*
Erişim ve Bağlantılar	132	91	77
%	44	30,33	25,67
Konfor ve İmaj	813	424	363
%	50,81	26,5	22,69
Kullanımlar ve Faaliyetler	624	294	182
%	56,73	26,73	16,54
Sosyalleşme	226	157	117
%	45,2	31,4	23,4

Yapılan anket çalışmaları ve saha gözlemleri neticesinde Güres Caddesi'nin kullanıcı açısından en yetersiz görüldüğü ana kriter, kullanımlar ve faaliyetlerdir. Caddede yeterince kullanım çeşitliliği ve faaliyeti bulunmamaktadır. Bu durum mekânsal eksikliklerin yanında organizasyonel eksiklikleri de işaret etmektedir. Kullanıcıların büyük oranda yetersiz bulunduğu bir diğer kriter, konfor ve imajdır. Bulgular, caddenin özellikle kapsayıcılık ve iklime uygunluk açısından oldukça yetersiz olduğunu ve yerele özgü olmadığını göstermiştir. Bu durum, caddenin genel imaj ve konforuna yönelik durumunun yetersiz olmasının temel sebepleridir. Caddenin en yetersiz bulunduğu üçüncü kriter ise sosyalleşmedir. Sosyalleşme kriteri bağlamında, mekânın sosyal olanaklarının kısıtlılığının katılım ve aidiyet faktörlerini etkilediği tespit edilmiştir. Caddenin yetersiz bulunduğu diğer bir kriter ise erişim ve bağlantılardır. Bu kriter aynı zamanda caddede kullanıcılar açısından en başarılı bulunan kriterdir. Buna rağmen genel sonuçlar bu kriterde de yeterince başarı sağlanmadığını göstermektedir. Cadde içinde bisikletli, motorlu ve yayalar için ayrı ve güvenli alanlar oluşturulması ve caddeye doğrudan gelebilecek ulaşım araçlarının çeşitlendirilmesi ile bu kriterdeki başarı durumu olumlu yönde değişebilecektir.

Çalışma kapsamında Güres Caddesi'nin kalite kriterleri bağlamında geliştirilmesi için öneriler şunlardır:

1. Erişim ve bağlantılara yönelik
 - Caddeye yakın mesafede otopark imkanları arttırılmalıdır.
 - Yaya ve araç trafiğinin kesiştiği bölgelerde güvenli geçiş olanakları sunulmalıdır.
 - Toplu taşıma güzergâhları caddenin giriş ve çıkışına yakın bölgelerden geçmelidir.
 - Cadde içerisinde motosikletler için ayrı alan belirlenmelidir.
2. Konfor ve imaja yönelik
 - Oturma birimleri mikroklimatik özelliklere göre tasarlanmalıdır.
 - Caddede gürültü için bir denetim mekanizması geliştirilmelidir.
 - Caddede Siirt'e özgü yerel mimari ve sanatsal öğelere yer verilmelidir.
 - Cadde tasarımında kadın, yaşlı ve engelliler gözeticilmelidir. (WC, emzirme kabini vb. kullanımlar oluşturulmalı, rampa düzenlemeleri ve sarı levhalara yer verilmelidir.)
3. Kullanım ve faaliyetlere yönelik
 - Caddede yer alan ticari işletmeler için estetik vitrinler ve tabela kullanımı teşvik edilmelidir.
 - Kamusal sanat için alan ayrılmalıdır.
 - Oturma birimleri çoklu kullanım ve sosyalleşme ihtiyacına cevap vermelidir.
 - Caddenin belli noktalarında geri dönüşüm çöp kovaları bulundurulmalıdır.
4. Sosyalleşmeye yönelik
 - Caddede ücretsiz olarak sosyalleşmeye imkân veren alanlar oluşturulmalıdır.
 - Tasarım sürecine cadde kullanıcıları dâhil edilmelidir.

Küçük ölçekli kentlerde, tek olan ticari merkezin yayalaştırılmasına örnek olan Güres Caddesi'ne yönelik yapılan bu çalışma hem Güres Caddesi için hem de diğer kentlerdeki yayalaşmış caddeler için dikkate alınması gereken sonuçlara ulaşmıştır. Genel olarak kullanıcı değerlendirmeleri caddenin 4 kriter bağlamında yetersiz olduğuna yöneliktir. Sonuç olarak, Güres Caddesi'nin kullanıcılarına yönelik yapılan değerlendirme ve analizler, kent planlaması ve kentleşme süreçlerinde insan odaklı yaklaşımların benimsenmesine ve kamusal mekanların kullanıcı ihtiyaçlarına daha uygun hale getirilmesine yönelik önemli bir adım olarak kabul edilmelidir. Bu tür çalışmalar, kentlerin yaşanabilirliğini artırmak ve toplumsal refahı desteklemek için gereklidir.

Yapılacak olan çalışmalarda bu çalışma; kullanıcıların değerlendirmelerini detaylı anlamak, ihtiyaca göre analiz yapmak, farklı kullanıcıların bakış açılarından değerlendirme olanağı sunmak adına caddeyi farklı amaçlarla kullanan (konaklayan ve çalışan) kullanıcı tipleri arasında daha geniş bir katılımcı kitlesi ile yapılarak geliştirilebilir.

TEŞEKKÜR

Anket çalışmalarında ve saha fotoğraflarının çekiminde yardımcı olan başta Yunus Emre İliklerden ve Mehmet Fahrettin Atak olmak üzere Siirt Üniversitesi Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi öğrencilerine teşekkür ederiz.

YAZAR KATKILARI

Yazar1: Metodoloji, Analiz, Saha ve Anket çalışması Yazar2: Literatür araştırması, Materyal, Saha ve Anket Çalışmaları

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Çıkar çatışması yoktur.

ETİK

Bu makalenin yayınlanmasında herhangi bir etik sorun bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] E. Tarakçı Eren, T. Düzenli and D. Akyol, "Kent Merkezinde Caddelerin Yayalaştırılması: Trabzon Kahramanmaraş Caddesi Örneği", Megaron, vol 13, no 3, pp 480-491, 2018, Doi: 10.5505/MEGARON.2018.17362.
- [2] E. Kalafat and P. Yeşil, "Giresun Kenti Yaya Bölgelerinin Kullanıcı Tercihleri Doğrultusunda İncelenmesi", Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, vol 25, no. 3, pp. 658-664, 2021, Doi: 10.19113/sdufenbed.907843.
- [3] R. Keleş, "Kentbilim Terimleri Sözlüğü" İmge Kitabevi Yayınları, pp. 224, 2021.

- [4] O. Ateş, F. Aslan, E. Kabataş and N. Büyükbayraktar, “Kentsel ulaşım sınıflamasında yayalaştırılmış cadde ve sokak uygulamalarının başarı değerlendirilmesi: Kırklareli ili Lüleburgaz ilçesi örneği”, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, vol 31 no. Ek sayı 1, pp. 382-389, Aralık 2021, ISSN:2148-2683.
- [5] R. Kaplan and S. Kaplan, “The experience of nature—a psychological perspective”, Cambridge University Press, New York, 1989.
- [6] <https://www.pps.org>. [Erişim Tarihi: 05.05.2024].
- [7] Y. T. Birişçi, A. E. Özel and P. Oktay, “Yaya Bölgeleri Planlama ve Tasarımı: Çanakkale Çarşı Caddesi Yaya Yolu Örneği’nde”, *Uluslararası Trafik ve Yol Güvenliği Kongresi*, Gazi Üniversitesi, Ankara, 2002.
- [8] H. S. Çınar, “Yaya Bölgeleri ve Meydan Tasarım İlkeleri”, *İstanbul Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Lisansüstü Ders Notları*, İstanbul, 2007.
- [9] H. S. Çınar Altınçekiç and B. Doktor, “Yayalaştırılmış Bir Bölge: Antalya-Cumhuriyet Caddesi”, *Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, vol 17, no. 1, pp. 57-68, 2017, Doi: 10.17475/kastorman.296494.
- [10] E. Paşalı, “Edirne Tarihi Kent Merkezinin Yaya Konforu Açısından İrdelenmesi” Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne, 2023.
- [11] Erişilebilirlik Kilavuzu, “Aile Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, Engelli ve Yaşlı Hizmetleri Genel Müdürlüğü”, https://www.aile.gov.tr/media/65613/erisilebilirlik_kilavuzu_2021.pdf. [Erişim Tarihi: 05.05.2024].
- [12] N. A. Rahman, S. Shamsuddin and I. Ghani, “What makes people use the street? Towards a liveable urban environment in Kuala Lumpur City Centre”, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, no. 170, pp. 624-632, 2015, Doi:/10.1016/j.sbspro.2015.01.064.
- [13] O. Kuntay, “Yaya Mekanı”, *İlke Yayınevi*, Ankara, pp. 102, 2008.
- [14] B. Çermikli, “Yaya Bölgelerinde Kullanım Analizi Üzerine Bir Araştırma: Beyazıt Meydanı ve Çevresi Örneği”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2009.
- [15] S. Çelikyay and A. S. Karayılmazlar, “Bartın Kent Merkezlerindeki Kamusal Alanların Kentsel Ergonomi ve Kent Kimliği Açısından İncelenmesi”, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, vol 18, no. 2, pp. 224-238, 2016.
- [16] M. Şerefhanoglu, “Kentsel Tasarımda Aydınlatmanın Rolü”, *I. Kentsel Tasarım ve Uygulamalar Sempozyumu*, Mimar Sinan Üniversitesi, İstanbul, 23-24 Mayıs 1991.
- [17] G. F. Yücel, “Kamusal Açık Mekanlarda Donatı Elemanlarının Kullanımı”, *Ege Mimarlık Dergisi*, vol 4, no. 59, pp. 26-29, 2006.
- [18] S. Özkazanç and H. Ulvi, “Erzincan Kent Merkezi Yayalaştırma Projesine Yönelik Tutum ve Beklentiler”, *Online Journal of Art and Design*, vol 6, no. 5 - special issue, pp. 223-238, 2018.
- [19] F. Kavi, “İstanbul’daki Yaya Yolu Düzenlemelerinin Bitkisel Tasarım Açısından Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2003.
- [20] D. Gündüz Gezer, “Kentleşme sürecinde ulaşım sorunlarının kentsel tasarım yöntemi ile çözümlenmesine yönelik araştırma: Siirt ili Güres caddesinin yaya yolu olarak kullanılmasındaki sorunlar ve çözüm önerileri” Yüksek Lisans Tezi, Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Siirt, 2022.
- [21] <https://www.sabah.com.tr/yazarlar/donat/2013/02/18/gures-caddesi>. [Erişim Tarihi: 05.05.2024].
- [22] <https://www.siirtpress.com/gures-caddesi-duzenleme-projesinin-ayrintilari-belli-oldu-29439.html>. [Erişim Tarihi: 05.05.2024].
- [23] <https://yenisiirt.com/siirtin-gures-caddesi-gece-gunduz-yogun/>. [Erişim Tarihi: 05.05.2024].



Sabit mıknatıslı senkron motorlarda yeni eğilimler

Zeynep TÜFEK^{1*}, Emrah ÇETİN²

¹ Yozgat Bozok Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Yozgat, Türkiye

² Tarsus Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Mersin, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ

Makale Tarihleri:

Geliş tarihi

02.05.2024

Kabul tarihi

13.06.2024

Yayın tarihi

30.06.2024

Anahtar Kelimeler:

Mıknatıslı Motorlar

Tasarım

Kontrol

ÖZET

Sabit Mıknatıslı Senkron Motorlar (SMSM), endüstriyel uygulamalardan elektrikli taşıma araçlarına kadar geniş bir yelpazede kullanılan önemli bir motor türüdür. Bu motorlar, yüksek verimlilik, hız ve moment kontrolü başarısı, kompakt boyut ve hafiflik, yüksek güç faktörü, düşük bakım gereksinimi ve çevre dostu özellikleriyle tanınır. SMSM'lerin sunduğu avantajlar, tasarım ve kontrol yöntemlerinin sürekli olarak geliştirilmesini teşvik etmektedir. Bu geliştirmeler, daha yüksek verimlilik, daha etkili kontrol stratejileri ve geniş uygulama alanları gibi konularda daha fazla avantaj sağlamayı hedeflemektedir. Bu durum, enerji tasarrufu, çevresel sürdürülebilirlik ve daha yüksek performans gibi çeşitli faydaları beraberinde getirmektedir. Bu makale, literatürde SMSM üzerine yapılan çeşitli motor tasarımı ve kontrol yöntemleri çalışmalarını ayrıntılı bir şekilde ele almaktadır. SMSM tasarımı ve kontrol yöntemleriyle ilgili yapılan bu derinlemesine inceleme, diğer araştırmacılar için güçlü bir referans kaynağı oluştururken, enerji verimliliğini artırma, çevresel sürdürülebilirliği destekleme ve motor performansını optimize etme gibi alanlarda önemli katkılar sunmaktadır. Ayrıca, etkili kontrol stratejileri geliştirme ve SMSM'lerin geniş uygulama alanlarını keşfetme konusunda da rehberlik sağlamaktadır. Kapsamlı literatür taraması, diğer araştırmacıların önceki çalışmalara kolayca erişmelerini ve bu çalışmalara atıfta bulunmalarını sağlar, bu da gelecekteki araştırmaların daha verimli ve yenilikçi olması açısından ışık tutar.

New trends in permanent magnet synchronous motors

ARTICLE INFO

Article history:

Received

02.05.2024

Accepted

13.06.2024

Published

30.06.2024

Keywords:

Motor

Desing

Control

ABSTRACT

Permanent Magnet Synchronous Motors (PMSMs) are an important type of motor used in a wide range of applications, from industrial uses to electric transportation vehicles. These motors are known for their high efficiency, precise speed and torque control, compact size and light weight, high power factor, low maintenance requirements, and environmentally friendly features. The advantages offered by PMSMs continuously encourage the development of their design and control methods. These advancements aim to provide greater benefits in areas such as higher efficiency, more effective control strategies, and broader application ranges. This results in various advantages, including energy savings, environmental sustainability, and higher performance. This article provides a detailed examination of various studies in the literature on motor design and control methods for PMSMs. This in-depth review of PMSM design and control methods serves as a strong reference for other researchers, offering significant contributions in areas such as improving energy efficiency, supporting environmental sustainability, and optimizing motor performance. Furthermore, it provides guidance in developing effective control strategies and exploring the wide application areas of PMSMs. The comprehensive literature review facilitates other researchers in easily accessing and referencing previous studies, thereby shedding light on future research to be more efficient and innovative.

1. GİRİŞ

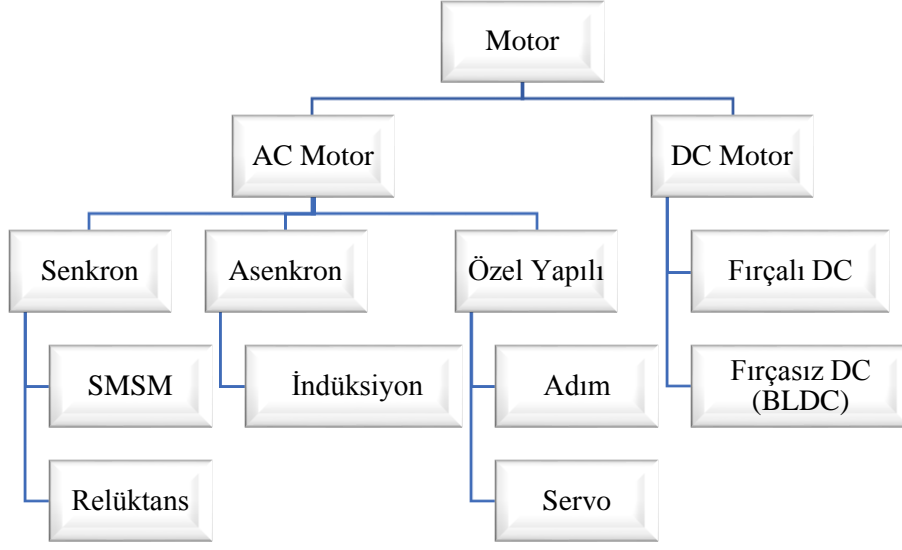
Elektrik enerjisinin mekanik enerjiye dönüştürüldüğü cihazlar, genel olarak "elektrik motorları" olarak adlandırılır. Elektrik motorları, çalışma prensiplerine ve kullanılan enerji türüne bağlı olarak genellikle Şekil 1'de görüldüğü üzere alternatif akım (AA) ve doğru akım (DA) olarak iki ana kategoriye ayrılır. DA makineleri, çeşitli özelliklerine göre sınıflandırılır. Bu özellikler,

ORCID ID: Zeynep Tüfek: 0009-0008-6024-1830; Emrah Çetin: 0000-0002-7023-6604

*Sorumlu yazar(lar)/Corresponding author(s): Yozgat Bozok Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Yozgat, Türkiye.
E-mail: zeyneptufek40@gmail.com

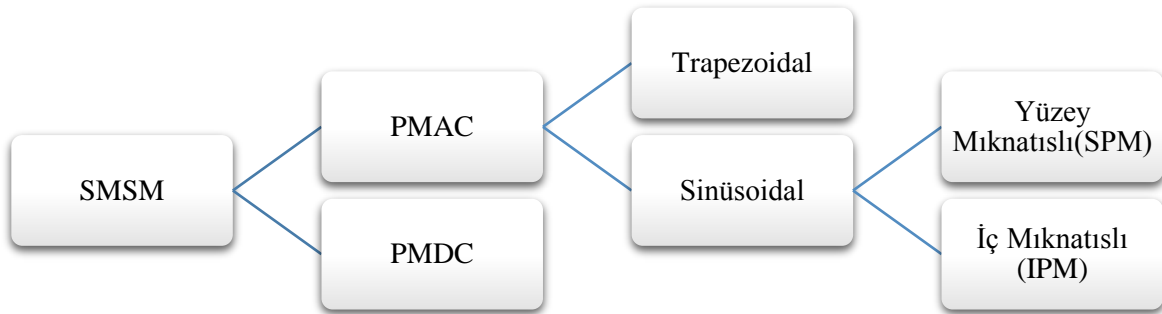
Bu makaleye atıfta bulunmak için/To cite this article: Tüfek Z., Çetin E., "Sabit Mıknatıslı Senkron Motorlarda Yeni Eğilimler", Bozok Journal of Engineering and Architecture, vol. 3, no. 1, pp. 84-92, 2024.

makinelerin fırçalı veya fırçasız, alan sargılı veya sabit mıknatıslı olmasını içerir. Alternatif akım makineleri ise genellikle senkron ve asenkron olarak iki ana gruba ayrılır. Senkron motorlar, alternatif akım motorları içinde geniş bir motor ailesini temsil eder ve günümüzde en çok çalışma yapılan motor türünden biridir. SMSM, senkron motorlar kategorisinde öne çıkan bir alt türdür.



Şekil 1. Motorların Genel Sınıflandırılması

SMSG, 1900'lerin ortalarında tanıtılmış ve 1980'lerin başlarında nadir toprak mıknatıslarının (NdFeB ve SmCo) keşfi ile yaygınlaşmıştır. Bu motorlar, mıknatıs teknolojisindeki ilerlemelerle enerji verimliliği ve performans açısından avantajlar sağlayarak endüstride önemli bir rol oynamıştır. SMSG'ler, yüksek verimlilik, uzun ömür, sabit moment-hız karakteristiği, yüksek moment yoğunluğu ve düşük bakım ihtiyacı ile öne çıkar. Ancak, SMSG motorların kullanımında bazı dezavantajlar da bulunmaktadır. Birincisi, rotorlarda bulunan mıknatıs maliyetinin ve motorun kontrolünü sağlayan motor kontrol kartının maliyetinin yüksek olmasıdır. İkinci dezavantaj ise genellikle mıknatıs konumundaki hassasiyet eksikliği ya da manyetik alanın bozulmasından dolayı meydana gelen vuruş momentidir. Vuruş momenti, motorun düzenli çalışmasını bozar ve mekanik bileşenlere zarar verir [1]. Elektrik motorları, geniş bir endüstriyel yelpazede kullanılan temel bileşenlerdir. Gün geçtikçe enerjiye olan ihtiyacın artması elektrik motorların tasarımını ve motor kontrol yöntemlerinin geliştirilmesine olanak sağlamıştır. Bu bağlamda, motor türleri üzerine yapılan çalışmalarda enerji verimliliği, kontrol hassasiyeti ve sistem dayanıklılığı gibi kritik faktörleri ele alınmıştır. SMSG motorlarda kendi içerisinde Şekil 2'de gösterildiği gibi sürüş tekniklerine ve zıt EMK dalga şekillerine göre sınıflandırılmaktadır.



Şekil 2. SMSG'nin Sınıflandırılması

Bu çalışma kapsamında SMSG'lerin performans optimizasyonunu hedefleyerek gerçekleştirilen farklı tasarımlar ve motor kontrol yöntemlerini incelemekte ve mevcut bilgi birikimine genel bir bakış sunmaktadır. Motorlarının tasarımı ve kontrol yöntemi alanında yapılan çalışmalar, SMSG'lerini daha güvenilir ve verimli hale getirilmesi amacıyla nasıl katkı sağladığını anlamak, bu makalenin temel amacını oluşturmaktadır.

1.1. SMSM Tasarımları

SMSM, elektrikli motor teknolojisinin önemli bir bileşeni olarak sürekli geliştirilmektedir. Bu motorlar, yüksek verimlilik, düşük bakım gereksinimi ve çevre dostu olmasıyla sebebiyle tercih edilirler. SMSM’deki gelişmeler, motorların daha güçlü, daha verimli ve çeşitli uygulamalara uygun hale getirilmesini amaçlar. Bu gelişmeler, enerji verimliliğini artırır, motor performansını optimize eder ve çeşitli endüstri sektörlerinde kullanım alanını genişleterek elektrikli motor teknolojisini hızlandırır. Bu nedenle, SMSM’in tasarımlarının sürekli olarak geliştirilmesi, elektrikli araçlar, endüstriyel makineler ve diğer uygulamalarda daha etkin ve sürdürülebilir enerji kullanımını destekler. SMSM ‘den daha etkin bir şekilde faydalanmak amacıyla gerçekleştirilmiş birçok önemli çalışma mevcuttur. Bu çalışmalardan biri Soyaslan’ın çalışmasıdır. Soyaslan, dış rotorlu bir SMSM tasarımını gerçekleştirmiş ve bu tasarım asansör tahrik motoru olarak geliştirmiştir. Çalışma doğrultusunda, dış rotorlu SMSM’nin rotorundaki dönme hareketi flaşlı bir mil kasnağına aktarılarak, ortaya çıkan tasarım ile hem kayışlı hem de halatlı motor olarak kullanılabilen bir motor tasarımı oluşturulmuştur. Oluşturulan tasarım doğrultusunda asansörün daha hassas şekilde durması ve konumlandırılması sağlanarak konfor artırılmıştır. Soyaslan tarafından tasarlanan tahrik motoru Şekil 3’de yer almaktadır [2]. Tasarım ile yüksek performans ve yüksek verimlilik elde edilmiştir.

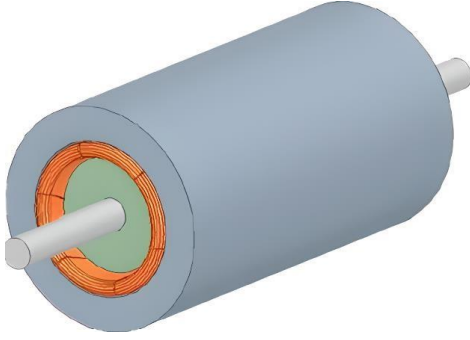


Şekil 3. Asansör tahrik motoru olarak tasarımı gerçekleştirilen dıştan rotorlu SMSM [2]

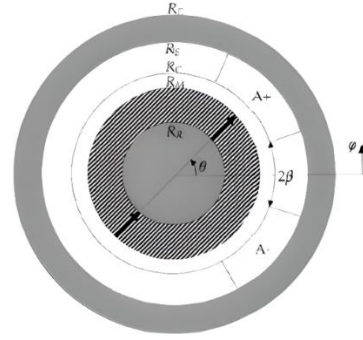
İndüksiyon motorlar, fanlar, kompresörler ve pompa uygulamalarında kullanılırlar. İndüksiyon motorların bu alanlarda gösterdikleri verimlilik değeri düşüktür. Gülçin tez çalışmasında tek fazlı indüksiyon motorlarının yerini alacak Tek Fazlı Şebeke Kalkışlı Sabit Mıknatıslı Motor (TF-ŞKSM) tasarımı gerçekleştirmiştir. TF-ŞKSM, indüksiyon motorlara kıyasen küçük boyutlarda daha yüksek verimlilik sunar fakat kalkış yeteneği indüksiyon motorlardan düşüktür. Gülçin, motorun stator yapısı ve sargı özellikleri tek fazlı indüksiyon motor ile aynı olan tasarımı gerçekleştirmiştir. Motorun rotor yapısında motor performansını pozitif etkileyecek ve tasarım olarak farklı olan iki farklı oluk tipi kullanmıştır. Motor verimliliği %72.7’dir. Verim değeri indüksiyon motora göre yaklaşık %8 daha iyidir. Motor kalkışı 300 ms’dir. Tasarımı gerçekleştirilen motor kalkışı asenkron motor gibi olmasına rağmen sürekli halde çalışması senkron hızda senkron motor olarak gerçekleştirilmiştir. Tasarlanan rotor olukları motor performansını arttırmış böylece motor verimliliği yükselmiştir [3].

Vuruntu momentini SMSM için en önemli yapısal sorunlardan biridir. Mıknatısların ya da olukların düzgün ve pürüzsüz olması vuruntu momentini azaltmanın en etkili yollarından biridir. Fakat bu işlem, motor maliyetini artırır ve üretim süresini uzatır. Vuruntu momentini azaltmanın diğer bir yöntemi ise motor tasarımında yaralan hava boşluğu relüktansını etkileyen parametreleri incelemektir. Mutluer ‘in çalışmasında dış rotorlu yüzeye monteli SMSM’lerin hava boşluğu relüktans değerlerini etkileyen beş parametre belirlenerek düşük vuruntu momentine sahip yüksek verimli motor elde edilmiştir [4].

SMSM, stator yapılarına göre oluklu ve oluksuz olmak üzere iki kategoriye ayrılmaktadır. Oluklu SMSM’de vuruntu momentini sorunu, özellikle yüksek hassasiyet gerektiren sistemlerde kullanımlarını sınırlayabilir. Bu bağlamda, vuruntu momentinin oluşmadığı ve hassas kontrol sağlayan sabit mıknatıslı oluksuz doğru akım motorlarının tasarımına yönelik bir ihtiyaç ortaya çıkmaktadır. Çiftçi’nin çalışmasında, Şekil 3’teki kesit görünümüne sahip Şekil 4’deki motor tasarımını gerçekleştirilmiştir. Tasarımı gerçekleştirilen motorun kesit görünümü Şekil 5’te yer almaktadır. Bu çalışma, 22 mm çapında, 3 fazlı, 2 kutuplu, nominal hızı 36600 d/dk, nominal gerilimi 32 V, nominal momentini 30.6 mNm olan bir oluksuz SMSM tasarımını ve analizini detaylı bir şekilde sunmaktadır [5].



Şekil 4. Gerçekleştirilen motor tasarımı [5]



Şekil 5. Tasarlanan 2 kutuplu 3 fazlı motorun kesit görünümü [5]

Araz ve Yılmaz 'ın çalışmasında gömülü mıknatıslı senkron motora ilişkin birçok elektriksel ve mekanik parametrelerin optimize edildiği tasarım süreci özgün yaklaşımlarla kapsamlı olarak ele alınmış ve özgün bir tasarım gerçekleştirilmiştir. Tasarımda seçilen 57 oluk ve 8 kutup sayısı ile faz- kutup başına düşen oluk sayısı 2.375 olarak belirlenmiştir. Tasarım sayesinde simetrik olmayan yapıda istenmeyen etkiler azalmıştır. Tasarlanmış olan elektrik motoru ve sürücü sistemi, test aracına entegre edilerek başarılı bir şekilde elektrikli araca dönüştürülmüş ve araç üzerinde performans ile yol testleri başarıyla tamamlanmıştır [6].

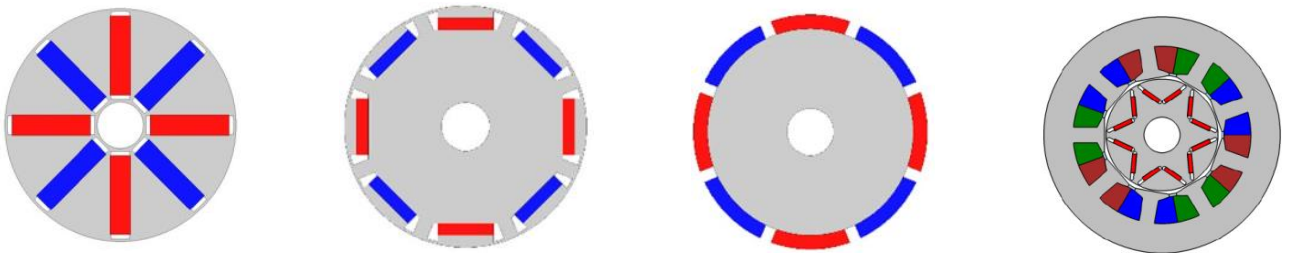
SMSM'ler, rotor yapılarına göre genellikle üç ana kategoriye ayrılır[7]:

Konuş Tipi (Spoke-Type) SMSM: Bu motorlarda, rotor disk üzerine yerleştirilmiş mıknatıslar, konuşlara benzer bir düzenlemeyle yer alır. Bu yapı, mıknatısların etkili bir şekilde yerleştirilmesini ve rotorun mekanik sağlamlığını artırır.

İç Kısmen Gömülü (Interior Buried) SMSM: Bu motorlarda, mıknatıslar rotorun iç kısmına kısmen gömülüdür. Rotor disk üzerinde mıknatısların doğrudan görünmediği ancak iç kısımda yer aldığı bir yapıya sahiptirler. Bu tasarım, mıknatısların korunmasına ve mekanik dayanıklılığın artmasına katkı sağlar.

Yüzey Montajlı (Surface Mounted) SMSM: Bu motorlarda, mıknatıslar rotor diskinin yüzeyine doğrudan monte edilir. Mıknatıslar, rotor diskinin dış yüzeyinde açıkça görünür. Bu yapı, mıknatısların kolayca erişilebilir olmasını sağlar ve montaj sürecini basitleştirir.

Her rotor tipinin kendine özgü avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır ve genellikle belirli uygulamalara göre tercih edilirler. Örneğin, konuş tipi rotorlar genellikle yüksek performanslı uygulamalar için tercih edilirken, iç kısmen gömülü rotorlar daha fazla koruma ve dayanıklılık sağlamak için tercih edilir. Yüzey montajlı rotorlar ise kolay montaj ve erişilebilirlikleri nedeniyle genellikle tercih edilirler.



a-Konuş Tipi SMSM

b- İç Kısmen Gömülü SMSM

c- Yüzey Montajlı SMSM

d-NdFeB mıknatıslı VPMSM

Şekil 6. SMSM motorlarda rotor tipleri a) Konuş Tipi SMSM b) İç Kısmen Gömülü SMSM c)Yüzey Montajlı SMSM

d) NdFeB-mıknatıslarıyla VPMSM. [7-8]

İç mıknatıslı SMSM (IPMSM), alan zayıflatma aralığında yüzey montajlı SMSM'ye (SPMSM) göre daha üstün bir performansa sahiptir. Bu nedenle, IPMSM, geniş bir sabit güç aralığına sahip uygulamalar için SPMSM'den daha cazip bir seçenektir. Nadir toprak mıknatıslardan oluşan V-şekilli mıknatıslara sahip IPMSM'ler (VPMSM), özellikle Neodimyum-Demir-Boron (NdFeB) gibi nadir toprak mıknatıslarının kombinasyonuyla çeşitli uygulamalarda yaygın olarak tercih edilmektedir. Bu tür makineler, temel hız aralığında yüksek senkron ve dirençli tork sağlar ve aynı zamanda akı zayıflatma yeteneğine sahiptir[8].SMSM motorların rotor tipleri Konuş Tipi , İç Kısmen Gömülü , Yüzey Montajlı ve NdFeB mıknatıslı VPMSM'nin görselleri Şekil 6'da yer almaktadır.

Motor verimlilikleri Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC) tarafından standart verimli (IE1), yüksek verimli (IE2), çok yüksek verimli (IE3) ve süper çok yüksek verimli (IE4) olmak üzere dört sınıfa ayrılır [3].

Gedik tez çalışmasında IE3 verim seviyesinde 3 fazlı, 100 gövde, 4 kutup, 3 kW asenkron motor gövdesi kullanılarak sadece baralı ve mıknatıslı rotor laminasyon tasarımı gerçekleştirmiştir. Üretim sırasında minimum müdahale ve maliyet ile en optimum IE4-Süper Çok Yüksek Verim Sınıfı seviyesinde bir elektrik motoru tasarlanması hedeflenmiştir. Tasarlanan motorun doğrudan kalkış yapabilmesi için alüminyum rotor baralarından faydalanılmıştır ayrıca yüksek kalkış momentinin karşılanması açısından derin oluklu motor baraları kullanılmıştır. Tasarımın manyetik analiz sonucu verim değeri %90,6 olan prototip motora dönüşecek olan tasarım oluşturulmuştur[9].

Zöhra, piyasada bulunan IE2 yüksek verimlilik sınıfı asenkron motorun rotorunda yüzey yerleştirmeli sabit mıknatıs kullanarak Şebeke Kalkış Radyal Akıllı Senkron Motor (ŞK-RASM) tasarlamıştır. Yüzey yerleştirmeli sabit mıknatısların yer aldığı yeni bir rotor topolojisi önermiş ve Genetik Algoritma kullanılarak tasarımın genetik optimizasyonunu sağlamıştır. Sabit mıknatıslı motorların önemli bir problemi olan tork dalgalanması, tasarımda kaykılı stator yapısı kullanılarak azaltılmıştır. Çalışma sonucunda şebekeye doğrudan bağlanarak yüksek verim ve güç faktörü ile çalışan ŞK-RASM tasarlanmış ve üretilmiştir [10].

Tesla, Ford ve Fiat gibi şirketler kendi elektrikli araç modellerinde genellikle asenkron motorları tercih ederken, Toyota, Nissan ve Honda gibi firmalar ise elektrikli araç üretiminde çoğunlukla sürekli mıknatıslı senkron motorlara yönelmektedirler [11].

Musayev tez çalışmasında Toyota 2004 model Prius elektrikli aracının SMSM tasarımı temel alınmış ve elektrik araç tahrik sistemleri için motor tasarlanmıştır. Rotor iç ve dış çapı, kutup sayısı, mıknatıs hacmi, mıknatıs hacmi sabit tutulup sürekli mıknatısların sınırlı çap, kanal kalınlığı, mıknatıslar arasındaki minimum mesafe gibi parametrelerin değişimiyle farklı rotor geometrileri çizilmiştir. 250 A tepe akım değeri için referans alınmış, tork dalgalanma değerinde %12.41 iken optimizasyon sonucunda tork dalgalanma değerinde maksimum %63.81 'lere varan iyileştirme sağlanmıştır. Referans alınan motorun tork değerinde %36.42'lere ulaşan iyileştirme elde edilmiştir [12].

1.2. Motor Kontrol Yöntemleri

Motorların verimli çalışabilmesi için uygun kontrol sistemi seçilmelidir. Vektör kontrolü, gerilim ve akımın büyüklüğünü, anlık konumu ve açıl frekansı parametreler aracılığıyla kontrol etme avantajına sahiptir. Bida ve ekibi, vektör kontrol tekniklerini sınıflandırmış ve bu teknikler karşılaştırılmıştır. Doğrudan moment kontrolü (DTC), Doğrudan Kendi Kendine Kontrol (DSC), uzay vektörü modülasyonu ile doğrudan moment kontrolü (DTC-SVM) ve alan odaklı kontrol (AYK) teknikleri, yaygın olarak bilinen ve kullanılan vektör kontrol teknikleridir. Yapılan inceleme makalesinde AYK tekniğinin, hedefleme, yüksek hassasiyetli izleme ve koordinasyon sürücüleri için en uygun teknik olduğu tespit edilmiştir [13].

AYK tekniği, stator akımlarını manyetize edici bir akım ve tork akımına ayırarak, bunların genlik ve fazlarını bir DC motor gibi kontrol ederek motor kontrolünden yüksek performans sağlamayı amaçlar. Gupta ve diğerleri tarafından yazılan makalede, SMSM'nin AYK tekniği, rejeneratif frenleme modunda çalışma özelliklerini açıklar. Bu modda kinetik enerji, frenleme sırasında tekrar elektrik enerjisine dönüştürülerek enerji güç kaynağı olan bataryaya geri kazandırılır, bu da ek enerji kaynağı içermediği için sistem maliyetini önemli ölçüde azaltır. Bu çalışma, SMSM'in daha iyi kontrolü ve maksimum enerji çıkışı elde etmek için önemli bir adımdır [14].

Zossak ve ekibi ise SMSM için sensörsüz AYK'de gecikme kaynaklarını tanımlar. Gecikme kaynakları, tahmin edilen çerçevenin kaymasına neden olur ve bu da üretilen momenti etkiler, bu sayede AYK motorun performansını ve verimliliğini etkiler. Gecikmeler üzerine yapılan araştırmada, yüksek hızlarda motor kontrol performansının önemli ölçüde iyileştirildiği gözlemlenmiştir [15].

SMSM'nin manyetik alan denklemi, rotor ve stator arasındaki manyetik akı yoğunluğu ile ifade edilir ve SMSM için manyetik alan denklemi şu şekildedir:

$$\Psi_d = L_d \cdot i_d \quad (1)$$

$$\Psi_q = L_q \cdot i_q \quad (2)$$

Ψ_d ve Ψ_q , durağan ve döner manyetik akıları (Wb)

L_d ve L_q , durağan ve döner endüktansları (H)

i_d ve i_q , durağan ve döner akım bileşenleri (A)

Manyetik alan ve akım arasındaki etkileşimi ile manyetik moment meydana gelir. SMSM için, manyetik moment denklemi:

$$M_m = \frac{3}{2} p (\Psi_d \cdot i_q - \Psi_q \cdot i_d) \quad (3)$$

M_m , manyetik moment (N.m)

p , kutup sayısını ifade eder. Denklemi daha da basitleştirmek için, Ψ_d ve Ψ_q terimlerini manyetik alan denklemlerinden çıkararak denklemi daha temel bir forma dönüştürebiliriz. Bu yaklaşım, analizimizi daha sade ve anlaşılır bir hale getirir.

$$M_m = \frac{3}{2} p (L_d \cdot i_q - L_q \cdot i_d) \quad (4)$$

SMSM'in senkron bir şekilde çalışabilmesi için rotorun hareket esnasındaki pozisyonunun bilinmesi gereklidir. Rotor konumunun tespit edilmesi amacıyla genellikle manyetik ya da optik sensörler kullanılmaktadır. Ancak, sisteme sensör eklenmesi sistem maliyetini artırır ve mekanik titreşim içeren bir sistemde sensör yerleştirmek, sistem ömrünü ve sağlamlığını azaltır. Bu sebeplerden dolayı, sensörsüz sürüş yöntemleri üzerine yapılan çalışmalara önem verilmektedir. Büyükabalı'nın tezinde, yüksek frekans voltaj enjeksiyonu yöntemi detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bu yöntemde sistem konum cevabı parametreden bağımsızdır, bu da kalıcı bir ek hafızaya ihtiyaç duyulmadığı anlamına gelir [16].

Sanjuan ve ekibinin çalışmasında, rotor konumunu sensörsüz bir yöntem olan pasiflik tekniği ile belirlemişlerdir ve SMSM'lerin sensörsüz kontrol tasarımı gerçekleştirilmiştir. Rotorun konumu ve hızı, rotor sensörü kullanılmadan motorun gerilim ve akımları kullanılarak tahmin edilmiştir. Önerilen algoritmanın doğruluğunu anlamak için simülasyon süresi uzatılmış ve hız ile moment referans sinyallerinin yeterli ölçüde takip edildiği gözlemlenmiştir [17].

Adam ve Elnady'nin çalışmalarında SMSM için moment dalgalanmasını en aza indireyen yeni bir uyarlanabilir sensörsüz moment kontrolü sunulmaktadır. Bu çalışma, sensörsüz histerezis doğrudan moment kontrolü ile aracın raydaki yönünü sürekli olarak sabitleyerek azaltılmış bir moment dalgalanması profili sağlamayı amaçlamaktadır. Algoritma, akış ve moment hatasını kullanarak sıfırdan farklı iki bitişik aktif vektörü seçmek için tasarlanmıştır. Vektörler için nihai anahtarlama süresi, minimum gerekli stator gerilimine ve rotor enerjisinden kaynaklanan eylemsizlik nedeniyle oluşan enerji şekline göre düzenlenir. Önerilen algoritma, ortalama moment dalgalanmasında %75 ve akış dalgalanmasında %65,6 azalma sağlamıştır [18].

Motor kontrol yöntemlerinden bir diğeri, birçok araştırmacı tarafından en etkili kontrol tekniklerinden biri olarak kabul edilen modele dayalı öngörülü kontrol (MPC) yöntemidir. MPC, bir optimizasyon temellidir ve gelecekteki kontrol aksiyonlarının belirlenme amaçlanır, bu nedenle beklenen sistem davranışı ile hedeflenen performans arasındaki farkı minimize etmeye odaklanır. Bu bağlamda, Akpunar'ın tezinde, SMSM'ler için Runge-Kutta Model öngörülü kontrol (RKMPC) olarak adlandırılan yeni bir model öngörülü kontrol mekanizması geliştirmiştir. Yapılan testlerde, 0.4 kW'lık bir SMSM üzerinde, RKMPC'nin geleneksel oransal integral (PI) yönteminden daha etkin bir performans sergilediği gözlemlenmiştir [19].

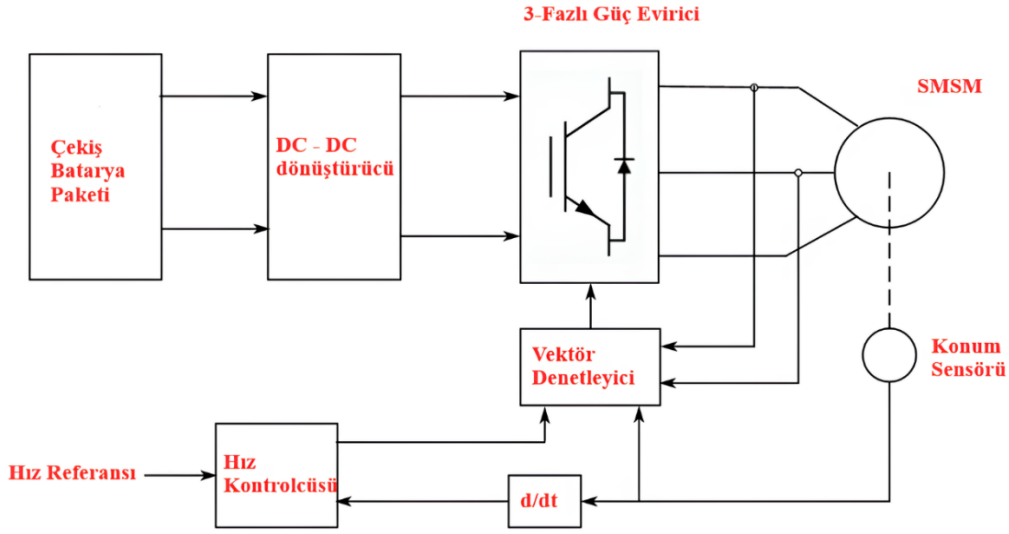
Ding ve arkadaşları tarafından SMSM için mevcut kapalı döngü durum gözlemcisine dayanan bir konum tahmini yöntemi önerilmiştir. Önerilen algoritmanın uygulanması çok kolay olduğu gözlemlenmiş ve bu algoritmanın düşük maliyet, iyi istikrar, geniş bir uygulama yelpazesine sahip ve yüksek güvenilirliğe sahip olduğu belirlenmiştir [20].

Demir çalışmasında, FCS model öngörülü akım kontrolü (FCS-MPCC) tabanlı hız ve konum sensörsüz PMSM sürücüler için LMS ve LMK algoritmalarını kullanan ve adaptasyon mekanizmasına sahip stator akımları temelli MRAS kestiriciler önermektedir. Önerilen MRAS kestiriciler, ölçülen stator akımları ile referans akımları arasındaki hatayı dikkate alarak PMSM'nin rotor hızını doğrudan tahmin eder. Bu makale, LMS ve LMK algoritmalarına dayanan MRAS hız kestiricilerinin, sabit kazançlı PI kontrolör gereksinimini ortadan kaldırdığını ve PMSM sürücülerinin hız sensörsüz kontrol performansını yüksek doğrulukla sağladığını göstermektedir. Bu çalışmanın amacı, FCS-MPCC tabanlı hız sensörsüz PMSM sürücüler için yeni MRAS kestiriciler geliştirmek ve bu kestiricilerin performansını değerlendirmektir. Elde edilen sonuçlar, önerilen LMS ve LMK algoritmalarının yüksek performans sergilediğini ve farklı yük torkları altında geniş hız aralıklarında başarılı hız tahmini sağladığını ortaya koymaktadır [21].

Motor sürücüler, elektrik motorlarının performansını artırmak ve kontrol etmek için kullanılan elektronik aygıtlardır. Bu aygıtlar, motorun hızı, momenti ve dönüş yönü gibi değişkenleri düzenlemek için gerekli olan güç ve sinyalleri sağlar. Şekil 7'de SMSM sürücülerin genel şablonu yer almaktadır. SMSM sürücülerin genel şablonunda yer alan bileşenler, motorun etkili ve hassas kontrolünü sağlamak amacıyla birbirleriyle entegre bir şekilde çalışır. Çekiş batarya paketi, motorun güç kaynağını sağlayarak elektrik enerjisini depolar ve motorun gereksinim duyduğu enerjiyi temin eder. Ardından, DC-DC dönüştürücü, bataryadan gelen doğru akımı belirli bir gerilim seviyesine ve uygun çıkış gerilimine dönüştürerek kontrol elektroniği için gerekli gücü sağlar. Bu noktada devreye giren 3 fazlı güç eviricisi, doğru akımı alternatif akıma dönüştürerek motorun rotorunda manyetik alanı değiştirir ve motorun dönmesini sağlayan üç fazlı AC gücünü üretir. Vektör denetleyicisi, motorun hızını, momentini ve yönünü hassas bir şekilde kontrol eder ve motorun çalışma koşullarını sürekli olarak izler. Son olarak, hız kontrolcüsü, motorun hızını belirli bir hedefe sabitleyerek veya belirli bir hız profili boyunca kontrol ederek, motorun belirli bir uygulama gereksinimine ya da kullanıcının isteğine göre ayarlanmasını sağlar. Bu bileşenler bir araya gelerek, motorun verimli ve istikrarlı bir şekilde çalışması sağlanır.

Geliştirme kartları ise mikrodenetleyiciler veya diğer kontrol bileşenlerini içeren platformlardır ve motor sürücülerinin kontrolünü gerçekleştirmek için kullanılırlar. Bu kartlar, yazılım tabanlı motor kontrol algoritmalarının geliştirilmesine olanak sağlamanın yanı sıra motor sürücülerinin test edilmesi ve optimize edilmesini de sağlarlar. Bu bağlamda, geliştirme kartları motor sürücülerinin kontrolünü sağlayarak motor kontrol sistemlerinin geliştirilmesi ve test edilmesinde önemli bir rol oynarlar.

Hisar, elektrikli araçlarda bulunan SMSM'ler için geniş aralıklarda doğrusal olmayan hız yörüngeleri üretme yeteneğine sahip olduğu bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu hız yörüngelerini izlemek üzere bir denetleyici tasarlanmıştır. Denetleyici, içerisinde çift çekirdekli 32 bit kayar noktalı işlemci barındıran ve "LAUNCHXL-F28379D" geliştirme kartını kullanmıştır. Çalışma kapsamında, S eğrisi biçiminde bir hız profili oluşturulmuş ve AYK tekniği kullanılarak, hem vuruşu oluşturmadan bileşenlerin ömrü uzatılmış hem de konfor etkisi iyileştirilmiştir. Farklı yörünge planları üzerinde kontrol yöntemi uygulanarak, motorun performans sonuçları detaylı bir şekilde analiz edilmiştir [22].



Şekil 7. SMSM motor sürücülerin genel şablonu

SMSM'lerde sistemin arıza durumunda devam edebilmesi için etkili bir hata toleransı tekniği geliştirmek önemlidir. Bu bağlamda, hata toleransının etkili bir şekilde uygulanabilmesi için hata yerlerinin doğru bir şekilde belirlenmesi gereklidir. Bu nedenle, hata toleransı ve hata tespiti birbirleriyle bağlantılı iki prosedürdür. Hatalar genellikle elektrik ve mekanik olmak üzere iki kategoride değerlendirilir. Wangguang ve ekibinin yaptığı çalışmada, motor hatalarının %90'ının elektriksel hatalar olduğu belirlenmiştir. Normal çalışma sırasında, iki tahrik sistemi toplam gücü sağlar ve her evirici modülü nominal gücün yarısını temin eder. Bir evirici de kısa devre ya da açık devre hatası meydana geldiğinde, arızalı evirici izole edilir ve vektör kontrolü ile sağlam evirici, SMSM için güç sağlamaya devam eder, ancak nominal güç normalin yarısına düşer [23]. SMSM'lerde döngü verimliliğini artırmak ve potansiyel arızaları önlemek için elektrikli motorların termal davranışlarını anlamak önemlidir. Paramoji ve Pyati'nin çalışmasında, elektrikli motor sensör verilerinin çeşitli yük koşullarında analizi yapılarak çeşitli parametreler arasında korelasyon matrisi oluşturulmuştur. Bu sayede stator ve rotor sıcaklıkları bağımlı parametreler aracılığıyla belirlenmiştir. Hiperparametre ayarlama tekniğine sahip Derin Öğrenme Modelleri, %95 regresyon puanı olarak başarı elde etmiştir [24].

2. SONUÇLAR

Bu makalede, SMSM tasarımı ve kontrol yöntemleri üzerine yapılan çalışmalara genel bir bakış sunulmuştur. SMSM'ler, elektrik motoru teknolojisindeki önemli bir bileşen olarak sürekli olarak geliştirilmektedir. Yüksek verimlilikleri, düşük bakım gereksinimleri ve çevre dostu olmaları nedeniyle tercih edilmektedirler.

Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda, SMSM'lerin tasarımında ve kontrolünde bir dizi yenilikçi yaklaşım ve teknik önerilmiştir. Bu çalışmalar, motorların verimliliğini artırmak, kontrol hassasiyetini iyileştirmek ve sistem dayanıklılığını sağlamak için önemli adımlar atmaktadır. Ayrıca, motorların enerji verimliliği sınıflandırılması ve motorların endüstriyel uygulamadaki kullanımını da ele alınmıştır. Bu sınıflandırma, motorların farklı verim seviyelerine göre sınıflandırılmasını ve enerji tüketiminin optimizasyonunu sağlamaktadır.

Sonuç olarak, SMSM'lerin tasarımı ve kontrolü alanındaki çalışmalar, elektrik motoru teknolojisinin sürekli olarak gelişmesine katkıda bulunmaktadır. Bu çalışmaların sonuçları, elektrikli araçlar, endüstriyel makineler ve diğer uygulamalarda daha verimli ve sürdürülebilir enerji kullanımını desteklemektedir. Gelecekteki araştırmaların, SMSM'lerin performansını daha da artırmak ve endüstriyel uygulamalardaki kullanımını genişletmek için odaklanması beklenmektedir.

ETİK

Bu makalenin yayınlanmasında herhangi bir etik sorun bulunmamaktadır.

KAYNAKÇA

- [1] K. Yılmaz And T. Dindar, "Radyal Akıllı Sabit Mıknatıslı Senkron Motorlarda Vuruntu Momentinin Azaltılması," *Uluslararası Mühendislik Araştırma Ve Geliştirme Dergisi*, Apr. 2023, Doi: 10.29137/Umagd.1235442.
- [2] Soyaslan M, "Asansör Tahrik Sistemleri İçin Dıştan Rotorlu Sürekli Mıknatıslı Bir Senkron Motor Tasarımı," Doktora Tezi, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, 2020.
- [3] E. A. Gülçin, "Tek Fazlı Şebeke Kalkışlı Sabit Mıknatıslı Senkron Motor Tasarımı," Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat, 2018.
- [4] M. Mutluer, "Dış Rotorlu Yüzeve Monte Pmsm İçin Vuruntu Momentinin İncelenmesi," *European Journal Of Science And Technology*, Apr. 2021, Doi: 10.31590/Ejosat.898903.
- [5] Çiftçi F, "Yerli Ve Milli Yüksek Hızlı Oluksuz Sabit Mıknatıslı Senkron Elektrik Motor Tasarımı," Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2021
- [6] H. K. Araz and M. Yılmaz, "Design procedure and implementation of a high-efficiency PMSM with reduced magnet-mass and torque-ripple for electric vehicles," *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, vol. 35, no. 2, pp. 1089–1109, 2020, doi: 10.17341/gazimmfd.458515.
- [7] H. Ahn, H. Park, C. Kim, and H. Lee, "A Review of State-of-the-art Techniques for PMSM Parameter Identification," *Journal of Electrical Engineering and Technology*, vol. 15, no. 3, pp. 1177–1187, May 2020, doi: 10.1007/s42835-020-00398-6.
- [8] A. K. Putri, M. Nell, M. Hombitzer, D. Franck and K. Hameyer, "On the Design of a PMSM Rotor with Ferrite Magnets to Substitute a Rare Earth Permanent Magnet System," 2018 XIII International Conference on Electrical Machines (ICEM), Alexandroupoli, Greece, 2018, pp. 304-310, doi: 10.1109/ICELMACH.2018.8506682.
- [9] Durak Gedik B, "İe4 Verim Sınıfı Şebeke Kalkışlı Sürekli Mıknatıslı Senkron Motor Tasarımı Burcu Durak Gedik," Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2018.
- [10] Zöhra B, "Şebeke Kalkışlı Radyal Akıllı Sabit Mıknatıslı Senkron Motor Tasarımı Ve Prototip Üretimi," Doktora Tezi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat, 2019.
- [11] Oğuz A. H, "Elektrikli Araçlar İçin Gömülü Sürekli Mıknatıslı Senkron Makine Tasarımının En Uygunlaştırılmasına Katkıları," Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2018.
- [12] Musayev A, "Elektrikli Araç Tahrik Sistemleri İçin Sürekli Mıknatıslı Senkron Motor Tasarımı," Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, 2021.
- [13] S. Shaposhnikov "PMSM Vector Control Techniques – a Survey" (Russia), Institute of Electrical and Electronics Engineers, Institute of Electrical and Electronics Engineers, and Institute of Electrical and Electronics Engineers., Proceedings of the 2018 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus) : January 29 - February 01, 2018, St. Petersburg and Moscow, Russia.
- [14] Gupta U. Yadav D.K. Panchauli D. "Field Oriented Control of PMSM during Regenerative Braking" Nagarjuna College of Engineering and Technology and Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2019 Global Conference for Advancement in Technology (GCAT) : Bangalore, India, Oct 18-20, 2019.
- [15] S.Zossak M.Musak M.Stulrajter P.Makys "Challenges of Sensorless Controlled High-speed PMSM Drives" IEEE Industry Applications Society, IEEE Power Electronics Society, IEEE Industrial Electronics Society, and Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2019 IEEE 10th International Symposium on Sensorless Control for Electrical Drives (SLED).
- [16] S. Büyükabali, "Düşük Hız Bölgesi İçin Sabit Mıknatıslı Senkron Motor (Pmsm) Kontrolü." Gebze Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze, 2021
- [17] V. Sanjuan L.Flores Y. Mendoza "A Sensorless Passivity-based Control for PMSM" Universidad de las Américas Puebla and Institute of Electrical and Electronics Engineers., 2018 International Conference on Electronics, Communications and Computers : 28th International Conference on Electronics, Communications and Computers CONIELECOMP : Universidad de las Américas Puebla, 21-23 Feb 2018.
- [18] A. A. Adam and A. Elnady, "Adaptive steering-based HDTC algorithm for PMSM," *Asian J Control*, vol. 23, no. 1, pp. 209–227, Jan. 2021, doi: 10.1002/asjc.2229.
- [19] A. Akpunar, "Kalıcı Mıknatıslı Senkron Motorlar İçin Runge-Kutta Model Öngörülü Kontrol Yaklaşımı" Doktora Tezi Ağustos, 2020
- [20] X.Ding J.Su J.Lai "A Position Estimate Method For PMSM" China Power Supply Society, IEEE Power Electronics Society, Power Sources Manufacturers Association, and Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2018 IEEE International Power Electronics and Application Conference and Exposition (PEAC) : conference proceedings : Crowne Plaza Shenzhen Longgang City Centre, Shenzhen, China, November 4-7, 2018.

- [21] R. Demir, “Speed-sensorless Predictive Current Controlled PMSM Drive With Adaptive Filtering-based MRAS Speed Estimators,” *Int J Control Autom Syst*, vol. 21, no. 8, pp. 2577–2586, Aug. 2023, doi: 10.1007/s12555-022-0698-z.
- [22] Ç. Hisar “Sabit Mıknatıslı Senkron Motorlar İçin Hız Yörüngesi Denetleyicisi Tasarımı” Yüksek Lisans Tezi Elektrik Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2019.
- [23] Z. Wang, D. Wang, Y. Li, and M. Li, “A Review on Fault-Tolerant Control of PMSM.” School of electrical engineering, University of Jinan, Jinan 250022, Chinese Automation Congress (CAC), 2017
- [24] S. L. Paramoji And B. N. Pyati, “Application Of AI To Predict Pmsm Temperature,” In *2021 Ieee Transportation Electrification Conference, Itec-India 2021*, Institute Of Electrical And Electronics Engineers Inc., 2021. Doi: 10.1109/Itec-India53713.2021.9932484.



Extraction of thevenin-based equivalent circuit of multi-cell lead acid battery pack and SoC estimation

Hayri ARABACI¹, Kemal ERDOĞAN^{2*},

¹Selçuk Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Konya, Türkiye

²Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Konya, Türkiye

ARTICLE INFO

Article history:

Received
30.04.2024
Accepted
12.06.2024
Published
30.06.2024

Keywords:

Battery Equivalent Circuit Model
Energy Storage
Lead Acid Battery
Parameter Estimation
SoC
State of Charge

ABSTRACT

Lead acid batteries are widely used in UPS due to their cheapness. In case of mains power failure, the length of the operating period powered by the battery depends on the energy capacity of the battery. In this case, predicting the remaining time depending on usage is important for the healthy operation of the system. Determining the remaining time can be done by monitoring the SoC of the batteries. SoC monitoring can be done using equivalent circuit models of the battery. In systems where a single battery cell is used, the equivalent circuit is generally considered for a single cell. Nowadays many serially connected batteries are used in UPS. In this case, it becomes difficult to make calculations in the equivalent circuit created by connecting the single cell equivalent circuit in series. In this study, the approach of using a single equivalent circuit model to be created for the entire system is proposed. In the study, the Thevenin equivalent circuit model of an uninterruptible power supply battery group, in which 8 batteries (12V) are connected in series, was created with only three parameters. The accuracy of the created equivalent circuit was ensured by comparing it with the values calculated using the current counting method. First, the discharge curve of the battery was obtained. SoC-Open Circuit Voltage graph was created from these curves. Equivalent circuit parameters were calculated from the dynamic behavior of the battery. During the process of fully discharging the battery, the values of SoC corresponding to the battery voltage were determined by counting the current. The values of SoC obtained because of the current counting process were compared with the values calculated through the equivalent circuit. As a result of the comparisons, an average accuracy rate of 99.85% was achieved in estimating the SoC. These results show that the proposed method can be used to estimate the SoC in systems using serially connected batteries.

Çok hücreli kurşun asit pil paketinin thevenin tabanlı eşdeğer devresinin çıkarılması ve şarj durumu tahmini

MAKALE BİLGİSİ

Makale Tarihleri:

Geliş tarihi
30.04.2024
Kabul tarihi
12.06.2024
Yayın tarihi
30.06.2024

Anahtar Kelimeler:

Akü Eşdeğer Devre Modeli
Enerji Depolama
Kurşun Asit Piller
Parametre Tahmini
SoC
Şarj Durumu

ÖZET

Kurşun asitli aküler, ucuz olmaları nedeniyle UPS'lerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Şebeke elektriğinin kesilmesi durumunda aküden beslenerek sağlanan çalışma süresinin uzunluğu, akünün enerji kapasitesine bağlıdır. Bu durumda kalan sürenin tahmin edilmesi sistemin sağlıklı çalışması açısından önemlidir. Kalan sürenin belirlenmesi SoC'ı izlenerek yapılabilir. Pilin eşdeğer devre modelleri kullanılarak SoC izlenebilir. Tek akü hücrelerinin kullanıldığı sistemlerde genellikle tek hücre için eşdeğer devre dikkate alınır. Günümüzde UPS'lerde seri bağlı birçok akü kullanılmaktadır. Bu durumda tek hücreli eşdeğer devrenin seri bağlanmasıyla oluşturulan eşdeğer devrede hesaplama yapmak zorlaşır. Bu çalışmada sistemin tamamı için oluşturulacak tek bir eşdeğer devre modelinin kullanılması yaklaşımı önerilmektedir. Çalışmada 8 adet 12 Voltluk pilin seri bağlı olduğu bir kesintisiz güç kaynağı pil grubunun Thevenin eşdeğer devre modeli sadece üç parametre ile oluşturulmuştur. Oluşturulan eşdeğer devrenin doğruluğu, akım sayma yöntemiyle hesaplanan değerlerle karşılaştırılarak sağlanmıştır. İlk olarak bataryanın deşarj eğrisi elde edilmiştir. Bu eğrilerden SoC-Açık Devre Gerilim grafiği oluşturulmuştur. Eşdeğer devre parametreleri pilin dinamik davranışından hesaplanmıştır. Akünün tamamen boşalması işlemi sırasında akım sayılarak akü voltajına karşılık gelen SoC değerleri belirlenmiştir. Akım sayma işlemi sonucunda elde edilen SoC değerleri, eşdeğer devre üzerinden hesaplanan değerlerle karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalar sonucunda SoC tahmininde ortalama %99,85 doğruluk oranına ulaşılmıştır. Bu sonuçlar, önerilen yöntemin seri bağlı pillerin kullanıldığı sistemlerde SoC'ı tahmin etmek için kullanılabileceğini göstermektedir.

ORCID ID: Hayri Arabacı: 0000-0002-9212-0784; Kemal Erdoğan: 0000-0001-7433-2516

*Sorumlu yazar/Corresponding author: Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Konya
Tel: +90 332 205 1852
Fax: +90 332 241 0635
E-mail: kerdogan@ktun.edu.tr

Bu makaleye atıfta bulunmak için/To cite this article: Arabacı, H., Erdoğan, K., "Extraction of Thevenin-Based Equivalent Circuit of Multi-Cell Lead Acid Battery Pack and SoC Estimation", Bozok Journal of Engineering and Architecture, vol. 3, no. 1, pp. 93-100, 2024.

1. INTRODUCTION

Today, electrical energy is used in every field. Interruption of mains electricity causes disruption in services and therefore financial losses. To prevent losses caused by power outages, many users have turned to systems that store energy and provide uninterrupted power flow. Batteries are used to store energy in uninterruptible power supplies (UPS). The most preferred batteries here are lead acid batteries, which do not require maintenance and are low cost. The cell voltage of lead acid batteries is 2 volts. In applications, batteries made into packaged products in 6V, 12V and 24V serial cell structures are generally used. They are widely used especially in UPS because they are cheap and resistant to overcharging and deep discharges. Due to their resistance to overcharging, they are generally kept constantly charged with simple charging circuits. During the discharge process, the discharge is usually stopped by taking a determined voltage level as a reference. This reference level is notified to the user by the battery manufacturer through documentation. When discharged below this level, the charging capacity of the battery is permanently reduced. If the voltage drops to very low levels, the battery becomes unusable. Cutting off the discharge in UPS is often done by checking the value of the terminal voltage. Due to the electrochemical structure of the battery, reading the terminal voltage while current flowing from the battery will not give the actual open circuit voltage [1]. In order to read the open circuit voltage correctly, the terminal voltage must be read after waiting for a while while the battery is unloaded [2]. In practice, since standby cannot be performed when the UPS is under load, the voltage value is read while current is being drawn from the battery. Here, discharge is cut off at higher levels with tolerance due to the danger of falling below the reference voltage level. In this case, the capacity of the battery is used inefficiently. An approach must be developed to properly read the open circuit voltage when the battery is under load. For this, the equivalent circuit model of the battery is used [3, 4]. If the battery model is known, the battery open circuit voltage can be calculated through the model parameters when the battery terminal voltage is read. There are many models for the equivalent circuit in the literature [5]. The most important of these are Physical (Electrochemical) Battery Models. Physical battery models are based on the chemical structure of the battery. Due to its electrochemical structure, the physical model contains complex and nonlinear differential equations [6]. The accuracy of this model is high, but the need to know many parameters and the fact that it takes a long time to solve many differential equations make it difficult to use this method in practice.

Mathematical models are based on predicting the behavior of the battery. They are statistical models consisting of empirical equations or based on mathematics. They are generally used for state of charge (SoC) estimation. The number of equations has been reduced and simplified compared to the physical model. However, error rates are higher than physical models [7].

Data-based (Analytical) battery models are created by combining physical, statistical, and artificial intelligence approaches. The model is greatly simplified so that fewer parameters are needed in the model. These parameters are found using data obtained from experiments. Artificial intelligence techniques such as fuzzy logic, artificial neural networks, support vector machines etc. can be used in parameter determination processes [8-10]. This approach requires experimental data and requires high-capacity processors. Electrical equivalent circuit models are circuit models consisting entirely of electrical parameters. In this way, mathematical calculations can be made directly on the circuit model. The electrical equivalent circuit model is widely used in determining current and state of charge. As an electrical circuit model; Rint, Thevenin, Partnership for a New Generation of Vehicles (PNGV) and Double Pole (DP) models are used [11]. These circuit models are shown in Figure 1.

Equivalent circuits of batteries are usually created using voltage sources, resistors, and capacitors. The simplest battery model is the Rint model. It is the model that requires the least number of circuit parameters. It is widely used in steady-state analysis of batteries. To provide the dynamic behavior of the battery, a capacitor, and a resistor, parallel to each other but in series with the internal resistance of the battery, were added to the Rint model. This model created is called Thevenin model. The capacitor here is used to represent transient behavior during charging and discharging processes. In the PNGV model, a capacitor is added to the main branch in the Thevenin equivalent circuit. Thanks to this capacitor, the effect of load current accumulation on the open circuit voltage can be represented. It is called a body capacitor. To represent the polarization feature of batteries, a new equivalent circuit is created by adding a resistor and a capacitor in series to the main branch but parallel to each other on the Thevenin model. In this way, concentration polarization and electrochemical polarization can be represented separately. This created equivalent circuit is called DP equivalent circuit model. PNGV and DP models better represent the electrochemical properties of batteries. However, it requires higher order equation solutions in the solution process.

Studies show that models requiring high-order solutions do not significantly change their accuracy rates, and therefore models requiring first- and second-order solutions are preferred [12, 13].

For this reason, the Thevenin equivalent circuit model, one of the electrical equivalent circuit models, was used in this study because it requires less processing.

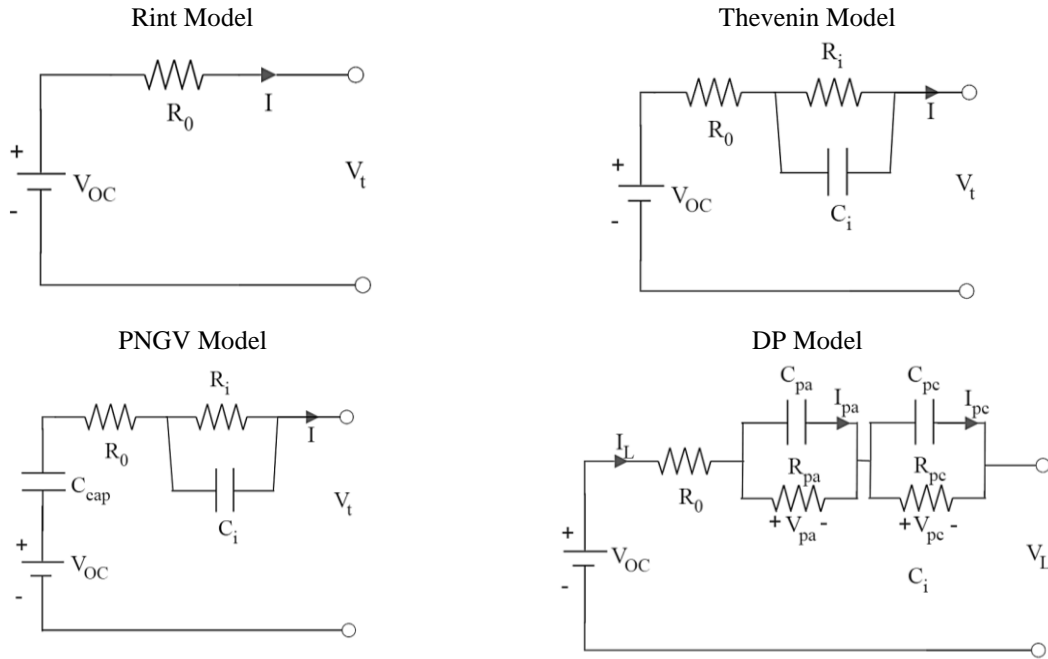


Figure 1. Some electrical equivalent circuit models for batteries.

The equivalent circuit models mentioned above are generally used for single-cell batteries. In this study, it is aimed to use a single Thevenin circuit as the equivalent circuit of the UPS battery group, in which eight 12V batteries are connected in series. An average accuracy value of 99.85% was reached with the model created because of the experimental studies. The results showed that the proposed model can be used as a single Thevenin equivalent circuit model in a system using multiple series connected batteries.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Obtaining Experimental Setup and Battery Parameters

The battery group of a 10kVA UPS was used in the experiments. The battery group has 8 lead acid batteries connected in series. Each battery has a terminal voltage of 12V (containing six 2V lead-acid cells). Information about this battery is given in Table 1. The charging of the batteries was carried out through the UPS's own charging system. The discharge process was done through resistors by taking it from the terminal output of the battery group instead of the UPS inverter output. A contactor was used to separate the terminal from the inverter and connect it to the resistor group. The block diagram of the experimental setup is given in Figure 2, and photographs of the experimental setup and the components used are given in Figure 3. The voltage value was read from the battery group terminals during both charging and discharging processes. The current value flowing from the battery group was read from the output of the terminal. The terminal voltage was read directly and without isolation using a voltage reducer circuit. The battery current was read in isolation with a current sensor based on the Hall Effect. Digitalization of current and voltage was done with a data acquisition card (DAQ) and recorded on the hard disk via the computer. Experiments have been conducted using the Matlab/Simulink program for data collection and system control. The equivalent circuit parameters are calculated from the dynamic behavior curve of the battery voltage. Therefore, a high sampling frequency has been maintained to ensure accurate value calculation. In this way, the C_t value, which represents temporary situations, can be calculated properly. In the tests carried out for verification, the sampling frequency was kept low enough to not affect accuracy. Thus, repeated operations with the same valuable data, which occur due to the fast-sampling frequency, are avoided.

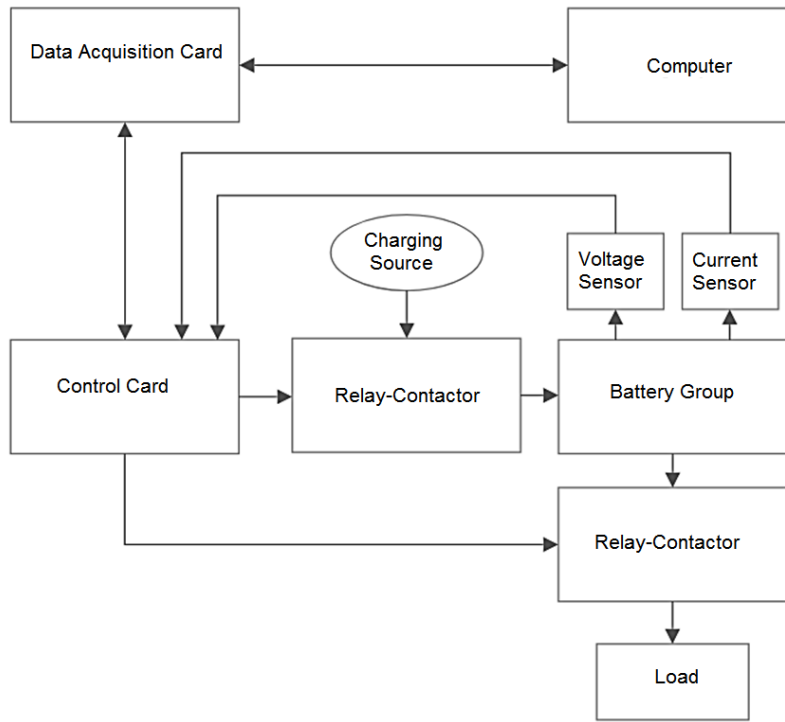


Figure 2. Experimental setup block diagram.

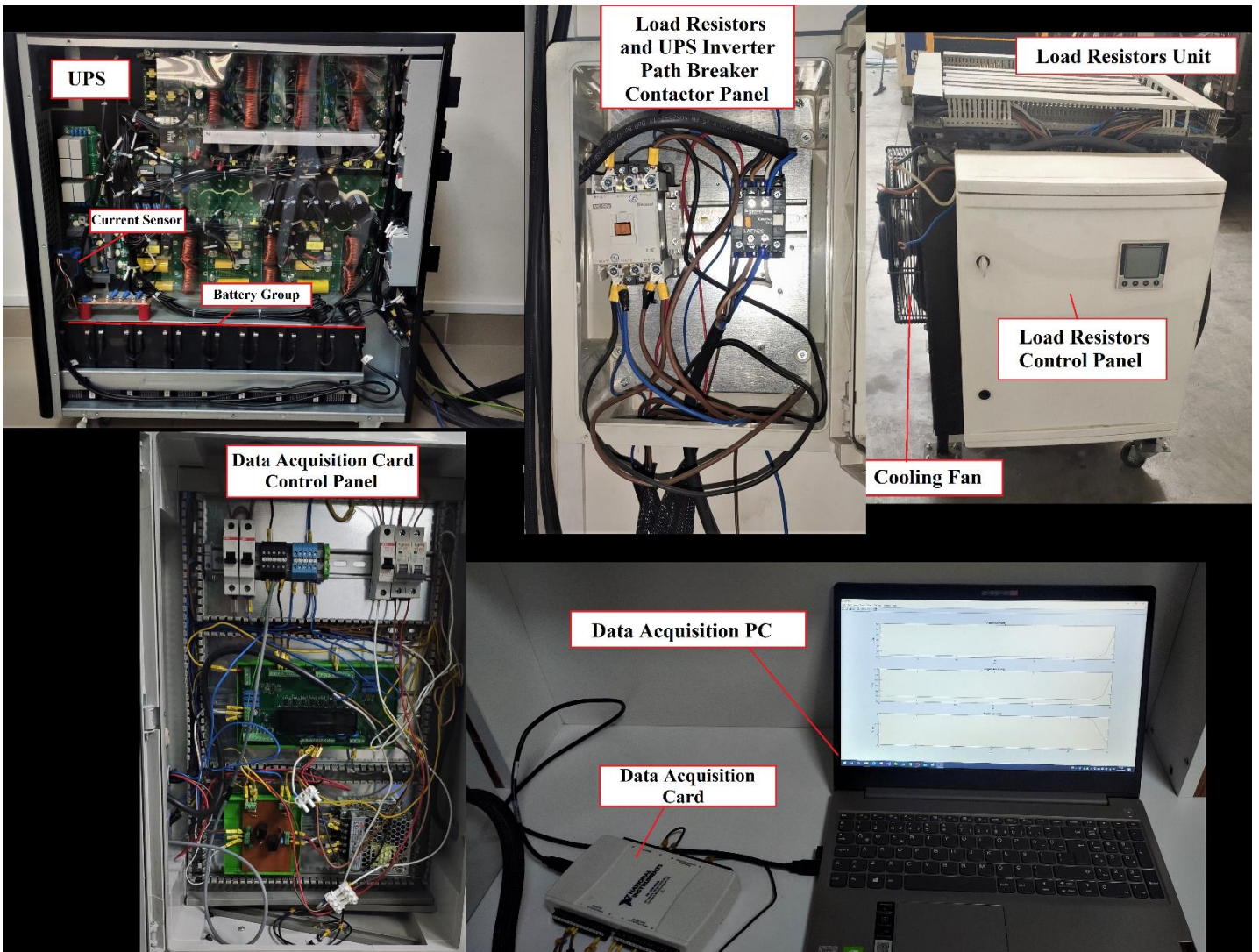
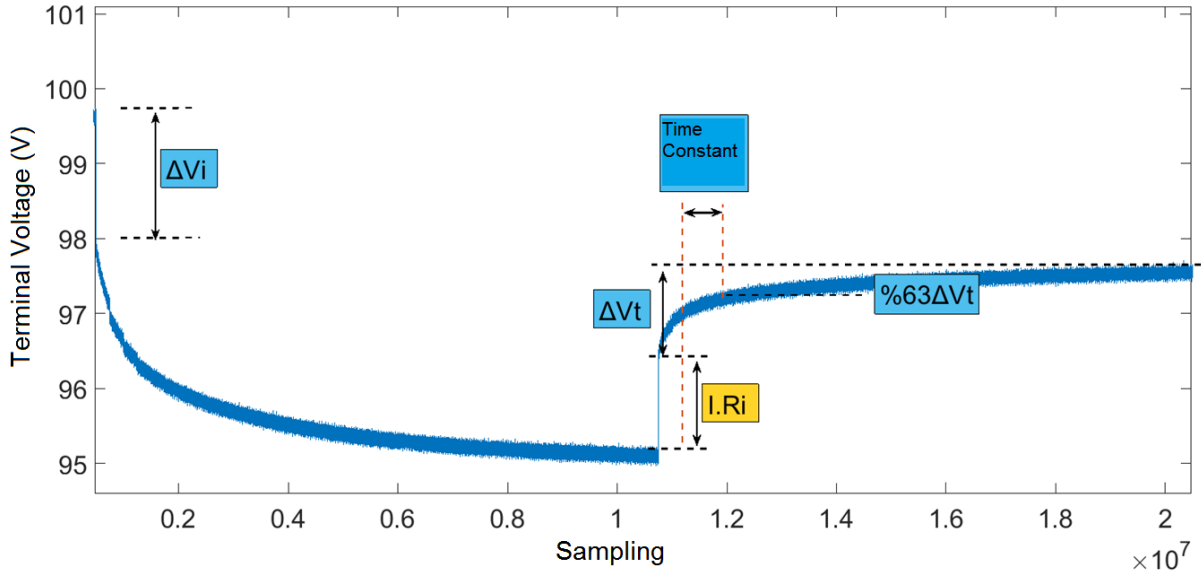


Figure 3. Photographs of the experimental setup and components.

Table 1. Information about one battery in the used battery pag

Parameter	Value
Rated Capacity	9Ah
Rated Voltage	12V
Charging Upper Limit Voltage	14.9V
Discharging Lower Limit Voltage	9.5V
Highest Continuous Charging Current	3.6A
Highest Continuous Discharge Current	135A
Life	%60 Capacity in 1200 Loops or 5 Years

In this study, the Thevenin circuit model, which has 3 parameters, was used for the battery equivalent circuit model of the system (Figure 1). These parameters are R_i representing the battery internal resistance, R_t representing the Thevenin resistance and C_t representing the Thevenin capacitor. These parameters are calculated from the voltage graph taken from the battery group-terminal voltage in the experiments [14]. Figure 4 shows the transient state graph of the battery at the time of loading and the marking of the lengths to be used. At the beginning, the current is 3.98 A. In the 1.08×10^7 th sample, the current has been reduced to zero.

**Figure 4.** Transient graph at the time of battery loading.

First, the R_i value is found. When the battery is unloaded, the battery voltage will be read directly from the terminal. When a current starts to flow, a voltage drop will occur on R_i and this difference will be reflected in the terminal voltage. By determining the magnitude of this voltage drop (ΔV_i) from the graph, the R_i value can be calculated via Equation (1).

$$R_i = \frac{\Delta V_i}{I} \quad (1)$$

To calculate R_t and C_t , the voltage changes from the moment the current is cut to the settling period of the open circuit voltage is used. After the time constant " τ " is determined from the graph, R_t and C_t are calculated using Equation (2) and Equation (3).

$$\tau = R_t \cdot C_t \quad (2)$$

$$R_t = \frac{\Delta V_t}{I} \quad (3)$$

As a result of the calculations, it was found that $R_i = 0.4648 \Omega$, $R_t = 0.2194 \Omega$ and $C_t = 24.078 \text{ F}$. The resulting equivalent circuit was used for charge state estimation.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The accuracy of the parameters in the Thevenin equivalent circuit was made through the estimation of the SoC of the battery. For the verification process, the batteries were first fully charged via the UPS charging unit. This ensures that the batteries are fully charged. Afterwards, the battery group was fully discharged through fixed resistors so that the nominal current passed. In this way, the battery charging capacity was determined. The batteries have been fully charged again. The battery group was discharged via

fixed resistors for 79 seconds off and 30 seconds on. During the discharge process, current and voltage values were sampled and recorded on the computer. In this way, the SoC curve corresponding to the open circuit voltage was obtained. The current-voltage graph obtained during the discharge process is given in Figure 5. The SoC curve corresponding to the resulting open circuit voltage is shown in Figure 6.

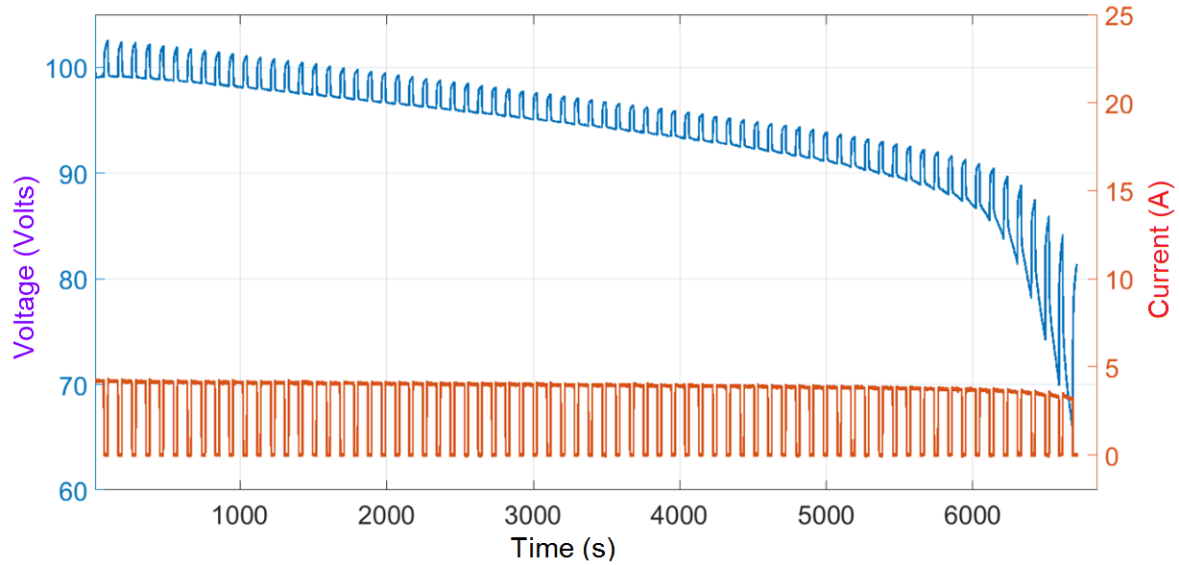


Figure 5. Current-voltage graph obtained during the discharge process.

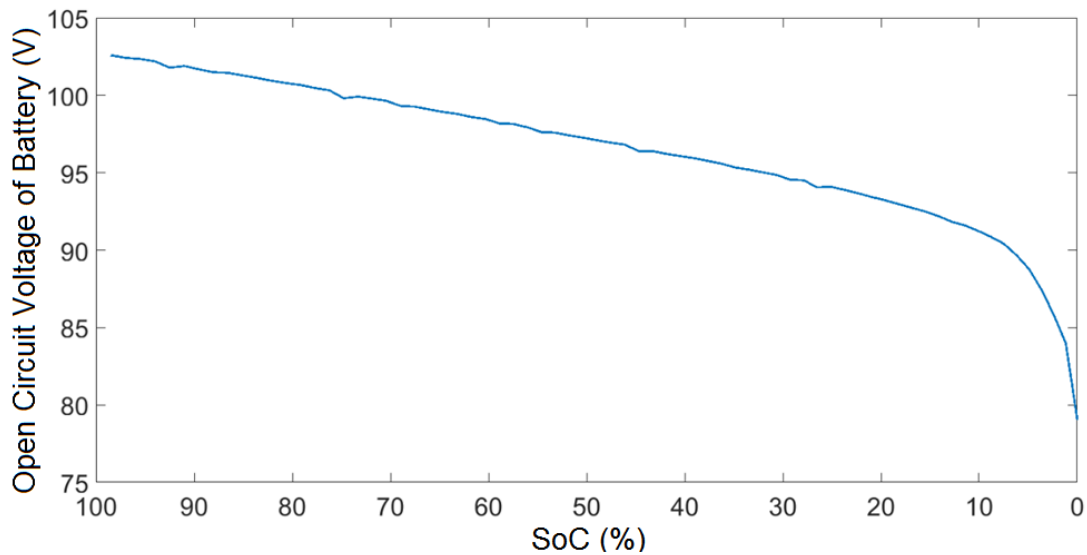


Figure 6. SoC curve corresponding to open circuit voltage.

The SoC was calculated during the discharge process with the current integration method and was taken as the verification value. Using the graph in Figure 5, the SoC level corresponding to each open circuit voltage was obtained. The graph in Figure 6 was created with these values. The comparison of the SoC values found through the current integration method and the SoC values calculated using the Thevenin equivalent circuit is given in Figure 7. The graph of the errors made depending on the voltage level is given in Figure 8.

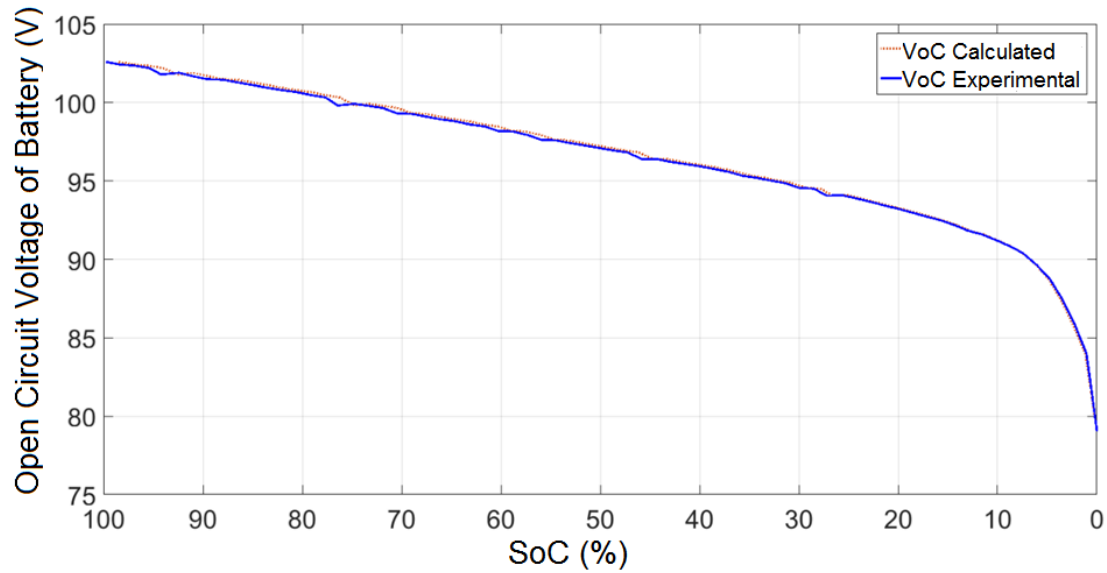


Figure 7. Comparison of SoC found through current integration and equivalent circuit.

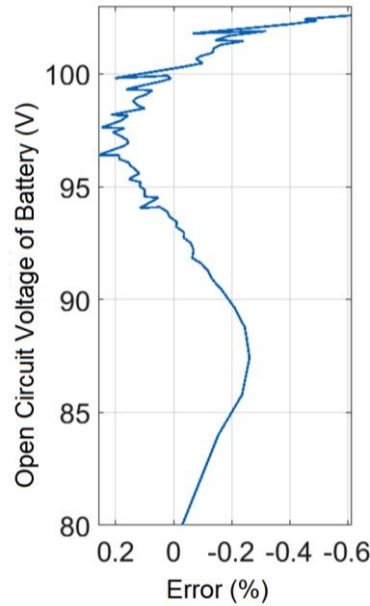


Figure 8. Error graph between experimentally found and calculated SoC values.

Between these two values, the maximum error value was calculated as 0.61% and the average absolute error value was calculated as 0.148%. These results show us that the battery groups in a UPS can be considered as a single battery and the Thevenin equivalent circuit obtained in this direction can be used in operations.

4. CONCLUSIONS

In the study, the SoC of UPSs was estimated directly from the terminal voltage. For this purpose, parameter calculations were made by considering the battery groups used in UPSs as a single battery. To demonstrate the accuracy of the obtained Thevenin equivalent circuit, the battery group was subjected to full charge and full discharge processes. The dynamic behavior of the battery under load was examined with data taken at high sampling frequency and the parameters were calculated using these values. The SoC was estimated with the resulting equivalent circuit and compared with the values calculated by current integration. The average absolute error is 0.96%. Considering that in practice, in UPSs, the SoC is calculated directly by considering the terminal voltage as the open circuit voltage, this error value can be at an acceptable value.

Since there is no constant current load unit that can meet the power of the UPSs used in this study, they were discharged with fixed value resistors. This situation made the calculations difficult and since there was no constant current load unit, it could not be determined whether it had any effect on the total error. However, it should be taken into consideration that the current will change

as much as the decrease in voltage due to the use of a fixed value resistor and that this decrease remains at certain rates. Conducting experiments with constant current will make the verification process more accurate and reduce the error.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by Panoteknik Generator Electricity and KOSGEB within the scope of project number 359846.

CREDIT AUTHORSHIP CONTRIBUTION STATEMENT

Author contribution rates are equal in this study.

DECLARATION OF COMPETING INTEREST

The authors declare that there is no conflict of interest.

DECLARATION OF ETHICAL STANDARDS

As the authors of this study, we declare that all ethical standards have been complied with.

REFERENCES

- [1] V. Spath, A. Jossen, H. Doring, and J. Garche, "The detection of the state of health of lead-acid batteries," in *Proceedings of Power and Energy Systems in Converging Markets*, 23-23 Oct. 1997 1997, pp. 681-686, doi: 10.1109/INTLEC.1997.646070.
- [2] S. Jiang, "A Parameter Identification Method for a Battery Equivalent Circuit Model," 2011. [Online]. Available: <https://doi.org/10.4271/2011-01-1367>.
- [3] J. N. Chiasson and B. Vairamohan, "Estimating the state of charge of a battery," *Proceedings of the 2003 American Control Conference, 2003.*, vol. 4, pp. 2863-2868 vol.4, 2003.
- [4] M. Jongerden and B. R. Haverkort, "Which Battery Model to Use?," *Software, IET*, vol. 3, pp. 445-457, 01/01 2010, doi: 10.1049/iet-sen.2009.0001.
- [5] S. Tamilselvi *et al.*, "A Review on Battery Modelling Techniques," *Sustainability*, vol. 13, no. 18, p. 10042, 2021. [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/18/10042>.
- [6] D. N. Rakhmatov, "Battery voltage modeling for portable systems," *ACM Trans. Design Autom. Electr. Syst.*, vol. 14, pp. 29:1-29:36, 2009.
- [7] T. Hu, B. Zanchi, and J. Zhao, "Simple Analytical Method for Determining Parameters of Discharging Batteries," *IEEE Transactions on Energy Conversion*, vol. 26, pp. 787-798, 2011.
- [8] C. Cai, D. Du, and Z. Liu, "Battery state-of-charge (SOC) estimation using adaptive neuro-fuzzy inference system (ANFIS)," *The 12th IEEE International Conference on Fuzzy Systems, 2003. FUZZ '03.*, vol. 2, pp. 1068-1073 vol.2, 2003.
- [9] B. Xia *et al.*, "State of charge estimation of lithium-ion batteries using optimized Levenberg-Marquardt wavelet neural network," *Energy*, vol. 153, pp. 694-705, 2018/06/15/ 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.04.085>.
- [10] G. F. Guo, L. Shui, X. L. Wu, and B. G. Cao, "SOC Estimation for Li-Ion Battery Using SVM Based on Particle Swarm Optimization," *Advanced Materials Research*, vol. 1051, pp. 1004-1008, 2014, doi: 10.4028/www.scientific.net/AMR.1051.1004.
- [11] J. Meng, G. Luo, M. Ricco, M. Swierczynski, D.-I. Stroe, and R. Teodorescu, "Overview of Lithium-Ion Battery Modeling Methods for State-of-Charge Estimation in Electrical Vehicles," *Applied Sciences*, vol. 8, no. 5, p. 659, 2018. [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/2076-3417/8/5/659>.
- [12] L. Zhang, Z. Wang, X. Hu, F. Sun, and D. G. Dorrell, "A comparative study of equivalent circuit models of ultracapacitors for electric vehicles," *Journal of Power Sources*, vol. 274, pp. 899-906, 2015/01/15/ 2015, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2014.10.170>.
- [13] Özbacı, Ü., & Kılıç, E. (2019). MODELING THE BATTERY SYSTEM OF AN ELECTRIC VEHICLE. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 22, 64-69. <https://doi.org/10.17780/ksujes.600809>
- [14] S. Lee, J. Kim, J. Lee, and B. H. Cho, "State-of-charge and capacity estimation of lithium-ion battery using a new open-circuit voltage versus state-of-charge," *Journal of Power Sources*, vol. 185, no. 2, pp. 1367-1373, 2008/12/01/ 2008, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2008.08.103>.