



BARTIN ÜNİVERSİTESİ
ULUSLARARASI FEN BİLİMLERİ DERGİSİ

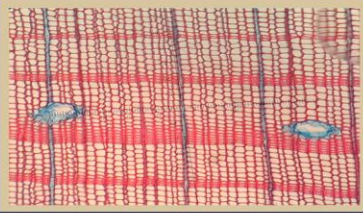
JONAS



$$\begin{aligned} \operatorname{tg} 2x &= \frac{2 \operatorname{tg} x}{1 - \operatorname{tg}^2 x} & \operatorname{tg} x &= \frac{\sin x}{\cos x} \\ \lambda x - \gamma + z &= 1 \\ x + \lambda y + z &= \lambda \\ x + \gamma + \lambda z &= \lambda^2 \end{aligned}$$

dp
 $\lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{\sqrt{n^3+1}+n}{\sqrt[3]{3n^2+2n-1}}$

$$\frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma}$$



Bartın University International Journal of Natural
and Applied Sciences

Bartın Üniversitesi Uluslararası Fen Bilimleri Dergisi

Bartın University International Journal of Natural And Applied Sciences (JONAS)

Publisher and Editor's Office

Bartın University
Institute of Science
1st Floor, Agdaci District, Agdaci Campus
74100 Bartın-Turkey
Tel: +90(378) 223 5422, Fax: +90(378) 2235424
E-mail: jonas@bartin.edu.tr

Editor-in-Chief

Hatice Selma ÇELİKİYAY, *Prof.*

Co-editor and Technical Editor

Pınar BOLLUKCU, *Assist. Prof.*
Şahin PALTA, *Assist. Prof.*

Editorial Board

Afer ALİFOV
Baku Engineering University, Azerbaijan.

Ahmet Alper BABALIK
Applied Sciences University of Isparta, Turkey.

Ahmet KARADAĞ
Yozgat University, Turkey.

Ahmet TUTUŞ
Kahramanmaraş University, Turkey.

Aysel USLU
Ankara University, Turkey.

Azize Toper KAYGIN
Bartın University, Turkey.

Azmihan AZİMOV
Azerbaijan University of Architecture and Construction,
Azerbaijan.

Barbaros YAMAN
Bartın University, Turkey.

Bülent KAYGIN
Bartın University, Turkey.

Cemil ALKAN
Gaziosmanpaşa University, Turkey.

Ercan TUNÇ
Gaziosmanpaşa University, Turkey.

Gonzalo Martinez BARRERA
Autonomous University of the State of Mexico, Mexico

Hamit AYBERK
İstanbul University, Turkey.

Harun PARLAR
Technical University of Munich, Germany.

İclal DİNÇER
Yıldız Technical University, Turkey.

İlham PİRMAMEDOV
Azerbaijan Technical University, Azerbaijan.

İsa HALİLOV
Azerbaijan Technical University, Azerbaijan.

İsmet Dasedemir
Bartın University, Turkey.

Joan Jose del Coz DIAZ
University of Oviedo, Spain.

Lokman ÖZTÜRK
Gaziosmanpaşa University, Turkey.

Mahfuz ELMASTAŞ
University of Health Sciences, Turkey.

Mehmet SABAZ
Bartın University, Turkey.

Ömer KARA
Karadeniz Technical University, Turkey.

Mustafa Sabri GÖK
Bartın University, Turkey.

Sabir ORUCOV
Baku Engineering University, Azerbaijan.

Nilgül KARADENİZ
Ankara University, Turkey.

Sebahat AÇIKSÖZ
Bartın University, Turkey.

Oğuzhan SARIKAYA
Applied Sciences University of Isparta, Turkey.

Selma ÇELİKİYAY
Bartın University, Turkey.

Orhan UZUN
Bartın University, Turkey.

Selman KARAYILMAZLAR
Bartın University, Turkey.

Osman GENCEL
Bartın University, Turkey.

Witold BROSTOW
University of North Texas, U.S.A.

JONAS is a peer reviewed journal which is published twice in a year (July and December) and only published as online. Original researches and invited review papers in English and Turkish are accepted to publication in the JONAS. The manuscripts submitted to the JONAS are double-blind peer reviewed, and the review process is completed in 30 days. According to the reviewers' comments, the submitted manuscripts are accepted or rejected. Manuscripts must be submitted with the understanding that they have not been published elsewhere and are not currently under consideration by another journal. JONAS is an open access journal, and provides immediate open access to its content on the principle that making research freely available to the public supports a greater global exchange of knowledge. Publishing in JONAS is free of charge.

Bartın University International Journal of Natural and Applied Sciences should be abbreviated as JONAS.

JONAS is open access, and the JONAS provides immediate open access to its content on the principle that making research freely available to the public supports a greater global exchange of knowledge. All articles in this journal are available free of charge from <http://dergipark.gov.tr/jonas>.

Both the University of Bartın and Institute of Science do not accept responsibility for the statements made or for the opinions expressed in the Bartın University International Journal of Natural and Applied Sciences (JONAS). The university makes no representation or warranty of any kind, concerning the accuracy, completeness, suitability or utility of any information, apparatus, product or processes discussed in this publication; therefore it assumes no liability. Except for fair copying, no part of this publication may be produced, stored in a retrieval system in any form or by any means electronic, mechanical, etc. or otherwise without the prior written permission of the JONAS and without reference.

Bartın Üniversitesi ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın Üniversitesi Uluslararası Fen Bilimleri Dergisi (JONAS) yayınlarında varılan sonuçlar veya fikirlerin sorumluluğunu taşımamaktadır. Üniversitenin, bu yayında ileri sürülen bilgi, alet, ürün ya da işlevlerin doğruluğu, bütünlüğü, uygunluğu ve kullanılabilirliği konusunda bir yüklenimi ve iddiası bulunmamaktadır. Bu sebeple herhangi bir nedenle sorumlu tutulamaz. Bu yayının herhangi bir kısmı, JONAS'ın yazılı izni olmadıkça kaynak gösterilmeden yayınlanamaz, bilgi saklama sistemine alınamaz veya elektronik, mekanik vb. sistemlerle çoğaltılamaz.

Contents

<u>Articles</u>	<u>Pages</u>
Production of Vermicompost (Worm Fertilizer) and Its Importance in Plant Nutrition <i>Vermikompostun (Solucan Gübresi) Üretimi ve Bitki Beslemesindeki Önemi</i> Ezgi ABACIOĞLU, Sinem YATGIN, Elif TOKEL, Perihan YÜCESOY	1-10
A Research on The Physical Features of Concretes with Ferro-Chromium Slag..... Ayşe BICER	11-17
Reading Urban Interface/ in Between Space Quality on Taksim/ Asmalımescit Neighborhood <i>Kentsel Arayüz /Ara Mekân Kalitesinin Taksim Asmalımescit Mahallesi Üzerinden Okunması</i> Berivan EREN, Tülay CENGİZ TAŞLI	18-35
Investigation of Bakırköy-Yenikapı Bicycle Road..... Yavuz ÖZDEMİR, Şahika ÖZDEMİR, Salih ÖZALTIN	36-45
Thermal and Mechanical Properties of Building Stones in Afyon and Karaman Region..... Ayşe BICER	46-51

VERMİKOMPOSTUN (SOLUCAN GÜBRESİ) ÜRETİMİ VE BİTKİ BESLEMESİNDEKİ ÖNEMİ

Ezgi Abacıoğlu^{1*}, Sinem Yatgın¹, Elif Tokel¹, Perihan Yücesoy¹

¹ Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, 74100, BARTIN

Öz

Tüm Dünyada olduğu gibi ülkemizde de her geçen gün doğal kaynaklarımız azalmaktadır. En önemli doğal kaynaklarımız arasında bulunan topraklar yapılan yoğun bitkisel üretim ve bilinçsiz kimyasal gübre kullanımı sonucunda iyi olan fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini kaybederek çoraklaşmaktadır. Topraklar üzerindeki bitki örtüsünden yoksun kaldığı zaman erozyona uğramakta ve öncelikle organik madde ve azot içeriği bakımından zengin olan verimli üst toprak tabakasını kaybetmektedir. Ayrıca vejetasyon örtüsünün azalması ile birlikte şiddetli yağışlarda toprakta bulunan bitki besin elementleri yıkanma ile birlikte aşağılara inerek bitki köklerinin bulunduğu tüketme zonundan uzaklaştırılmaktadır. Bozulan ve verimsizleşen toprakların ıslah edilerek önceki verimli haline getirilmesi gerekmektedir. Islah çalışmaları çok çeşitli olup günümüzde ekolojik açıdan doğal ekosisteme zarar vermeyen yöntemler trend olmuş durumdadır. Bunlardan bazıları efektif mikroorganizmalar ile aşlamalar yapmaktır. Ayrıca verimikompost hem bitki beslemesini destekleyen hem de toprak özellikleri üzerinde (strüktür yapısını iyileştirmek, su tutma kapasitesini artırmak, toprakların hava ekonomisini düzenlemek vb.) olumlu etkileri olan doğal gübrelerdendir. Solucan gübresi organik üretim yapılan her yetiştiricilikte kullanılabilir olmasıyla tercih edilmeye başlamıştır. Vermikompostun bu özelliklerinden ve doğal ekosistemlere zarar vermemesinden dolayı kullanımı hem ülkemizde hem de dünyada artmaktadır. Bu çalışmada verimikompostun üretimi ve bitki beslenmesindeki önemi hakkında bilgi verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Vermikompost, solucan gübresi, bitki beslenmesi, toprak özellikleri

PRODUCTION OF VERMICOMPOST (Worm FERTILIZER) AND ITS IMPORTANCE IN PLANT NUTRITION

Extended Abstract

As in the whole world, our natural resources are decreasing day by day in our country. Soils, which are among our most important natural resources, are losing their physical, chemical and biological properties because of a result of intensive plant production and unconscious use of chemical fertilizers. When it is deprived of vegetation on the soils, it erodes and loses its fertile upper soils, which are rich in organic matter and nitrogen content. In addition, with the decrease of vegetation cover, the plant nutrients leaches down in the soil in heavy rains and are removed from the consumption zone where the plant roots are located. The degraded and inefficient soils need to be improved and transformed into their previous fertile form. Rehabilitation methods are very diverse and they are in trend today which do not harm ecologically to the natural ecosystem. Some of these are inoculations with effective microorganisms. In addition, vermicompost is a natural fertilizer that both supports plant nutrition and has positive effects on soil properties (improving structure structure, increasing water holding capacity, regulating the air economy of soils etc.). Worm fertilizer has started to be preferred because it can be used in any cultivation in organic production. The use of vermicompost is increasing both in our country and in the world due to these properties and not harming natural ecosystems. As the studies increase, the experience gained will increase and will guide the production. As scientific research gives positive results, trust in worm manure will increase. The highest benefit should be aimed without harming the nature as much as possible. Worm manure, which is not harmful to the environment, should be increased in plant production in terms of both gaining to the soil and utilization of waste. Training on the use of earthworm fertilizers and other organic alternatives will be beneficial to farmers. Training on the use of earthworm fertilizers and other organic alternatives will be beneficial to farmers. In this study, information about vermicompost production and its effects on plant nutrition was given.

Key Words: Vermicompost, worm fertilizer, plant nutrition, soil properties

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author):

Ezgi ABACIOĞLU; Bartın University, Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Forest Engineering, 74100, Bartın-Turkey.

Geliş (Received) : 16.05.2020

Kabul (Accepted) : 21.06.2020

Basım (Published) : 31.07.2020

1. Giriş

Tüm Dünyada olduğu gibi ülkemizde de nüfus artışıyla birlikte kıt olan doğal kaynaklarımıza olan ihtiyaç artmaktadır. Bununla birlikte düzensiz ve usulüne uygun şekilde kullanılmayan doğal kaynaklarımız gün geçtikçe özelliklerini kaybetmektedir. Bitki örtüsü ve üzerinde yaşadığı topraklarımız en önemli doğal kaynaklarımız arasında bulunmaktadır. Ancak, bitki örtüsünün tahrip edilmesi sonucunda erozyonla büyük toprak kayıpları meydana gelmektedir. Erozyon ile toprakların ince fraksiyonlarının fazla olduğu, organik madde, azot ve bitki besin elementleri açısından zengin olan üst toprak kaybedilmektedir. Bu durumun ilerlemesi durumunda çizgi erozyonu ile başlayan toprak kayıpları sonucunda oluk ve oyuntu erozyonları meydana gelebilmektedir. Tahrip edilen vejetasyonun ve toprak özelliklerinin ıslah edilebilmesi için kimyasal, mekanik, biyolojik yöntemler kullanılabilir. Ayrıca kimyasal veya organik gübrelemeler yapılarak bitkilerin verimleri artırılmakta ve toprak özellikleri iyileşmektedir.

Geleneksel yöntemlerde kullanılan kimyasal gübre, yanlış tarım uygulamaları gibi faaliyetler toprakta kirlenmeye, yorulmaya, verim kayıplarına ve yarayışlı mikroorganizmaların ölümüne sebep olmaktadır (Sinha ve Herat, 2009). Ancak ıslah yöntemleri arasında günümüzde en önemli trendlerden bir tanesi organik yolla yapılan vermikomposttur. Vermikompost ile bitkilerin verimlilikleri artırılırken toprak özellikleri de iyileşmektedir. Toprak yorgunluğu bilincinin anlaşılması ve beslenme kaynaklı problemlerin artmasıyla organik gübre kullanımı ve gübre üretimi çalışmaları genişlemektedir. Organik gübreler bitkisel ve hayvansal atıklardan oluşmakta olup, çoğu doğada bulunmaktadır. Organik gübreler, toprakların havalanma, su tutma kapasitesini artırır. Vermikompost toprakların strüktür yapısını iyileştirerek gözenek yapısını iyileştirir, su tutma kapasitesini artırır ve hava ekonomisini düzenler.

Vermikompostun, hayvansal ve bitkisel atıkların yönetimini daha kolay hale getirdiği ve bu atıkların değerlendirilmesini sağladığı ifade edilmiştir. Ayrıca, vermikompostun besin elementi kayıplarını düşürdüğü, bitki verimliliğini artırdığı, toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirmesi nedeniyle güvenilebilir bir organik gübre olduğu belirtilmiştir. Vermikompostun yeterli miktarda faydalı bitki besin maddeleri içerdiği, toprak düzenleme özelliğine sahip olduğu, bazı pestisit ve bitki hastalıklarının kontrol ettiği ve uzun vadede kullanılması durumunda ekonomik olduğu bildirilmiştir (Bellitürk, 2016)

Organik olan bu gübre solucanların dışkılarından elde edilmektedir. Solucanların sindirim sisteminde bulunan sölom vücut sıvısının gübreye geçmesi ile bitkide patojenlere karşı bağışıklığın gelişmesini sağlamaktadır. Organik atıklarda bulunan mikro besin elementleri, solucanların sindirim sisteminden doğal bir şekilde şelatlanarak dışarı atılması sebebiyle bitkiler tarafından kolayca alınabilmektedir. Mikroorganizmalar, enzimler, bitki besin elementleri, sölom sıvısı sayesinde toprağı organik maddece zenginleştirdiği, pH ve biyolojik yapısına olumlu etkiler gösterdiği bilinmektedir (URL-3, 2020).

Toprağın içerisinde bulunan canlılar verim üzerinde etkilidir. Solucan gübresi için kompost bir solucan olan *Eisenia fetida* kullanılmaktadır. Başka bir isimle Kırmızı Solucan olarak bilinmektedir. Bu solucan sebze, meyve, mutfak, sanayi artıkları ile beslenebilmektedir (Yılmaz, 2017).

Solucan gübresi kullanımında özellikle Kırmızı Solucanın ticari açıdan tercih edilme sebepleri; bu solucanın obur bir beslenme alışkanlığı olması, ince vücutları sayesinde besin yığını içerisinde rahat hareket edebilmeleri ve kendi ağırlığınca gübre verebilme kapasitesine sahip olmalarıdır. Birçok iklimde yaşayabilen bu solucanlar iklim şartları sağlandığında hızla üreyebilmektedirler (URL-5, 2015).

Bu çalışmada vermikompost üretimi ve önemi incelenmiştir. Ayrıca, güvenilir bir organik gübre olmasından dolayı vermikompostun bitki beslemesi üzerine etkileri ile ilgili çalışmalar hakkında bilgi verilmiştir.

2. Vermikompost (Solucan Gübresi)

Bitkisel ve hayvansal kaynaklı organik atıkların, solucanlar ve faydalı mikroorganizmalar tarafından işlenerek yapıtaşlarına ayrışma sürecine vermikompostlama, vermikompost ya da biyohumus denilmektedir. Vermikompost, *Lumbricus rubellus* ve *Eisenia fetida* toprak solucanı türlerinin organik olarak yetiştirilmesi ile gerçekleştirilmektedir. Büyükbaş hayvanların dışkıları ve organik bitkisel materyallerin fiziksel, kimyasal yapılarını değiştirmek üzere üretilmektedir. Vermikompostun üretimi oldukça değerli olup, ambalajlanması da maliyetli bir işlemdir (URL-1, 2020). Solucan gübresi, atıkların geri dönüşümünü sağlaması sebebiyle çevreye büyük oranda olumlu etkileri vardır (Demir, 2010).

Vermikompostun bazı özellikleri;

- Granül yapısı ile toprağın strüktürünü düzenler, su tutma kapasitesini artırır.
- Bünyesinde bulundurduğu bakteriler, topraktaki zararlı bakteriler ile rekabet ederek bitki direncini artırır.
- Doğal bir gübre olup, bitkilere toksik bir etki yapmamaktadır.
- Organik bir gübre olması nedeniyle toprak pH'sını ve toprak strüktürünü düzenler.

Bu nedenlerle toprak üzerindeki olumlu etkisi uzun vadedir (Demir, 2010).

Toprak solucanları, toprağın fiziksel özelliklerini düzeltirken aynı zamanda toprakta mikrobiyal aktivitenin artmasını sağlar ve organik maddelerin ayrışmasını hızlandırır, humus oluşumuna da katkı sağlar. Toprak solucanları, toprak sıcaklığını dengeler ve nemin en uygun seviyelerde kalmasını sağlar. Yağışın çok olduğu ilkbahar aylarında faaliyetlerinin arttığı gözlemlenirken toprağın kuruduğu yaz aylarında daha derinlere inerler ve faaliyetleri azalır (Yıldız vd., 2005).

Toprak solucanları toprak verimliliği için büyük önem taşırlar. Toprak solucanları etkili faaliyetlerini yerine getirmek için gece çalışırlar. Gece çalıştıkları süreçte toprağa atılmış olan ve çürümeye başlayan bitki artıklarını gece toprakta açmış oldukları kanallara taşıyarak beslenirler. Bu bitki atıklarını sindirmeleri sonucunda dışkılarında humus oluşur ve oluşan bu humus toprak verimliliğinin artmasını sağlar. Bir m² bahçe toprağında ortalama 400 adet solucan bir yılda 2,5 kg humus yaparlar. Toprak solucanları aynı zamanda toprakta sürekli bir şekilde açtıkları yeni kanallar sayesinde toprağı havalandırırken yağmur sularının da birikmesini sağlar (Demir vd., 2010).

Farklı amaçlar için toprak solucanlarının kültürünün yapılması işlemi vermikültürdür. İnek gübresi yığınlarında çoğunlukla bulunan kompost solucanı yani gübre solucanı; *Eisenia fetida*, *Eisenia andrei*, *Dendrobaena veneta*, *Lumbricus rubellus*, *Perionyx excavatus*, *Eudrilus eugeniae*, *Fletcherodrilus* spp, *Heteropodrilus* spp, *Pheretima excavatus*, türleri ılıman iklim kuşağına daha iyi adapte olmaktadır (Edwards ve Bohlen 1996).

Tohumların çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine vermikompost etkisinin, bitkilere besin elementlerinin tek başına sağladığı etkiden daha fazla oranda olduğu bulunmuştur. Bu sebeple bitki büyüme ortamına vermikompost uygulandığında bitki büyümesi üzerinde daha faydalı olduğu saptanmıştır. Solucanların bitki gelişiminde rol oynayan oksin, sitokinin ve gibberellin gibi bileşikleri salgılayabilmesi sayesinde vermikompost içindeki olumlu hormonal etkisi tespit edilmiştir (Yılmaz, 2017).

Kompost yapmak için kullanılacak olan solucanların özellikle organik maddeleri parçalamada çok iyi olması ve bu parçalama işini çok hızlı bir şekilde yapması gerekmektedir. Toprakta sıkça karşılaştığımız toprak solucanları kompost yapmak için kullanacağımız solucanlardan değildir. Kırmızı kompost solucanları organik maddeleri öğütmede ve bu organik maddeleri parçalamada hızlıdır. Bu kırmızı kompost solucanlarının en sık kullanılan türleri, *Eisenia foetida* ve *Lumbricus rubellus*'tur. Bu türler satın alınabilir ancak hayvancılık yapılan yerlerde gübre yığınlarında, çöplüklerde ve organik maddelerin zengin olduğu topraklarda bolca bulunurlar. Vermikompost üretiminde *Eisenia fetida* (tiger worm), *Eisenia andrei* (red tiger worm), *Dendrobaena veneta*, *Lumbricus rubellus* (red worm), *Perionyx excavatus* (indian blue worm), *Eudrilus eugeniae* (African nightcrawler) türleri başlıca kullanılan solucan türleridir (Şekil-1) (Domínguez ve Edwards, 2011).



Şekil 1. *Eisenia andrei* (red tiger worm)(URL-6, 2020), *Eisenia fetida* (tiger worm)(URL-7, 2020), *Lumbricus rubellus* (red worm)(URL-8, 2020), *Dendrobaena veneta*(URL-9, 2020), *Eudrilus eugeniae* (African nightcrawler)(URL-10, 2020), *Perionyx excavatus* (indian blue worm)(URL-11, 2020).

Vermikompost üretimi yaparken solucan seçimi ne kadar önemliyse yapılacak olan bölgenin hava şartları ve iklimi de kadar önemlidir. Ilıman iklim kuşağında yapılacak vermicompost üretimi için ılıman iklim kuşağında daha fazla görülen *Eisenia fetida*, *Eisenia andrei* ve *Dendrobaena veneta* türlerinin seçilmesi daha yararlı olacaktır. Sıcak tropik iklim özelliği gösteren bir bölgede yapılacak olan vermicompost üretiminde *Lumbricus rubellus* ve *Perionyx excavatus* türleri ise daha iyi adapte olmaktadır (Şimşek Erşahin, 2007). Vermikompost üretimini ticari amaçlı yapmayı hedefleniyorsa ticari alanlarda en fazla tercih edilenler *Eisenia* spp. (Bansal ve Kapoor, 2000) ve *Lumbricus* spp. (Dickerson, 2004) taksonlarıdır. Kaviraj 2003, yılında yapmış olduğu bir çalışmada bu iki türü karşılaştırmış ve araştırma sonucunda *Eisenia fetida* türünden elde edilen vermicompostun toplam organik madde, C:N oranı, toplam azot (N), fosfor (P), potasyum (K) miktarları bakımından daha üstün özellikler taşıdığı ifade edilmiştir. Ayrıca bu tür ile elde edilen vermicompost ürünlerinde tuzluluk oranının (Elektriksel iletkenlik, EC) daha düşük olduğu belirtilmiştir.

Eisenia fetida diğer türlere göre daha fazla üreme potansiyeline sahiptir ve bu türün içerisinde bulunan solucanlar diğer solucan türlerine göre daha hızlı besin tüketirler. Bu nedenle daha hızlı gübre elde edilmesini sağlarlar. Adaptasyon yeteneğinin geniş olması farklı coğrafi bölgelerde üretim yapılması ve kullanılmasına olanak sağlar (Domínguez ve Edwards, 2011). Dünyada ticari amaçlı üretim yapmak isteyenler özellikle ılıman iklim bölgelerinde *Eisenia fetida* tercih ederler. Çünkü bu tür yüksek adaptasyon yeteneğine sahip ve kaliteli bir ürünün ortaya çıkmasını sağlar (Edwards ve Bohlen, 1996).

Vermikompost hazırlamak için organik materyallerin hazırlanma süresi ve yapılacak olan işlemler farklılık göstermektedir. Vermikompost üretimde kullanılacak organik atığın cinsi kaliteyi belirlemede farklı sonuçlar göstermektedir (Kızılkaya ve Turkay, 2014; Ayneband vd., 2017). Büyükbaş hayvan gübrelerinden kullanılacak olduğu zaman saman ile karıştırılır, üre seviyesini düşürmek için sıvı kısmından arındırılarak kullanılır. Sığır gübresi en erken 3-5 gün içerisinde kullanılabilir duruma gelmektedir. Kompostun fermente olabilmesi için gerekli olan en uygun süre 9 gündür. (Nair vd., 2006). Bu süre termofilik parçalanma ve zararlı patojenlerin yok olması için yeterli bir süredir (Bansal ve Kapoor, 2000). Tavuk, hindi, ördek, güvercin vs. kanatlı hayvanlardan elde edilen gübreler vermicompost üretiminde kaliteyi sağlayamadığı için tercih edilmez. Bunun sebebi bu kanatlı hayvanların gübrelerinde yüksek düzeyde amonyak bulunmasıdır. Amonyak solucanlarda zehir etkisi meydana getirmektedir (Tchobanoglous vd., 1993).

Bunun dışında insan kaynaklı atıklar yani endüstriyel atıklar, belediye ve kanalizasyon atıkları, bahçe atıkları, restoran atıkları, şeker ve kâğıt atıkları vermicompost üretiminde materyal olarak kullanılabilir (Edwards, 1995).

Vermikompost üretiminde en önemli olan aşamalardan birisi solucanlara verilecek olan mamanın doğru bir şekilde hazırlanmasıdır. Bu mamanın fermente olması gerekir. Fermantasyon işlemi organik materyalin ayrışmasını sağlamaktadır. Kompostun hazırlanması için en önemli faktörlerden birisi nem içeriğidir. Mikroorganizmaların çalışma gösterebilmesi için kesinlikle neme ihtiyaçları vardır. Nem içeriğinin %10 un altına düşmesiyle mikrobiyal faaliyet durmaktadır ve nem oranının %40 ın altına düşmesiyle mikrobital faaliyetler minimum seviyeye inmektedir (Tchobanoglous vd., 1993).

Solucanlar uygun düzeyde besin ortamı için %65-75 oranlarında neme ihtiyaç duyarlar ancak bakteriler için optimum nem oranı %55 dir (Rostami ve ark., 2010). Bu işlem teknolojik olarak nem durumunu gösteren cihazlarla tespit edileceği gibi ilkel yöntemlerle nem içeriğinin kontrolünün sağlanması için mamanın avuç içerisine alınması ve avuç içerisindeki mama sıkıldığında yapışacak ama su çıkmayacak derecede nemli olması gerekmektedir (Ceritoğlu vd., 2019).

Vermikompost üretiminde sıcaklık derecesi hem bakteriler hemde solucanların faaliyetlerini sürdürebilmeleri için çok önemlidir, bu sebeple ortam sıcaklığı kontrol altında tutulmalıdır. Solucanlar soğukkanlı canlılar yani açık kan dolaşımına sahip oldukları için vücut ısıları çevre sıcaklığından doğrudan etkilenir (Mısırlıoğlu, 2017). Diğer türlere göre yüksek adaptasyon yeteneğine sahip olan Eisenia fetida türü bile bulunduğu alanda 0 C° ve altında yaşamını sürdüremez ve ölümler görülmektedir. Ortalama olarak 7-8 C° civarında hayatta kalabilirler ancak faaliyet gösterme yetenekleri azalır. Faaliyetleri için optimum sıcaklık 15-25 C° aralığında olup bu sıcaklık derecesi türlere göre farklılık da gösterebilmektedir. Optimum seviyede mikrobiyal faaliyetlerin gerçekleştirilmesi ve devam edebilmesi için aynı zamanda organik maddelerin parçalanma hızının en üst seviyede olması için de en uygun sıcaklık 15-30 C° arasındadır (Rostami vd., 2009).

Vermikompost üretimi için seçilen substrat materyalin karbon- azot (C:N) oranı oldukça önemlidir. C:N oranının yüksek olması mikrobiyal faaliyetlerin azalmasına sebep olmaktadır (Ökmen ve Algur, 2000). C:N oranının çok düşük olduğu materyallerde ise fazla miktarda bulunan amonyak solucanlarda zehir etkisi göstermektedir. (Tchobanoglous vd., 1993). Bu sebepten dolayı seçilecek olan materyalin C:N oranının belirlenmesi faktöründe dikkatli olunması gerekmektedir.

Sıvı solucan gübresi, katı solucan gübresinin kompostlanması sonucu elde edilen bir üründür. Katı gübre taban gübresi şeklinde kullanılırken sıvı gübre ise damla sulama ya da yaprak gübresi olarak değerlendirilebilmektedir. Sıvı solucan gübresi kompostlanan gübrenin işlem görmüş hali olup, bakteri içeriğince zengindir. Katı solucan gübresinin ve suyun belirli şartlar altında, belirlenen oranlarda karıştırılması ile sıvı solucan gübresi elde edilmektedir. Sıvı solucan gübresinin de insanlara, hayvanlara ya da toprak üzerine zararlı etkisi görülmemektedir. Sıvı solucan gübresinin tohumların büyümesinde hızlandırıcı etkisi olup, bitkilerin köklenmesinde uyarıcı ve güçlü kök oluşturmaya imkân vermektedir. Bitki yapraklarına uygulandığında canlılığı arttırdığı, bitkinin daha fazla fotosentez yapmasını sağladığı görülmüştür. Bitki metabolizmasının hızlanmasını sağlayarak bu yönüyle bitki çürümelerini engellemektedir (Yıldırım, 2019).

3. Vermikompostun Üretimi

Solucanların barınacağı alan doğrudan güneş ışığına maruz kalmayan, nemli bir yapıda olmalıdır. Küçük ölçekte bir üretim için evlerin bodrum katları, depo gibi beton bir yapı yoksa izolasyonlu çadırlar kullanılabilir. Bu tip bir üretim sisteminde üreticilere göre metrekareye 10-30 bin solucan kullanılması uygun görülmektedir. 100 bin adet California solucanı aylık 300 kg kadar solucan gübresi üretebilmektedir. Solucan gübresi üretiminde, kültür solucanları kompost hazırlanarak üretim yapılmaktadır (URL-2, 2020).

Kompost yapımı için;

- Çimen, ot
- Ağaç yaprakları
- Mısır sapları, koçan yaprakları
- Yonca
- Fındık, fıstık, ay çiçeği ya da ceviz kabukları (öğütülmüş)
- Mutfak artıkları
- Çay posası
- Pancar yaprakları
- Kâğıt, talaş, karton parçaları kullanılmaktadır (URL-2, 2020).

Solucan gübresi hasatı delikli meyve kasaları kullanılarak yapılabilmektedir. Üretim kasaları solucan gübresi ile meyve kasaları ise mama ile doldurulup solucanların içerisinde toplanılması beklenilip, yeni üretim tankına alınarak yapılmaktadır (URL-2, 2020).

Kırmızı Kaliforniya solucanlarının sağlıklı yaşaması için gerekli ortam sıcaklığı 20-25 C° olup, toprak nem oranı ise %70 ile %85, pH'sı 5-9 aralığında olmalıdır. Üretim yerlerinde ses seviyesi minimum düzeyde tutulmalıdır. Ham maddesi hayvansal kaynaklı olan solucan gübresi, solucanların ayrıştırabileceği forma gelmesi için hayvansal gübre direkt olarak kullanılamamaktadır. Güneş altında 3-5 ay süre ile bekletilir. Bekletilen gübre üretim biçimine göre serilir ve içerisine Kırmızı Kaliforniya solucanları eklenmektedir. Hayvansal gübre eklendiğinde solucanlar gübreye doğru hareket edeceğinden, solucanların hareket yönünün tersinden işlenmiş, kullanıma hazır hale gelen solucan gübresi elde edilmektedir. Solucan gübresi üretim yöntemleri yığma, sandık ve konveyörlü yatak sistemidir (İlke vd., 2019) .

Birçok üretim şekli olmasıyla beraber üretim tesis kurumunda işin maliyeti, üretim amacı, iş gücü veya mekanizasyon tercihleri üretim şeklini seçerken göz önünde bulundurulması gereken faktörlerdir. Açık alanda yığınlar halinde yapılan üretim maliyeti daha düşük olmaktadır. Bu üretim biçiminde dikkat edilmesi gereken ortam sıcaklığıdır. Sıcaklığın düşük olduğu yerlerde yığın soğuktan korunmalı, istenmeyen böcek ve organizmalara karşı sterilizasyona da özen gösterilmelidir. Yığma böcek veya organizma karışmış olması durumunda bulaşıklık nedeniyle vermikompostun kalitesi düşmektedir. Bu sebeple üretim alanlarında vermikompost işlem etkinliğini arttırmak amacıyla 'hareketli kapaklı yatak' yöntemi kullanılır. Bu yöntemde organik materyal yüzeye 1-2 cm ince tabaka şeklinde verilip, hareketli kapak sayesinde yanlardan yükseltilerek verilir. Böylece solucanların bulunduğu yığının içinde organik madde tüketilmeden solucanların sürekli taze besin ile beslenmesi sağlanmaktadır. Kutu üretiminde iş gücü yüksek olması sebebiyle tercih edilmemektedir (Ceritoğlu, 2019).

4. Vermikompostun Bitki Beslemedeki Önemi

Vermikompostun içeriği, solucan mucusu ile kaplanmış besin elementleri yavaş bir şekilde salınır ve bitki tarafından hemen kullanılabilir şekilde olur. Bu besinlerin yavaş çözünmesinden dolayı sızıntı sonucunda besin elementlerinin kaybı olmaz. Ayrıca vermikompostun fazla havalanması ve su tutma kapasitesinin yüksek olması aynı zamanda gözenekli olması bu materyali mükemmel bir toprak düzenleyici yapmaktadır. Bununla birlikte, bu materyal bitki köklerini aşırı sıcaklıktan korurken, yabancı otların gelişimini ve erozyon riskini azaltır. Aerobik parçalanmadan sonra solucanın sıvı şekilde aldığı besinler sindirim sisteminde daha fazla parçalandığı için, vermikompost bitkiye yararlı olan besin elementleri açısından zengindir. (Buchanan vd. 1988).

Vermikompost günümüzde bitkisel üretimde sürdürülebilirlik özelliğini desteklemesinden dolayı en ekonomik fayda sağlayan yöntemlerden biridir. Ayrıca hızlı endüstriyel gelişme ve popülasyon artışı açısından büyük bir çevre sorunu haline gelen katı organik atıkların parçalanması ve işlenmesinde yoğun bir şekilde uygulanmaktadır. Hem ticari hem de ekolojik olarak yüksek değerler ifade eden ürünler sağlayan vermikompost tekniği dünyada yoğun bir şekilde yapılmaktadır. (Dinç vd. 2014).

Vermikompostun antimikrobiyal aktivitesine bakılan bir çalışmada, vermikompost kloroform ekstrelerinin pozitif kontrol ile karşılaştırıldığında *Pseudomonas syringae* ve *Xantomonas carotae* bakterilerine karşı etkilerinin güçlü olduğu görülürken *Erwinia chrysanthemi* ve *Pseudomonas fluorescens* bakterilerine etkilerinin daha zayıf olduğu görülmüştür. Etanol ile ekstre edilen ekstrelerin *Pseudomonas syringae* ve *Xantomonas campestris* bakterilerine karşı etkisi güçlü iken *Erwinia herbicola* ve *Erwinia chrysanthemi*'ye karşı etkisinin zayıf olduğu bulunmuştur. Vermikompost ekstraktının funguslara karşı kloroform ile ekstrakte edilen ekstreleri pozitif kontrol ile karşılaştırıldığında *Sclerotinia sclerotiorum*, *Fusarium oxysporum*, *Aspergillus humicola* ve *Aspergillus fumigatus* funguslarına karşı üreme önleyici etkileri güçlü olurken, *Penicillium brevicompactum*'a karşı etkisi daha zayıf bulunmuştur. Etanol ekstrelerinin ise *Sclerotinia sclerotiorum*'a etkisi daha zayıf iken *Aspergillus fumigatus*'a karşı etkisi güçlü bulunmuştur (Tutar, 2013) .

Bitki köklerinin etki alanı dışında kalan, topraktan alımı zor olan bitki besin elementlerini hifler yardımıyla bitkiye taşınmasında mikorizaların etkisi büyüktür. Mikorizaların P, Zn, Ca, Cu, Mn, Fe, Mg gibi önemli besin elementlerini arttırması, bitki köklerini patojenik organizmalara karşı koruması, ağır metal ve toksisiteye karşı direnç sağlama gibi özellikleri bilinmektedir. Bu özellikleri ile vermikompost ve mikorizanın birlikte kullanılması üzerinde çalışmalar yapılmış olup, bitkide verimi ve besin element alımını arttırdığı bulunmuştur. Bunun sonucunda bitkisel üretimde kullanılması faydalı görülmüştür (Küçükçumuk, 2014) .

Vermikompostun devamlı uygulanması, ortamda humusun birikmesine sebep olmaktadır. Sulama ihtiyacını azaltması, bitkiyi pestisitlerden koruyor olması ve agrokimyasalların etkilerini önemli bir oranda azaltması gibi olumlu özellikleri sayesinde vermikompost, çiftçilere ekonomik olmakta ve kazanç sağlamaktadır (Türüt, 2019). Solucan gübresinin çiftlik gübresinden farkı, solucan gübresine solucanların sindirim sisteminden yararlı maddelerin geçebilmesidir. Bu sebeple solucan gübresi, çiftlik gübresi ile birlikte kullanımı da ekolojik uygulamalarda sıklıkla tercih edilen bir yöntemdir. Solucan gübresinin üreticiler açısından ısıl işlemde geçip, geçmemesi gerektiği tartışma konusu olmakla beraber araştırmacılara göre ısıl işlem, mikrobiyal faaliyetleri azaltacağından sakıncalı bulunmuştur. Isıl işlemin solucan maması olarak kullanılacak çiftlik gübresine mi ya da solucanın dışkılarından elde edilen solucan gübresine mi uygulanması gerektiği konusunda araştırmalar yetersiz olup, devam etmektedir (Doğan vd., 2018).

Vermikompostların geleneksel kompostlamaya göre pek çok üstünlükleri olsa bile her atık için uygun olmayacağı da çalışmalar ile ortaya konulmuştur. Örneğin tütün atığı at gübresi ile karıştırılarak vermikompostlaştırılmaya çalışmasından analiz edilen değerlerde vermikompostlaştırmanın olumlu etkisine rastlanılmamıştır. Gözlemlenen üç ay sonunda solucan sayısında herhangi bir artış olmamakla beraber karışım kompostlarında tüm solucanların ölmesine neden olmuştur. Uygun karışımların ve karışım oranlarının bulunması da kompost üretimi için önem taşımaktadır (Kayıkçıoğlu, 2016).

Solucan gübresi tek başına kullanılmasının dışında solucan çayı olarak da kullanılabilir. Solucan humusu çayı 30 lt'lik su dolu bir kap içerisinde, geçirgen bir torbada 7,5 kg'lık solucan humusu koyularak üretilmektedir. Elde edilen bu çay karışımı havalandırma işlemine tabi tutularak iki gün bekletildikten sonra süzme ve suda 1:10 oranında seyreltme sonunda kullanıma hazır hale getirilmektedir. Bitkiler üzerinde zararlılara karşı uygulanmaktadır. (URL-4, 2020).

5. Solucan Gübresi Üzerine Çalışmalar ve Kullanım Alanları

Vermikompostun, sera ürünlerinin büyümesini ve daha fazla ürün elde edilmesini sağladığı belirtilmiştir. Ayrıca, süs bitkilerinin vermikompost uygulamasında daha çabuk tohumlanıp, çiçek verdiği ifade edilmiştir (Namlı, 2015).

Yapılan bazı çalışmalarda ise mikoriza ve solucan gübresi birlikte kullanımının etkileri araştırılmış olup, biber üzerinde denenmiş bir araştırmada; biberde bitki yaş ve kuru ağırlığı üzerinde olumlu etkisi tespit edildiği belirtilmiştir. Çalışmada en iyi uygulamanın mikoriza ve solucan gübresinin birlikte kullanılmasından elde edildiği ifade edilmiştir (Uluğ, 2018).

Çilek üzerine yapılan bir çalışmada, Chandler çeşidi çilekte toprağın üst 10 cm derinliğinde vermikompost uygulaması sonucunda bitkideki büyüme ve verim özellikleri incelenmiş olup, yapılan kimyasal analizlere göre 85-155-125 kg/ha oranları ve NPK içeren inorganik gübre bir arada uygulanmıştır. Uygulama sonucu çilekte büyüme ve verimde önemli düzeyde artış görülmüş olup, yaprak alanında %37 büyüme, bitki sürgün biyokütle artışında %37, çilek oluşumunda %40, stolon oranında %36, meyve ağırlığında ise %35 artış gözlemlendiği bildirilmiştir (Yavic, 2019).

Vermikompost mısır bitkisinde uygulandığında, bitkinin topraküstü aksamını arttırdığı ve bu artışın %40 oranında olduğu ifade edilmiştir. Çalışmada vermikompostun N, P, K, Zn, Ca, Mg konsantrasyonlarına olumlu yönde, Fe, Mn ve Cu konsantrasyonlarına ise olumsuz yönde etki gösterdiği belirtilmiştir (Durukan, 2020).

Arancon vd. (2003) tarafından yapılan bir çalışmada; domates, biber ve çilek üzerinde vermikompost uygulaması yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre vermikompostun domates ve biberde sürgün uzunluğu ve yaprak alanını arttırdığını belirtirken, çilekte ise meyve pazar değerini önemli oranda artırdığı bildirilmiştir.

Yourtchi vd. (2013) patates bitkisinde yapmış oldukları çalışmada farklı dozlarda uygulanan solucan gübresinin bitkinin verim ve verim unsurları üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Deneme sonucunda en yüksek bitki boyu, gövde ve yaprak kuru ağırlığı, kuru ve yaş yumru ağırlığı, toplam yumru ağırlığı, yumru sayısı ve çapı, yumrudaki azot ve potasyum yüzdesi gibi parametreler ölçülmüştür. Sonuç olarak bu parametrelerde en yüksek değerlerin 12 ton/da solucan gübresi uygulamasında elde edildiğini belirtmişlerdir.

Bai ve Malakouti (2007), Azerbaycan'da yapmış oldukları çalışmada kırmızı soğan (*Allium cepa* L.) bitkisi üzerinde solucan gübresinin farklı dozlarını uygulamış ve verime etkisini araştırmıştır. Deneme sonucunda en

yüksek soğan verimi, protein ve askorbik asit içeriği gibi parametreler incelenmiş en yüksek değerlerin 6 ton/ha solucan gübresinin uygulandığı parsellerde elde edildiğini belirtmişlerdir.

Jahan vd. (2014) tarafından Bangladeş'te yapılan bir çalışmada karnabahar bitkisinde farklı dozlarda solucan gübresi uygulanmıştır. Denemenin sonucunda karnabahar bitkisinde ölçümler yapılmış elde edilen verilere göre en yüksek verim değerleri 6 ton/ha solucan gübresinin uygulandığı parselde görüldüğünü belirtmişlerdir.

Küçükyumuk vd. (2014), yaptıkları çalışmada biber bitkisi üzerinde farklı dozlarda mikoriza ve vermikompost uygulaması yapmış ve en yüksek dozlarda uygulanan vermikompost ve mikoriza uygulamalarında biber bitkisi daha fazla gelişme göstermiştir ve daha yüksek besin elementleri de elde edilmiştir. Denemenin sonucuna göre, vermikompost uygulaması ve mikoriza uygulamalarının bitki yetiştiriciliği açısından birlikte kullanılmasının tarımsal üretimde faydalı olduğu belirtilmiştir.

Alam vd. (2007), yaptıkları çalışmada patates bitkisi üzerinde vermikompost ve kimyasal gübreleri beraber kullanmışlar ve deneme sonucunda patates veriminin önemli ölçüde arttığını gözlemlemişlerdir.

Hınıslı (2014), yaptığı bir çalışmada vermikompost ve inek-koyun gübrelerini kıvırcık marul bitkisinde uygulamış ve kıvırcık marul bitkisinin gelişimi üzerine etkisini araştırmıştır. Deneme sonucunda kıvırcık marulun erkencilik özelliği üzerinde vermikompost uygulamasının önemli derecede etkili olduğunu bildirmiştir. Aynı çalışmada Ca, Cu ve Zn gibi elementlerin kıvırcık marul bitkisinin bünyesine alınabilirliği açısından vermikompostun diğer uygulanan gübrelere göre daha iyi sonuçlar verdiği ifade edilmiştir.

Hernandez vd. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, marul (*Lactuca Sativa* L.) bitkisi üretiminde vermikompost ve kompostun etkilerini araştırılmıştır. Deneme sonucunda, Mg, Fe, Zn ve Cu elementlerinin vermikompost uygulanan marulların yapraklarında en fazla görüldüğü bildirilmiştir.

Azarmi vd. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, domates bitkisi yetiştirilen topraklarda vermikompost uygulamasının topraktaki etkisini araştırılmıştır. Deneme sonucunda dekara 1,5 ton vermikompost uygulanmasının toprağın fiziksel yapısını olumlu yönde değiştirdiği, N, P, K, Ca, Zn, Mn ve organik karbon miktarlarında artış olduğu belirtilmiştir.

6. Sonuç ve Öneriler

Ülkemizde solucan gübresi kullanımı ile konu hakkında yapılan bilimsel çalışmalar giderek artmasına rağmen henüz istenilen düzeyde değildir. Çalışmalar arttıkça tecrübe kazanımları da artacağından üretimde yol gösterici olacaktır. Bilimsel araştırmalar olumlu sonuç verdikçe solucan gübresine olan güven de artacaktır. İçerisinde bulunduğumuz global salgın, doğal afetler gibi ön görmediğimiz olumsuz durumlar için tohum gen bankaları olsa da bitkisel üretim üzerinde durulması gereken önemli bir meseledir. Mümkün olduğunca doğaya zarar vermeden, ilaçlama yapmayarak en yüksek fayda amaçlanmalıdır. Çevreye bir zararı olmayan solucan gübresi, hem toprağa kazanımları hem de atıkların değerlendirilmesini sağlaması yönüyle bitkisel üretimde kullanım alanı daha da artırılmalıdır. Çiftçilere solucan gübresi kullanımı ve başka organik alternatifler hakkında eğitimlerin katkısı da faydalı olacaktır.

Kaynaklar

1. Alam M.N., Jahan M.S., Ali M.K., Ashraf M.A. & Islam M.K. (2007). Effect of vermicompost and chemical fertilizers on growth, yield and yield components of potato in barind soils of Bangladesh. *Journal of Applied Sciences Research*, 3(12), 1879-1888.
2. Arancon N.Q., Edwards C.A., Bierman P., Metzger J.D., Lee S. & Welch C. (2003). Effects of vermicomposts on growth and marketable fruits of field-grown tomatoes, peppers and strawberries. *Pedobiologia* 47: 731-735.
3. Aynehband A., Gorooei A. & Moezzi, A.A. (2017). Vermicompost: An eco-friendly technology for crop residue management in organic agriculture. *Energy Procedia*, 141, 667-671.
4. Azarmi R., Giglou M.T. & Talesmikail R.D. (2008). Influence of vermicompost on soil chemical and physical properties in tomato (*Lycopersicum esculentum*) field. *African Journal of Biotechnology*, 7(14).
5. Bai B.A., & Malakout M.J. (2007). The effect of different organic manures on some yield and yield quality parameters in Onion. *Iran Soil and Water Sciences Journal*, 21(1), 43-33.
6. Bansal S. & Kapoor K.K. (2000). Vermicomposting of crop residues and cattle dung with *Eisenia foetida*. *Bioresource technology*, 73(2), 95-98.

7. **Bellitürk K. (2016).** Sürdürülebilir Tarımsal Üretimde Katı Atık Yönetimi İçin Vermikompost Teknolojisi. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 31(3), 1-5.
8. **Edwards C.A., & Neuhauser E.F. (1988).** *Earthworms in waste and environmental management* (No. 595.14 EAR).
9. **Ceritoglu M., Şahin S. & Erman M. (2019).** Vermikompost Üretim Tekniği ve Üretimde Kullanılan Materyaller.
10. **Demir H., Polat E. & Sönmez İ. (2010).** Ülkemiz için yeni bir organik gübre: solucan gübresi. *Tarım aktüel*, 14, 54-60.
11. **Dickerson G.W. (2004).** Vermicomposting. Cooperative Extension Service. College of Agriculture and Home Economics. New Mexico State University.
12. **Dinç E. (2014).** *Sater (Satoreja Hortensis L.) bitkisinde inorganik ve organik gübre uygulamalarının verim ve bazı kalite unsurlarına etkileri* (Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi).
13. **Edwards C.A., Arancon N.Q., & Sherman R.L. (2010).** *Vermiculture technology: earthworms, organic wastes, and environmental management*. CRC press, pp 1-14.
14. **Durukan H., Saraç H. & Demirbaş A. (2020).** Farklı Dozlarda Vermikompost Uygulamasının Mısır Bitkisinin Verimine ve Besin Elementleri Alımına Etkisi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, Türkiye 13. Ulusal, I. Uluslararası Tarla Bitkileri Kongresi Özel Sayısı:45-51.
15. **Edwards C.A. & Bohlen P.J. (1996).** *Biology and ecology of earthworms* (Vol. 3). Springer Science & Business Media.
16. **Edwards C.A. (1995).** Commercial and environmental potential of vermicomposting: A historical overview. *BioCycle*, June, 62-63.
17. **Erşahin Y.Ş. (2007).** Vermikompost ürünlerinin eldesi ve tarımsal üretimde kullanım alternatifleri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2007(2), 99-107.
18. **Hernández A., Castillo H., Ojeda D., Arras A., López J. & Sánchez E. (2010).** Effect of vermicompost and compost on lettuce production. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 70(4), 583-589.
19. **Hınıslı N. (2014).** *Vermikompost gübresinin kıvrıkcık bitkisinin gelişmesi üzerine etkisinin belirlenmesi ve diğer bazı organik kaynaklı gübrelerle karşılaştırılması* (Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi).
20. **Özen İ., Şimşek Z.C., Özçelik F. & Saraç T. (2019).** Solucan Gübresi Üretim Tesisi İçin Bir Karar Destek Sistemi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 27(2), 85-92.
21. **Jahan F.N., Shahjalal A.T.M., Paul A.K., Mehraj H. & Uddin A.F.M.J. (2014).** Efficacy of vermicompost and conventional compost on growth and yield of cauliflower. *Bangladesh Research Publications Journal*, 10(1), 33-38.
22. **Kayıkcıoğlu H. H., Okur N. & Bayız O. (2016).** Toprak solucanları ile kompostlaştırılmış tütün atıklarının vermicompost olarak değerinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53(1), 89-97.
23. **Doğan K., Sarıoğlu A., Şakar E. & Karanlık S. (2018).** Zeytin Karasuyu, Isıl İşlem Görmüş Solucan Gübresi Ve Çiftlik Gübresi Uygulamalarının Toprak Mikrobiyal Aktivite Değişimlerine Etkisi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 151-159.
24. **Kızılkaya R. & Türkay F.Ş.H. (2014).** Vermicomposting of anaerobically digested sewage sludge with hazelnut husk and cow manure by earthworm *Eisenia foetida*. *Compost Science & Utilization*, 22(2), 68-82.
25. **Küçükyumuk Z., Gültekin M. & Erdal İ. (2014).** Vermikompost ve Mikorizanın Biber Bitkisinin Gelişimi İle Mineral Beslenmesi Üzerine Etkisi. *SDU Journal of the Faculty of Agriculture/SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(1).
26. **Mısırlıoğlu M. (2017).** *Topraksolucanları: biyolojileri, ekolojileri, zirai yönleri, Türkiye türleri ve türlerin taksonomik özellikleri*. Nobel.
27. **Nair J., Sekiozoic V. & Anda M. (2006).** Effect of pre-composting on vermicomposting of kitchen waste. *Bioresource Technology*, 97(16), 2091-2095.
28. **Namlı A.T.D. & Boran D.Y. (2015).** *Farklı ısı teknikleri uygulanmış solucan gübresinin kalite parametrelerinin belirlenmesi* (Doctoral dissertation, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı).
29. **Ökmen K.G. & Algur Ö.F. (2000).** Farklı karbon kaynaklarının ve C/N oranlarının mikrobiyal denitrifikasyon üzerine etkileri. *Turk J. Biol*, 24, 533-542.
30. **Rostami R., Nabaey A. & Akbar E. (2009).** Survey of Optimal Temperature and Moisture for Worms Growth and Operating Vermicompost Production of Food Wastes. *Iranian Journal of Health and Environment*, 1(2), 105-112.
31. **Rostami R., Nabaey A., Eslami A., & Najafi S.H. (2010).** Survey of optimal conditions for worm's growth and vermicompost production of prepared food wastes.

32. **Sinha R.K. (2009).** The concept of sustainable agriculture: an issue of food safety & security for people, economic prosperity for the farmers and ecological security for the nations. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science*, 5(S), 1-4.
33. **Tchobanoglous G., Theisen H., & Vigil S. (1993).** *Integrated solid waste management: Engineering principles and management Issues*. McGraw-Hill.
34. **Tutar U. (2013).** Toprak solucanlarından elde edilen vermikompostun bazı bitki patojenleri üzerindeki antimikrobiyal aktivitelerinin araştırılması. *Cumhuriyet Science Journal*, 34(2), 1-12.
35. **Türüt K. (2019).** Demlenmiş çay atığı ve evsel yemek atıkları ile beslenen kırmızı kalifornia solucanından elde edilen katı solucan gübresindeki bazı besin elementlerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 45s.
36. **Uluğ Z. (2018).** Solucan Gübresi ve Mikoriza Kullanımının Fasulye ve Soğanda Bitki Gelişimi ve Verim Üzerine Etkileri, İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 60s.
37. **URL-1 (2020).** <http://apelasyon.com/Yazi/332-vermikompostun-tarimda-kullanim-olanaklari>
38. **URL-2 (2020).** <http://www.kirmizikaliforniyasolucani.org/solucan-gubresi-uretimi/>
39. **URL-3 (2020).** https://tr.wikipedia.org/wiki/Solucan_g%C3%BCbresi
40. **URL-4 (2020).** <https://kocaeli.tarimorman.gov.tr/Belgeler/diger/Solucan%20G%C3%BCbresi%20Bilgileri.pdf>
41. **URL- 5 (2015).** https://www.researchgate.net/profile/Hayrettin_Okut/publication/335025628_Tarimsal_verilerin_degerlendirilmesinde_kullanilan_veri_madenciligi_teknikleri/links/5d4b169f92851cd046a6f387/Tarimsal-verilerin-degerlendirilmesinde-kullanilan-veri-madenciligi-teknikleri.pdf#page=280.
42. **URL-6 (2020).** <https://alchetron.com/Eisenia-andrei>
43. **URL-7 (2020).** <https://www.agefotostock.com/age/en/Stock-Images/Rights-Managed/MEV-10855799>
44. **URL-8 (2020).** https://www.discoverlife.org/mp/20p?see=I_MWS80340&res=640
45. **URL-9 (2020).** https://www.researchgate.net/figure/Dendrobaena-veneta-Rosa-1886-habitus-male-dorsal-view-scale-line-05-cm_fig1_320991629
46. **URL-10 (2020).** https://www.123rf.com/photo_122401687_african-night-crawler-eudrilus-eugeniae-earthworms-isolated-on-white-background-.html
47. **URL-11 (2020).** <https://alchetron.com/Perionyx-excavatus>
48. **Yaviç Ş., Demir, S. & Boyno G. (2020).** Solucan Gübresi (Vermikompost)'nin Domates (*Solanum lycopersicum*)'te *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary'un Neden Olduğu Kök Çürüklüğü Hastalığına Etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 25(1), 13-20.
49. **Yıldırım E. (2019).** Sıvı Solucan Gübresinin Raf Ömrünün Uzatılması, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı.
50. **Yıldız, M., Gürkan, M. O., Turgut, C., Kaya, Ü., & Ünal, G.** Tarımsal Savaşmada Kullanılan Pestisitlerin Yol Açtığı Çevre Sorunları.
51. **Yılmaz O., Doğuş İ. & Yılmaz Z. S. (2017).** Kırmızı Solucan Gübresi Kimyevi Gübreye Alternatif Olabilir mi?
52. **Yourtchi M.S., Hadi M.H.S. & Darzi M.T. (2013).** Effect of nitrogen fertilizer and vermicompost on vegetative growth, yield and NPK uptake by tuber of potato (Agria CV.). *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 5(18), 2033-2040.

A RESEARCH ON THE PHYSICAL FEATURES OF CONCRETES WITH FERRO-CHROMIUM SLAG

Ayşe Bicer

Department of Bio Engineering, Malatya Turgut Ozal University, Malatya-Turkey

Abstract

In this study, waste ferrochromium slag is used instead of using natural aggregate, and low density concrete is produced. For this purpose, slag aggregate is mixed with 10%, 30%, 50% and 70% cement to produce samples. The tests applied to the samples show that an increase in slag in the mix decreases thermal conductivity, specific heat capacity and compressive and tensile strength while porosity and water absorption capacity increases. If slag aggregated concrete is used for the structural member of a building, *i*) factory waste ferro chromium slag will be utilized and contributed to economy. *ii*) The use of slag in building concrete, bricks, briquettes and panel walls will lower the heating expenses and facilitate energy saving.

Key Words: Ferro chromium slag, porous materials, lightweight aggregates, building material, concrete.

1. Introduction

In this study, waste-form porotic ferro chromium slag is used instead of classic aggregate for producing low density concrete. Slag is produced in Elazığ Eti Chromium Factory during mixing proper percentages of chromite, quartzite, coke and heating in arch furnaces to produce ferro chromium melt. Slag accumulates on melt's surface and after separation, it is accumulated in the slag storage. From each gross ton of ferro chromium, 1.6 ton of slag is produced and slag storage accumulation for a year surpasses 150.000 tones. Ferrochromium slag, which is considered an important industrial waste hasn't got a utilization field yet. Its physical appearance normally looks like light brown, granulated fine aggregate while being fairly lighter and porotic than normal sand or gravel material. SiO_2 and Al_2O_3 , the main components in building materials are richly found in slag. For this reason, it carries concrete aggregate features (Yıldırım, 1987).

There are no significant studies that are bound by specifications and standard that renders ferro chromium as aggregate. Some of the similar studies closely relating the subject are summarized below:

Babu et al, investigated the mechanical properties of light concretes produced using fly ash (50%) with expanded polystyrene (from 0 to 66.5%) instead of regular aggregate (Babu et al, 2005). Kaya and Kar tested thermo-mechanical properties of the concretes with EPS + tragacanth resin (Kaya & Kar, 2016) and EPS + apricot resin (Kaya & Kar, 2017). Devecioglu and Bicer, (2016) investigated thermal and mechanical properties of concretes by using expanded clay aggregates instead of sand in concrete. Demirel, studied thermal conductivity in sample with cement + EPS and pumice (Demirel, 2013). Rim et al (1999), determined thermal and mechanical properties of lightweight concrete with mixture of cement + clay and wood pellet (10% - 30%) composites. Benazzouk et al [8], investigated mechanical and thermal properties by using partial (30, 40, 50%) rubber particle instead of sand in concrete. Bicer and Celik, studied thermal and mechanical properties of concretes by using pumice aggregates and pine tree resin in concrete (Bicer & Celik 2020).

In this study, in the context of ferro chromium slag being considered as a building material; thermal conductivity, heating capacity, pressure and pulling strength, water absorption and drying up rates are determined scientifically for slag mix with cement in specific percentages. The results for ferro chromium slag are then compared with similar building materials and utilization in buildings is studied. Ferro chromium slag concretes are more advantageous than concrete (C 25), granite, lime stone, sand stone, marble and common brick materials in terms of density and thermal conductivity.

***Sorumlu Yazar (Corresponding Author):**

Ayşe BİÇER; Malatya Turgut Ozal University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Bio Engineering, Malatya-Turkey.

Geliş (Received) : 02.02.2020

Kabul (Accepted) : 21.06.2020

Basım (Published) : 31.07.2020

2. Materials and Methods

2.1. Materials

Ferro-Chromium Slag:

The slag sample's chemical compounds which were taken from Elazig Eti-Krom Factory are listed in Table 1. Its loose specific bulk density is specified as 0.88 g/cm³ and dense specific bulk density is specified as 1.0 g/cm³. Its true density is 1.6 g/cm³ (Fig 1).



Fig. 1. View of ferro-chromium slag aggregate

Cement:

CEM IV/B (P) 32.5 R pozzolanic cement (KPC 325) was added as a binder to ferro chromium slag aggregate. The cement's density value was estimated as 3.1 g/cm³ and its thermal conductivity value was 0.751 W/mK and its chemical components are given in Table 1.

Table 1. Chemical composition of the cement and ferro-chromium slag used (%)

component	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	MgO	CaO	SO ₃	Undefined
Ferro-Chromium slag	29.50	31.10	0.90	3.70	31.80	0.80	-	
Cement	18.65	6.15	3.25	-	2.34	56.4	5.91	6.75

2.2. Preparation of samples

KPC 325 cement which is used as a binding agent for ferro chromium slag is mixed with slag by 10, 30, 50 and 70 percent by weight, then, textured to mortar consistency with water and for the heating test and mechanic tests, it is poured on the 150x60x20 mm and 70x70x70 mm metal molds respectively.

Prepared samples are projected to 28 days of drying in 20 °C room temperature and stored until measuring phase

2.3. Methods

2.3.1. Thermal tests

The thermal conductivities, specific heats and thermal diffusivity of specimens were detected by *Isomet 2104* portable heat transfer analyzer, which makes measurements by using the hot wire method according to Norm (DIN) 51046. Measurements were made on different parts of the specimens three times and the averages of these measurements were used in the study. Its range and sensitivity were 0.02-6.00 W/mK with ± 5 % precision respectively and volumetric heat capacity in the range of 4.0 x 10⁴ J/m³ K and 4.0 x 10⁶ J/m³ K with 15% precision. The temperature was between 26°C and 28°C during measurement.

2.3.2. Mechanical tests

The mechanical strength tests on the samples are undertaken according to the *ASTM C 109-80* standard (ASTM 1985). Compressive strength test was applied on sample blocks. Tensile strength values calculated by Eq. (1) according to the *TS 500* standard (TSE 500, 2000).

$$f_{ctk} = 0,35 \cdot \sqrt{f_{ck}} \quad (1)$$

Where, f_{ck} : compressive strength (N/mm²) and f_{ctk} : tensile strength (N/mm²).

2.3.3. Water absorption (WAP) and drying ratio (DR) tests

This test aimed to find out the presence of a dry volume, allowing expansion of ice crystals, when the building materials froze by coming in direct contact with water. The material acquired strength against freezing due to this characteristic. The critical amount of moisture is 30% of the total dry volume, below which the material does not deform on freezing. The experiments were performed according to the *BS 812-109* standard (BS 812-109, 1990). The water absorption values and drying ratio values were calculated by Eq. (2) and Eq. (3). They are presented in Fig 5, Fig 6 and Fig 7.

$$WAP = \frac{W_d - W_k}{W_k} \cdot 100 \quad (2)$$

$$DR = \frac{W_d - W_k}{W_d} \cdot 100 \quad (3)$$

3. Results and Discussion

Samples prepared for low density concrete production show that slag does not start a chemical reaction with cement paste and, because of porotic and textured surface of slag grains, improvement in adherence is detected. In conclusions of tests about the prepared samples;

Thermal conductivity coefficient of concretes, produced by means of using slag aggregate is lower than the standard concrete, and that it is reduced down to 25.78% where the slag amount is increased from 10% to 70% (Fig 2).

If the values for similar building materials were compared, slag aggregated cements' thermal conductivity is lower than all of them (Table 3). For this reason, the slag bears the potential to be utilized in building elements where thermal insulation is critical. As can be seen in Figure 3, the more the slag amount is, the lower the heat capacities are. Its thermal capacity values are higher, compared to a number of other building materials. It can be said that the aforementioned advantages of slag aggregated concretes in terms of thermal properties are due to their porous structure (Table 4).

For compressive strengths, the strength values decrease where the slag percentage increases, as shown in Figure 4. Increasing the slag ratio from 10% to 70%, the compressive strength values decrease by 80.38%. However, standard concrete can be produced with an addition of up to 30% slag, in compliance with the strength values issued in TS 500. Moreover, it can also be recognized as an alternative method for concrete production by means of being mixed with standard concrete aggregate, thus ensuring that the weight is decreased to a certain extent in building elements, where weight is considered as a disadvantage.

Water absorption ratios of concrete blocks, comprising various ratios of slag are under 30%, which is the critical threshold, as shown in Figure 5. Therefore, it can be understood that ferro chromium slag aggregated concretes can be used in humid environments. Time-based water absorption behaviors can be seen Figure 6. Taking a glance on the drying behaviors in Figure 7, it can be seen that the samples leastwise do bear the ability to breathe.

Table 2. Mixing ratio of samples

Sample 1	10% ferro-Chromium slag + cement
Sample 2	30% ferro-Chromium slag + cement
Sample 3	50% ferro-Chromium slag + cement
Sample 4	70% ferro-Chromium slag + cement

Table 3. The physical properties of some building materials [13]

Materials	Density (kg/m ³)	Thermal conductivity (W/mK)	Specific heat capacity Cp(J/kgK)	Thermal diffusivity a.10 ⁻⁷ (m ² /s)	Compre. strength (N/mm ²)	Tensile strength (N/mm ²)
Concrete (C25)	2307	1.4	979	6.19	30	1.7
Granite	2643	1.73	816	13.15	120	7.5
Limestone	2483	1.16	908	5.68	35	3.0
Sandstone	2163	1.63	712	10.58	80	6
Marble	2603	2.77	808	3.4	50	5.0
Common brick	837	0.692	837	5.16	16	1.4
Sample 1	1750	0.772	1320	3.38	25.9	1.78
Sample 2	1658	0.717	1234	3.74	17.1	1.48
Sample 3	1598	0.669	1150	3.60	9.2	1.06
Sample 4	1500	0.573	1060	3.67	5.08	0.79

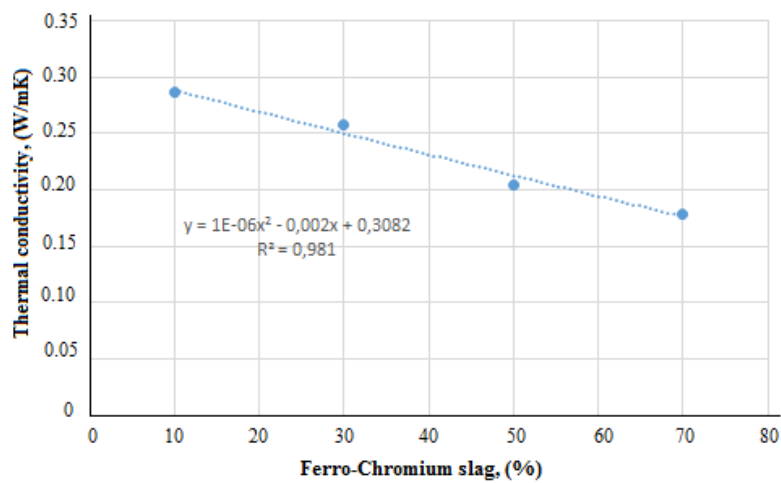


Fig. 2. Thermal conductivity variations according to slag

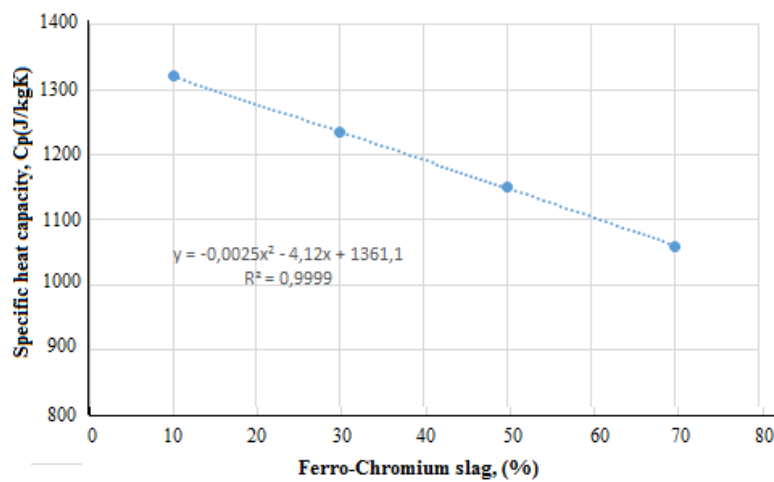


Fig. 3. Specific heat capacity variations versus slag

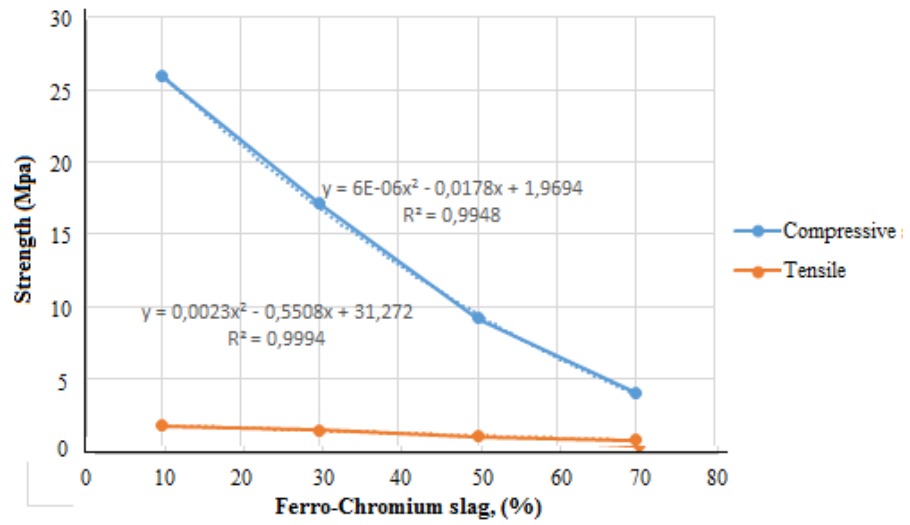


Fig. 4. Strengths variations versus slag

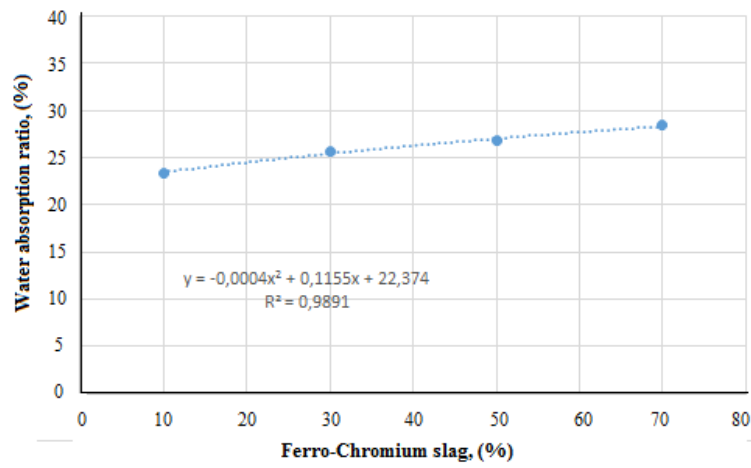


Fig. 5. Water absorption ratio variations according to slag

Table 4. Some physical features of similar studies.

Material	Density (g/cm ³)	Thermal conductivity (W/mK)	Compressive Strength (MPa)	References
Cement + fly ash + EPS + sand	1.150	-	3.5	[2]
Cement + fly ash + EPS + sand	1.350	-	12.0	
EPS (80%) + cement (20%) + tragacanth (1%)	0.536	0.050	0.89	[3]
EPS (20%) + cement (80%) + tragacanth (1%)	1.232	0.320	10.85	
EPS (80%) + cement (20%) + apricot resin (1%)	0.553	0.060	1.50	[4]
EPS (20%) + cement (80%) + apricot resin (1%)	1.291	0.322	13.05	
Cement + exp clay (5%) + tragacanth (1%)	1.183	0.213	5.46	[5]
Cement + exp clay (10%) + tragacanth (1%)	1.056	0.189	2.07	
Cement + exp clay (20%) + tragacanth (1%)	0.867	0.182	1.48	[6]
EPS + pumice blocks	0.578-0.600	0.130	1.77 (N/mm ²)	
Cement + clay + wood pellet (10%)	1.010	0.220	2.67	[7]
Cement + clay + wood pellet (20%)	0.870	0.160	2.35	
Cement + clay + wood pellet (30%)	0.700	0.140	1.35	[8]
Cement and rubber particle (30%)	1.473	0.625	23.30	
Cement and rubber particle (40%)	1.300	0.516	16.00	[9]
Cement and rubber particle (50%)	1.150	0.470	10.50	
Cement + pumice (20%)+pine tree resin (1%)	1.580	0.390	20.58	[9]
Cement + pumice (20%)+pine tree resin (1%)	1.492	0.338	14.68	
Cement + pumice (20%)+pine tree resin (1%)	1.401	0.280	10.59	
Cement + pumice (20%)+pine tree resin (1%)	1.298	0.248	5.36	
Sample 1: (10% ferro-Chromium slag + cement)	1.750	0.772	25.9	Present
Sample 2: (30% ferro-Chromium slag + cement)	1.658	0.717	17.1	
Sample 3: (50% ferro-Chromium slag + cement)	1.598	0.669	9.2	
Sample 4: (70% ferro-Chromium slag + cement)	1.500	0.573	2.08	

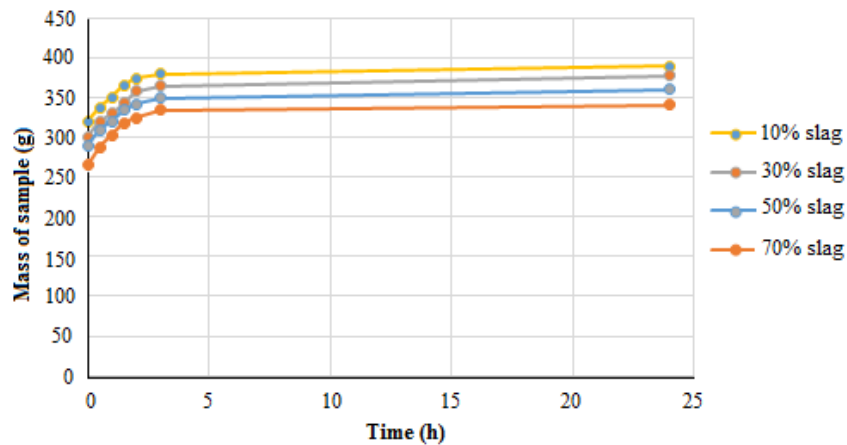


Fig. 6. Mass change of samples in water absorption tests

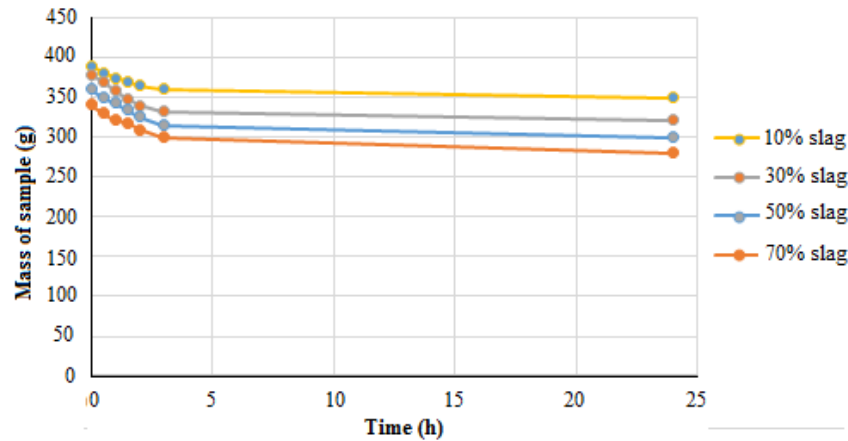


Fig. 7. Mass change of samples in the drying test

4. Conclusions

Conclusions of studies on concretes produced by ferro chromium instead of natural aggregates are summed up below;

✓ It is possible to produce concrete that has low density or has insulation qualities when using ferro chromium slag instead of natural aggregate in production. In the event of utilization of this waste material, environmental pollution will be lowered and a positive contribution to economy will be made.

✓ If ferro chromium slag is used as a partition element in the form of brick, briquette or concrete, it will lighten the building weight (density: 1.500 g/cm³) and reduce heating costs with its light weight and 0.573 W/mK thermal conductivity coefficient.

✓ Using ferro chromium in abundance within concrete leads to a detrimental effect in endurance, but it might, on the other hand, be viable to use ferro chromium scarcely in concrete production.

✓ It is found that Ferro chromium slag proves to facilitate heating properties and heat insulation of concrete positively,

As a result, the ferro-chromium slag aggregate with cement offers can be potential construction and insulation materials and simultaneously solve the environmental problem by recycling solid waste.

Kaynaklar

1. **Yıldırım M.M. (1987)**. Metallurjik katı atıklardan yararlanabilme olanakları, T.M.M.O.B, Metallurji Müh. Odası, 49, 12-15.
2. **Babu D.S, Babu K.G & Wee TH. (2005)**. Properties of lightweight expanded polystyrene aggregate concretes containing fly ash. *Cement and Concrete Research*, 35, 1218-1223.
3. **Kaya A. & Kar F. (2016)**. Properties of concrete containing waste expanded polystyrene and natural resin, *Construction and Building Materials*, 105, 572-578.
4. **Bicer A. & Kar F. (2017)**. The effects of apricot resin addition to the light weight concrete with expanded polystyrene, *Journal of Adhesion Science and technology*, 31(21), 2335-2348.
5. **Devecioglu A.G. & Bicer Y. (2016)**. The effects of tragacanth addition on the thermal and mechanical properties of light weight concretes mixed with expanded clay. *Period. Polytech. Civil Eng.*, 60(1), 45-50, 2016.
6. **Demirel B. (2013)**. Optimization of the composite brick composed of expanded polystyrene and pumice blocks. *Construction and Building Materials*, 40, 306-313.
7. **Al Rim K., Ledhem, A. & Douzane, O. (1999)**. Dheilly, RM. Queneudec, M.. Influence of the proportion of wood on the thermal and mechanical performances of clay-cement-wood composites. *Cement and Concrete*

- Composites, 21, 269-276.
8. **Benazzouk A., Douzane O., Mezreb K., Laidoudi B. & Queneudec M. (2008).** Thermal conductivity of cement composites containing rubber waste particles, Experimental study and modelling. *Construction and Building Materials*, 22, 573-579.
 9. **Bicer A. & Celik N. (2020).** Influence of pine tree resin on thermos-mechanical properties of pumice-cement composites, *Cement and Concrete Composites*, 112.
 10. **ASTM C. (1985).** Standard specification for fly ash and raw or calcined natural pozzolan for use as mineral admixture in Portland cement concrete, ASTM, Philadelphia, ASTM C; 618-685
 11. **TS 500, (2000).** Turkish Standard, Ankara.
 12. **BS 812-109, (1990).** Testing aggregates-part 109: methods for determination of moisture content, *British Standards Institution* 1990.
 13. **Toksoy M. (1988).** Thermal conductivity coefficients of industrial materials, *Journal of Engineers and Machinery*, 347, 12-15.

KENTSEL ARAYÜZ /ARA MEKÂN KALİTESİNİN TAKSİM ASMALİMESCİT MAHALLESİ ÜZERİNDEN OKUNMASI

Berivan Eren^{1*}, Tülay Cengiz Taşlı²

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı,17020,
ÇANAKKALE

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü,17020,
ÇANAKKALE

Öz

Kentte yer alan ara mekânlar, kendiliğinden aktivite ve karşılaşmaların zemini olarak mekânsal ve sosyal olarak birtakım tecrübeler sunar. Ara mekânlar ve arayüzler kent dokusu içerisinde tasarlanmayan sınırların arasında kalan iletişim ve bağlantı noktalarıdır. Şehircilik ve mimarlık arasında işlevsel bağlantı kuran bu noktalar mekân ve zamansal süreklilikleri sağlayarak kamusal yaşamı güçlü kılar. Kamu ve özel alan arasında kalmış arayüzler hiyerarşik olarak düzenlenmesi durumunda kentte esnek, geçirgen mekânlar oluşmasını sağlar. Bundan dolayı, sadece planlı üretimin dışında kalan artık alanlar değil, iyi tasarlanmış sürdürülebilir kamusal mekân tipleri için, kentin arayüz ve ara mekân potansiyelleri açığa çıkarılmalıdır.

Bu çalışmada, arayüz ve ara mekân kavramları kentsel ölçekte açıklanmıştır. Kamusal mekân kalitesini ölçmek amacıyla, William Whyte tarafından geliştirilen Project for Public Space (PPS) Yöntemi ve Jan Gehl tarafından geliştirilen GEHL Yöntemi'nden faydalanılarak çalışma özelinde kentsel arayüz/ ara mekânlar için yeni kalite ölçütleri tanımlanmıştır. Bu kalite ölçütleri İstanbul Asmalımescit Mahallesi örneğinde irdelenmiştir. Mevcut arayüz ve ara mekânlara ait mekânsal kalite verileri incelenerek haritalandırılmıştır.

Araştırma sonucunda elde edilen bilgilerle Asmalımescit Mahallesi'nde potansiyel arayüz/ara mekânlar tespit edilerek önerilerde bulunulmuş ve mekânsal olarak tanımlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kamusal mekân, arayüz/ ara mekân, PPS, Gehl, İstanbul, Asmalımescit.

READING URBAN INTERFACE/ IN BETWEEN SPACE QUALITY ON TAKSİM/ ASMALİMESCİT NEIGHBORHOOD

Extended Abstract

Many problems caused by unplanned urbanization with the changing world make cities unhealthy places in terms of living conditions. Urban areas, which cannot respond to the physical, social and psychological needs of people, also create sharp boundaries between the public spaces that form the ground for interaction. The quality of the urban space, which is also defined as a meeting place where people come together and a micro-cosmos that brings people closer, is evaluated in terms of the happiness and social integrity of the inhabitants. At this stage, intermediate spaces and interfaces are discussed in current urban studies as dynamics that make public life strong, providing spatial and temporal continuity between the borders not designed within the urban fabric.

The hierarchical arrangement of these interfaces, which remain between the public and the private sphere, creates flexible, permeable spaces in the city. Therefore, the interface and in between space space potentials of the city should be revealed, not only for residual areas outside of planned production, but also for well-designed sustainable public space types. In this study, Asmalımescit Neighborhood of Beyoğlu District of Istanbul Province was selected as the study area. In the research, the concepts of interface and in between space were explained on an urban scale. In the sample of Asmalımescit Neighborhood, the interaction between the public space and the individual of the city was analyzed and the interfaces and in between spaces of the neighborhood, which is located in the center of a large urban area, were determined. In order to measure the quality of public space, new quality criteria for urban interfaces / in between spaces have been defined using the Project for Public Space (PPS) Method

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author):

Berivan EREN; Çanakkale Onsekiz Mart University, Institute of Science,
Department of Landscape Architecture, 17020, Çanakkale-Turkey.

Geliş (Received) : 12.06.2020

Kabul (Accepted) : 21.06.2020

Basım (Published) : 31.06.2020

developed by William Whyte and the GEHL Method developed by Jan Gehl. Aiming for the process of creating a qualified place in the public, open spaces of the Project for Public Space (PPS), which aims to increase the quality of life by creating a social relationship between people, to produce a better structure and environment, and to live in a cultural, social and physical environment. Sociability, Usage & Activity, Access & Connection, Comfort & Image features; Satisfaction, Protection and Comfort features of the GEHL Method, which support spatial features, activity at the eye level, urban areas that allow human interaction, are overlapped.

By combining these features on common grounds, 4 key features were studied under the titles of Publicity, Density, Relationship and Perception.

In public feature, public open spaces, urban public spaces, walkable streets and streets and interfaces with public use grounds are examined. Variations arising from usage, accessibility and user profile in density feature were examined. In the relationship feature, the sensory bonds formed between the ground and the human are examined. In the perception feature, the factors affecting the perception of spatial features on the urban were analyzed.

These quality criteria were examined in the example of Istanbul Asmalımescit Neighborhood. The spatial quality graphs obtained as a result of the analysis were transferred to the map. Suggestions have been made to areas that spatially contain hidden dynamism.

Keywords: Public space, interface/ in between space, PPS, Gehl, İstanbul, Asmalımescit.

1. Giriş

Kentin en tanımlayıcı öğelerinden olan kamusal alanlar, kenti meydana getiren mekânsal ağların önemli bir parçasını oluşturan, kentte yaşayan herkesin bulunabildiği, tüm yaşamsal pratiklerde çevre ve birbirleriyle etkileşimde oldukları, toplumu birbirine bağlayan ortak bir zemin ve paylaşım alanlarıdır. Bireysel ve toplumsal deneyimler kamusal alanlar üzerinde izler oluşturarak mekân olay ve insan arasında anlamlaşmış deneyimler, bağlantı noktaları, etki alanları oluşturur. Bu dinamik süreçlerle beraber kent yaşamına katkı sunan kamusal mekânlar bireylerin sosyalleşerek topluma dair olmasını, fiziksel, sosyal, ruhsal gereksinimlerini karşılama sağlar (Özsel, 2009; Topönder, 2015; Karabacak, 2015; Kürkçüoğlu, 2016).

Kent hayatının bireysel olarak etkin deneyimlerine imkân tanıyan kamusal mekânın nasıl anlaşıldığı, kamusal mekânın tercih şekilleri, buralarda neler yaptıkları ve etkileşimleri mekânsal özellikleri ele verir. Bu çerçevede mekânsal özellikleri tanımlayan tüm yönelimler aynı zamanda birey ve kent mekânı arasındaki etkileşimin bir faktörü olan kentsel arayüz ve ara mekânların kimliğini de ortaya koyar (Erdönmez & Akı, 2005; Aydemir, 2018).

Günümüzde kent yaşamının içerisinde karşılaşılara imkân vererek ortak paylaşım alanları yaratan mekanlar kentsel araları yaratmaktadır. Bir mekânı ve bölgeyi tanımlamada birtakım ilişkilere olanak sunan aralar kentsel ölçekte ara mekân veya arayüz olarak ele alınmaktadır. Olay ve durum arasındaki zamanı içinde barındıran arayüz ve ara mekanlar sunabileceği potansiyeller ile kamusal mekân ve kentsel yaşam içerisinde bir katman görevi görürler. Bu katman kamusal ile özel arasındaki boşluklarda ortaya çıkarak kentsel arayüzlerin sınırlarını tanımlar (Özbilen, 2012; Sanrı, 2015; Pektaş, 2019).

Arayüzler kamusal dış mekân ile özel mekân arasında bağlantı kuran, kentsel dokuyu okumayı sağlayan, kentlinin kente açıldığı, kentsel mekânın dış yüzeyleridir. Bu yerler kent yaşamının fiziksel-sosyal-görsel çevresinin de boyutlandığı yatay ve düşey bileşenlerdir (Bala, 2006; Özsel, 2009; Dirik, 2009). Arayüzlerin görsel ve işlevsel bağlantıları, kentsel mekânın dış yüzeyi, içten dışa yansıyan cephe çeperleri, doluluk boşluk algısı, sınırı oluşturan yer düzlemi, olarak görmek ve hem bağlayıcı hem de ayırıcı bir rol biçmek mümkündür. Arayüzün yatay bileşenleri, yapının konumu, kütle ve kompozisyonu ile düşey bileşen ise mimari cephe dizini ve düşey kesitteki görünümle ifade edilir. İki cismin, alanların, evrelerin ve etkileşimin ortak sınırını ifade eden arayüzler bu etkileşimi ve sürekliliği güçlendirerek mekânın kullanım ve aktivitesini etkiler ve kamusal mekânın canlılığına olumlu katkı sunar (Arslan, 2016; Bala, 2006; Özsel, 2009; Dirik, 2009). Büyüdükçe ve yoğunlaştıkça yaşanması zor bir hale gelen kentler içerisinde iyi tasarlanmış çekici kamusal alanlar önemli hale gelmektedir. Herkes için kapsayıcı olması gereken kamusal alanlar bu büyümenin etkisiyle küçülerek etkileşimi azalmış, kültürel ve kentsel ayrışımın yaşandığı yerlere dönüşmektedir. Birleşmiş Milletler Habitat Toplantısı'nda iyi kamusal alanların daha iyi bir yaşam kalitesi sunduğu ifade edilerek sürdürülebilir kalkınma için kamusal açık alanların önemi üzerinde durulmuştur (George, 2019). Bu düşünceler çerçevesinde kentin fiziksel ve sosyal çerçevesini boyutlandıran,

kentin eşiklerinde yer alan, tüm kimliklerin çözüldüğü arayüz ve ara mekânlar kentsel kamusal alanın geliştirilmesinde önemli birer öge haline gelmişlerdir. Bireyin kent yaşamıyla ilişkisini şekillendiren bir diğer kentsel ara öge ara mekânlardır. Ara mekânlar kesin sınırlarla tanımlanmayan ancak algılanabilir sınırları olan bireyin kent yaşamıyla ilişkisini şekillendiren yerlerdir. Cadde, mahalle, meydan, sokak, pasaj, kaldırım, tünel, geçit, rekreasyon alanı gibi kentsel açık alanlar kentsel ara mekânlardır. Aynı zamanda yapılar arasındaki boşluk, kamusal eşikler, canlı ve yaşayan sokaklar, landmarklar, kültür noktaları, karma işlevli alanlar, karşılaşma noktaları, insan merkezli yerler, özgür hacimler, bağlantı yerleri de ara mekânlar olarak ifade edilmektedir (Gehl, 2011; Aydemir, 2018; Şevik & Çalışkan, 2018; Çelikyay, 2019)

Ara mekân ve arayüzler kent içerisinde bir üretim artıkları olarak sınırlamanın ve onu oluşturan kimliklerin çözümlendiği alandır. Bu alanlar aynı zamanda kendi kimliğine sahip, kentsel tasarım ve planlama anlamında potansiyeli tam olarak keşfedilmemiş spesifik yerlerdir. Bir çeşit etkileşimin sağlandığı bu potansiyel yerlerin farkında olmak, mekânların görünürlüğünü artırıp belirginleştirmek, kamuyu keşfedilmemiş ve kullanılmayan kamusal noktalara çekmek, kamusal mekânı anlamlandırarak kaliteli bir kentsel yaşam sunar (Gehl; 2011; Sanrı, 2015; Dündar, 2015; Çelikyay & Karayılmazlar, 2018).

Araştırma alanı Asmalımescit Mahallesi, çıkmaz sokakları, pasaj, tünel, geçit, han gibi kamusal alanların baskın olan, geçiş sirkülasyonu ve varış noktası konumunda, çeşitli kimlik ve işlevlere sahip bir yerleşimdir. Mahallenin bir cephesinde yoğun ve merkezi bir kamusal alan olan İstiklal Caddesi olmasına rağmen bu alanın kamusal potansiyelleri mekân ve zamansal müdahaleler ve gerilimler ile eksilmeye başlamıştır. Birçok yapısal sınırın arasında kalan mahalle barındırdığı arayüz ve ara mekânların açığa çıkarılıp sosyal ve mekânsal potansiyellerinin tekrar keşfedilmesi durumunda kentsel alanla bütünlük sağlayarak, yaşanabilir kent hayatı için birer vaha alanı olabilecektir (İnan, 2008; Kahya, 2011).

Yapılan araştırmada;

- Kent ve mekân çalışmalarında yeni bir yaklaşım olan arayüz ve ara mekân kavramlarını kentsel ölçekte ortaya koymak,
- Arayüz/ara mekânları tanımlayarak ve tespit ederek kentleşmedeki rollerini incelemek,
- Bir kent çaresi olarak düşünülen yaşanabilir şehircilikte 'ara' ların keşfedilmemiş potansiyelini ve kullanıcı gereksinimlerini açığa çıkarmak,
- Mekânsal kalite ölçütleri olan PPS ve GEHL modellerini ele alarak araştırmaya entegre edebilmek üzere güncel durumlar üzerinden yeni bir yaklaşım belirlemek,
- Oluşturulan yaklaşım yöntemiyle, araştırma alanı olarak seçilen İstanbul Beyoğlu Taksim, Asmalımescit Mahallesi'nin ara mekân dinamiklerini sorgulamak,
- Örnek noktalarda, kalite koşullarını arttıracak öneriler sunarak yerel yönetimleri teşvik ederek, kentsel planlama çalışmalarının olumlu gelişimine katkı sağlamak amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Araştırma alanı olan Asmalımescit Mahallesi Marmara Bölgesi'nde İstanbul Beyoğlu ilçesi Taksim semtinde yer almaktadır (Şekil 1). Araştırma alanına ait veriler için yapılacak haritalama çalışmalarında kullanılmak üzere; İstanbul Büyükşehir Belediyesi İmar Şehircilik Daire Başkanlığı 2018 yılı 1/1000 ölçekli Nazım İmar Planı Beyoğlu Belediyesi İmar ve Şehircilik Müdürlüğü 2014 yılı 1/1000 ölçekli Nazım İmar Planı haritasından faydalanılmıştır. Araştırma alanında gözlemler yapılmış yapılan gözlemler fotoğraf ve kamera ile kaydedilmiştir. Araştırma sahası içerisindeki sokak görünüm materyallerinde Google Earth Pro 7.3.3.7699 programı kullanılmıştır. Yakın çevresi kimlik ve karakter analizi için Beyoğlu Kent Rehberi ile Akıllı Kent Beyoğlu sistemlerinden faydalanılmıştır.

PPS	GEHL	KAMUSALLIK	PPS	GEHL	BAG
KULLANIM & AKTİVİTE		KAMUSAL AÇIK ALANLAR	KONFOR&İMAJ		TARİHSEL GELİŞİM
ÖZELKAMUSAL		Cadde-Sokak-Meydan	KUTSAL		KİMLİK
		Yaya Yolu, Ulaşım Bağlantısı, Kaldırım	ÇEKİCİ		Yakın Çevresi Kimlik ve Karakter Mekânları
KULLANIM & AKTİVİTE		KENTSEL KAMUSAL MEKÂNLAR	ÖZGÜN		Sivil Mimari
ÖZELKAMUSAL		Kamusal Açık Alan			Hafıza Mekânı
		Kamusal Yapılı Mekân	KONFOR&İMAJ		KÜLTÜR
		Paylaşımlı Özel Mekân	BÜYÜLEYİCİ		Kültür Noktası
		Yarı Kamusal Mekân	TARİHİ		İnanç Noktası
KONFOR & İMAJ	KONFOR	YÜRÜNEBİLİR CADDE VE SOKAKLAR	RUHU OLAN		Kamusal Sanat Ögesi
YÜRÜNEBİLİR	YÜRÜNEBİLİR		KONFOR&İMAJ		İMAJ
KONFOR & İMAJ	KONFOR	OTURMA VE DİNLENMEYE UYUMLU ARAYÜZLER	ÖZGÜN		Landmark
OTURULABİLİR	OTURMA-DİNLENMEYE ELVERİŞLİLİK		ÇEKİCİ		Anıt Eser
	BEKLEME-KALMAYA ELVERİŞLİLİK		TARİHİ		Mimarî Miras
PPS	GEHL	YOĞUNLUK	PPS	GEHL	ALGI
ERİŞİMBAGLANTILAR	KORUMA	ERİŞİLEBİLİRLİK	SOSYALLIK	MEMNUNİYET	MEMNUNİYET
ERİŞİLEBİLİR	GÜVENLİ YAYA ERİŞİMİ	Ulaşım Kademelenmesi	ETKİLEŞİMLİ	ÖLÇEK	Yapı ve Mekânda İnsan Ölçeği ile Uyum
BAĞLANTILI		Ulaşım Bağlantısı		OLUKLU ALGISAL DENEYİM	Geçirgenlik- Şeffaflık
YAKINLIK		Merkezi Duraklara Erişim			Kapalılık-Açıklık
YAYA HAREKETİNE ELVERİŞLİ		Yaya Dağılımı			Korunan Göz Seviyesi
OKUNABİLİRLİK		Okunabilirlik			Su İlişkili Kentsel Donatı
KULLANIM & AKTİVİTE	KONFOR	KULLANIM			Çit Bitki Kullanımı
AKTİF	OYUN OYNAMA/ FİZİKSEL AKTİVİTEYE FIRSAT SAĞLAMA	Aktif Cadde ve Sokaklar	KONFOR&İMAJ	KORUMA	KORUMA
CANLI		Algısal Cadde ve Sokaklar	GÜVENLİ	GÖRÜŞ FIRSATI SAĞLAMASI	Gece Aydınlatması
		Aktif Mekânlar	OTURULABİLİR	SUÇ VE ŞİDDETE KARŞI GÜVENLİ	Görüş Koridoru
		Fiziksel Aktivite Uyumlu Arayüzler			Gece Gündüz Aktif Mekân Kullanımı
		Sokakların Kullanım Farklılıkları	KONFOR&İMAJ	KONFOR	KONFOR
SOSYALLIK	KULLANIM & AKTİVİTE	ÇEŞİTLİLİK	OTURULABİLİR	OTURMA VE DİNLENME	Durma Elementleri
ETKİLEŞİMLİ	ŞENLİKLİ	İNSANLAR ARASI İLETİŞİME OLANAK TANIMA		BEKLEMEKALMAYA ELVERİŞLİLİK	Aydınlatma Donatı
	EĞLENCİLİ	İNSAN PROFİLİ		OLUKLU ALGISAL DENEYİM	Cephe Elemanı
		ŞENLİK-AKTİVİTE			Ekoloji Duyarlılığı
		YERELLİK			Engelliler İçin Tasarım
					Zemin Malzemeleri

Şekil 4. PPS modelinden yararlanılan ölçütler, Gehl modelinden yararlanılan ölçütler ve araştırmada kullanılan arayüz ve ara mekân kalite ölçütleri

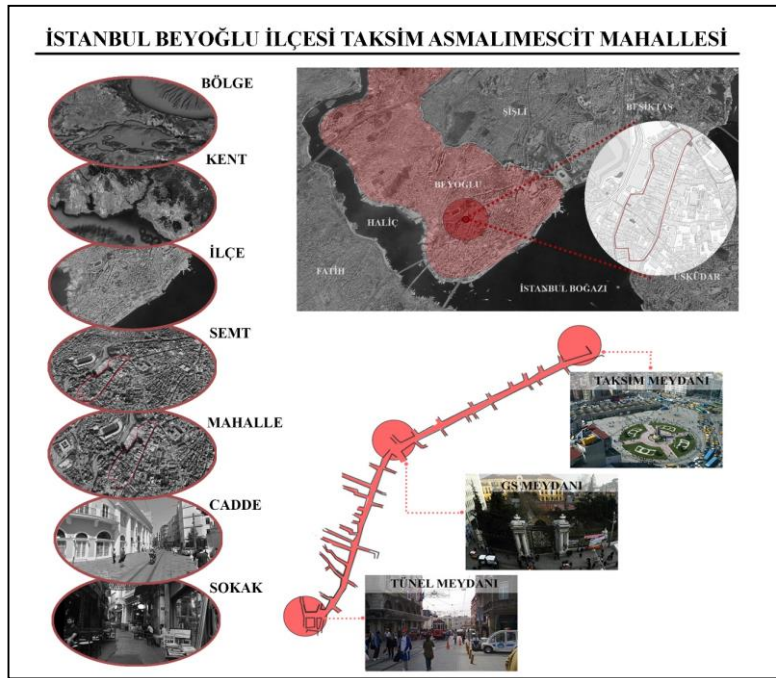
KAMUSALLIK	YOĞUNLUK	BAG	ALGI
<ul style="list-style-type: none"> Kamusal Açık Alanlar <ul style="list-style-type: none"> -Cadde, Sokak, Meydan, Ulaşım Bağlantısı, Yaya Yolu, Kaldırım Kentsel Kamusal Mekânlar <ul style="list-style-type: none"> - Kamusal Açık Alan - Kamusal Yapılı Mekân - Paylaşımlı Özel Mekân - Yarı Kamusal Mekân Oturma ve Dinlenmeye Uyumlu Arayüzler Yürünebilir Cadde ve Sokaklar <ul style="list-style-type: none"> - Yaya Sürekliliği - Kaldırım Sürekliliği 	<ul style="list-style-type: none"> Erişilebilirlik <ul style="list-style-type: none"> - Ulaşım Kademelenmesi - Ulaşım Bağlantıları - Merkezi Duraklara Yaya Ulaşım Süresi - Yaya Dağılım Noktaları - Okunabilirlik Kullanım <ul style="list-style-type: none"> - Aktif Cadde ve Sokaklar - Aktif Mekânlar - Algısal Cadde ve Sokaklar Fiziksel Aktiviteye Uyumlu, - Arayüzler - Sokakların Kullanım Farklılıkları Çeşitlilik <ul style="list-style-type: none"> - İnsan Profili - Şenlik-Aktivite - Yerellik 	<ul style="list-style-type: none"> Tarihsel Gelişim Kimlik <ul style="list-style-type: none"> - Yakın Çevresi Kimlik ve Karakter Mekânları - Sivil Mimari - Hafıza Mekânları Kültür <ul style="list-style-type: none"> - Kültür Noktaları - İnanç Noktaları - Kamusal Sanat Ögeleri İmaj <ul style="list-style-type: none"> - Landmarklar - Anıt Eserler - Mimari Miras 	<ul style="list-style-type: none"> Memnuniyet <ul style="list-style-type: none"> - Yapı ve Mekânda İnsan Ölçeği - Geçirgenlik- Şeffaflık - Kapalılık-Açıklık - Korunan Göz Seviyesi - Su ile ilişkili Kentsel Donatı - Çit Bitki Kullanımı Koruma <ul style="list-style-type: none"> - Gece Aydınlatması - Görüş Koridoru - Gece Gündüz Aktif Mekân Kullanımı Konfor <ul style="list-style-type: none"> - Oturma Elemanı - Aydınlatma Donatısı - Cephe Elemanı - Ekoloji Duyarlılığı - Engelliler İçin Tasarım - Zemin Malzemeleri

Şekil 5. Arayüz ve Ara Mekân analizinde kullanılacak ölçüt ve göstergeler (Orijinal, 2020)

3. Bulgular ve Tartışma

3.1 Asmalımescit Mahallesi Konumu

Araştırma alanı olan Asmalımescit Mahallesi, İstanbul'un kompakt semti Taksim'in ortasında hücresel bir alandadır. Çevresinde merkezi ulaşım sirkülasyonu bulunan mahalle kendine özgü bir kimliğe sahiptir. Asmalımescit Mahallesi mevcut durumunda değerlendirildiğinde sokak, meydan, cadde yapıları ve bütünlüklerinin diğer mahallelere göre farklı olduğu görülmektedir. İstanbul'un ilk kamusal mekân yerleşimlerinden biri olan Asmalımescit' in bu yapısının, günümüzde de tercih edilmesinde önemli bir etkisi bulunmaktadır (Şekil 6).



Şekil 6. İstanbul Beyoğlu İlçesi Taksim Asmalımescit Mahallesi

3.2 Kamusallık

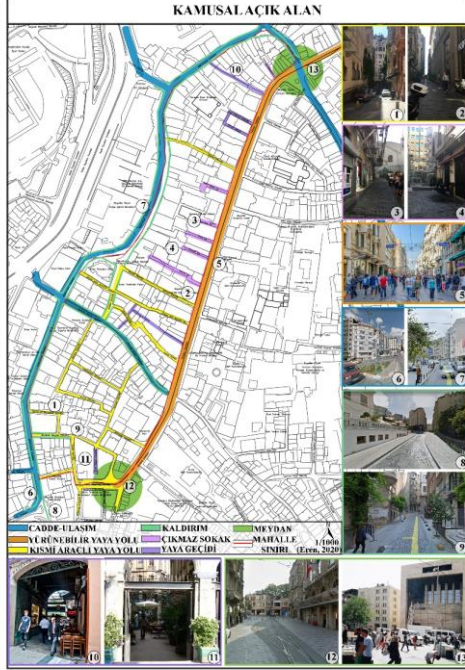
PPS yöntemi ve Jan Gehl' in kamusal alan çalışması üzerine geliştirdiği yöntemlerden faydalanarak oluşturulan değerlendirme modelinde Kamusal alan ölçütüne dair dört farklı unsur irdelenmiştir.

'Kamusal Açık Alanlar' ölçütünde, araştırma alanındaki cadde- ulaşım bağlantıları, yürünebilir yaya yolları, kısmi araçlı yaya yolu, kaldırım, çıkmaz sokak, yaya geçidi, meydan unsurları incelenmiştir. Asmalımescit Mahallesi, Galatasaray ve Tünel Meydanı gibi iki meydan arasında, İstiklal Caddesi ile Meşrutiyet Caddesi paralelinde yer alan, 15 sokak, 6 çıkmaz sokak, 5 adet geçit niteliğindeki kamusal açık alanı içermektedir. Tünel Meydanı kamusal alan niteliği bakımından büyük potansiyele sahip ve alanın en önemli ulaşım imgesidir. Galatasaray Meydanı ise Asmalımescit Mahallesi'nin bir geçiş noktası olarak görülmektedir, Tünel'den Galatasaray'a ve Galatasaray Meydanı'ndan Taksim Meydanı arasındaki iki farklı İstiklal Caddesi izlenebilir. Bölgenin kimliğinde özgün bir yer edinmiş olan pasajlar ve geçitler Gehl (2011)'in "Binalar Arasındaki Yaşam" olarak ifade ettiği ara mekânlara bir ithaf niteliğindedir. Canlı yaşam kütleleriyle önemli bir kamusal alan ögesi olan bu yerler Tünel Geçidi, Hazzopulo Pasajı, Suriye Pasajı, Nil Pasajı özelinde yorumlanabilir (Şekil 7).

'Kentsel Kamusal Mekânlar' ölçütünde, kamusal açık alan, kamusal yapılmekân, yarı kamusal alan, paylaşımlı özel mekân unsurları incelenmiştir. Gehl (2011; 2013), çalışmalarında özel ve kamusal mekân arasındaki yumuşak geçiş alanlarının insan etkileşimine fırsat vereceğini belirtir. W. Whyte (URL-1, 2018), bunu insanların kamusal mekânı kullanırken sosyal bağ kurarak yaşam niteliğinin artacağını ifade etmektedir. Asmalımescit Mahallesi'nde; geçitlerin aynı zamanda sosyal kullanım alanı olmaları, sokak arasındaki cephelerin kafe/restoranlar tarafından kullanılması, han avlusunu geçiş ve kullanım alanı olması, iç bahçelerin kullanımı, cadde ve mekân arasında kalan kaldırım kullanımları, hayal edilebilir köşeler, sokakların içerisindeki boşluk ve oyuklar, pasaj ve avluları, özel mekânların şeffaf ön cepheleri, sokağın bitkilerle çevrilmesi sonu ayrı mekân algısı oluşturması gibi alanlar ve kullanımlardaki farklılıklar yarı kamusal mekânların yoğunluğunu göstermektedir (Şekil 8).

'Oturma ve Dinlenmeye Uyumlu Arayüzler' ölçütünün göstergeleri olarak Jan Gehl' in ortaya koyduğu "Nerede oturulur, nerede konuşulur, nerede beklenilir" sorularına bulunan yanıtlar gösterge olarak kabul edilmiştir. Bir geçiş aksı olan veya geçiş alanlarına yakın konumdaki yarı kamusal mekânlar oturma ve dinlenme açısından en fazla tercih edilen noktalarlardır. Bu mekânların en önemli özelliklerinden birisi caddeyi görüyor ve sokağı seyretme olanaklarıdır (Şekil 9).

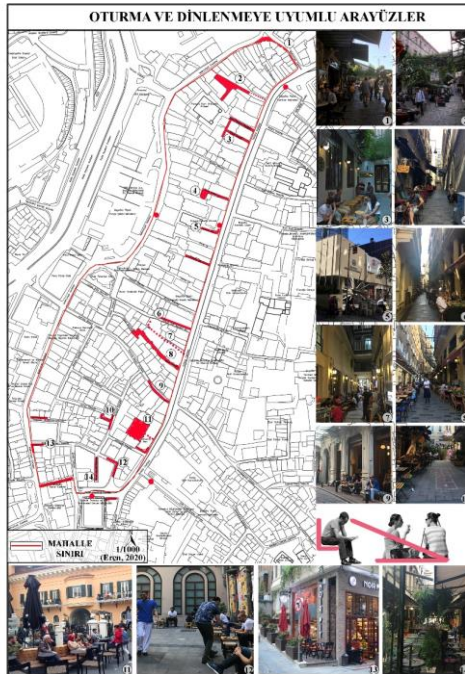
'Yürünebilir Yaya Yolu' değerlendirmesi için yapılan analize göre; yaya sürekliliğinin aktif olduğu alanda yayalaştırılmış cadde ve araç trafiğinin kısıtlı olmasının bir sonucudur. Meşrutiyet Caddesi'nde yaya sürekliliğinin devamlı olmasının sebebi kaldırım sürekliliğinin sağlanmasıdır. Kaldırım sürekliliğinin yetersiz olmasına rağmen yaya sürekliliğinin mahalle içerisinde devam ediyor oluşunun en önemli sebebi bu sokakların araç trafiğine kapalı veya kısmen kapalı oluşlarıdır (Şekil 10).



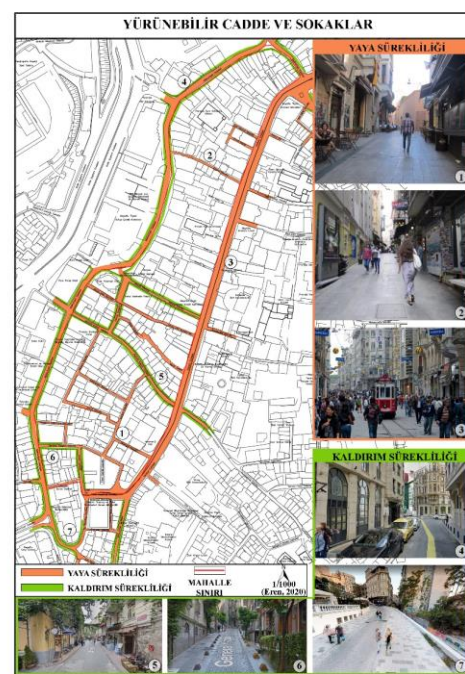
Şekil 7. Kentsel açık alanlar



Şekil 8. Kentsel kamusal mekânlar



Şekil 9. Oturmaya elverişli arayüzler



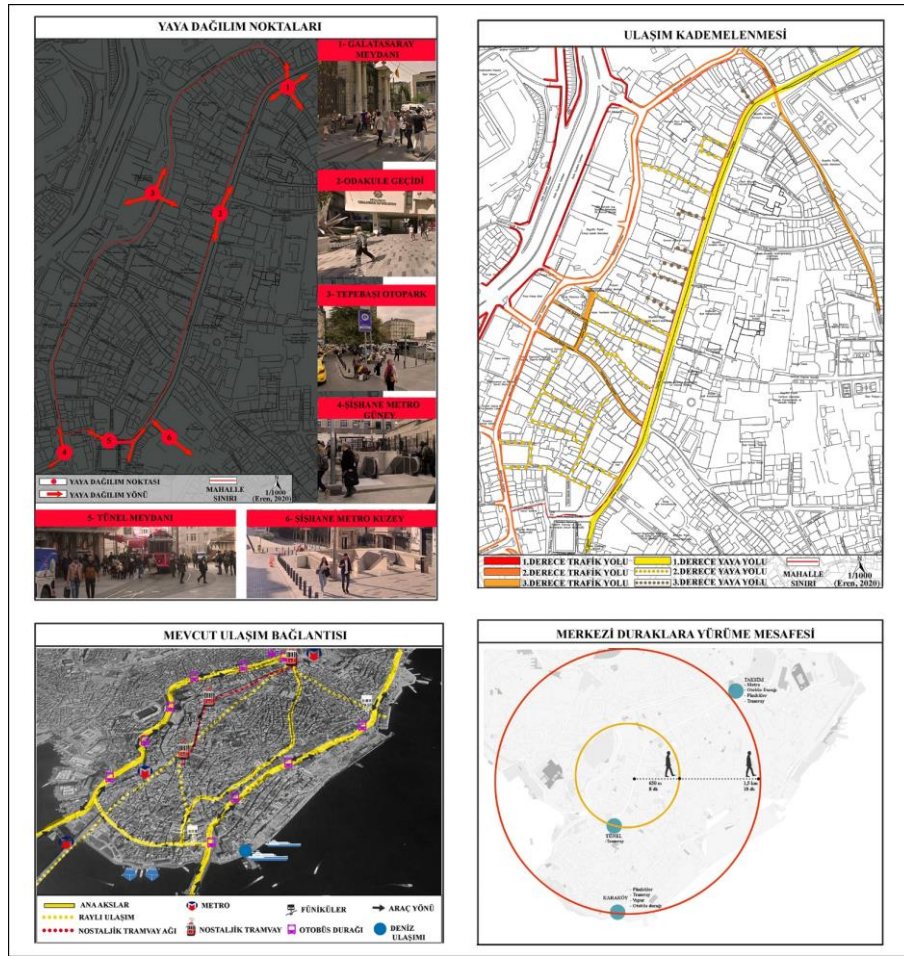
Şekil 10. Yürünebilir cadde ve sokaklar

3.3 Yoğunluk

Kentsel kamusal mekânın yoğunluğu; erişilebilir olması, mekânların kullanımlarındaki karma işlevlik, kullanıcı profili, tekil çoğul kullanıma uygun olması ve kentsel mekânı kullanım çeşitliliğine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Yoğunluk ölçütüne dair 3 farklı unsur irdelenmiştir. Erişilebilirlik, Kullanım, Çeşitlilik.

'Erişilebilirlik' unsurunun göstergeleri olarak, ulaşım kademelenmesi, mevcut ulaşım bağlantıları, merkezi duraklara yaya ulaşım mesafe/süresi, yaya dağılım noktaları, okunabilirlik ölçütleri incelenmiştir. Kamusal mekânın erişilebilir olması, o mekânın yaya aktivitesini güçlendirici, rastlantısal deneyimlere açık, iletişim ve bağlantı noktalarının arttığı canlı ve yaşayan sokaklara işaret eder. Bu işaret ise kamusal ara mekânların analizine dair bir yönlendirici görevi görür. Yaya dağılım analizi araştırma alanı içerisindeki mekânlara erişim için bir çıkış noktası olarak kabul edilir. Bir kentsel alanın dağılım yönünün ve noktasının sayıca çeşitli olması ve o noktalara erişimi kolaylaştırarak kentsel alanlardaki yoğunluğuna da katkı sağlamaktadır (Şekil 11).

Araştırma alanında aktif yaya yolu, aktif mekânlar, algısal cadde ve sokaklar, fiziksel aktiviteye uyumlu arayüzler ile sokak hayatı ve akşam kullanımları incelenmiştir.



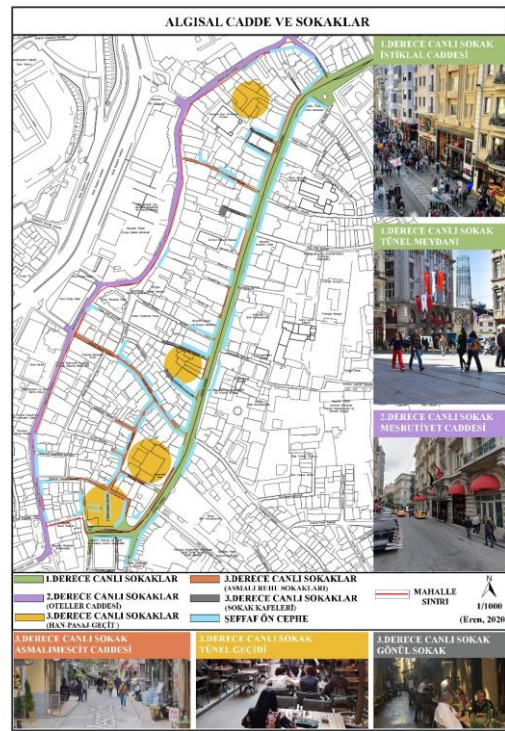
Şekil 11. Alanın mevcut erişilebilirlik durumu

Yapılan analizlere göre, aktif mekânlar alanda kesintiye uğramadan devam etmektedir. Canlı, aktif, yaşayan sokaklara sahip etkileşimin yoğun olduğu, tekil ve çoğul kullanımlara izin veren farklı işlevlerde mekânların varlığı bölgenin kamusal mekân kalitesini etkileyen önemli birer faktör konumundadırlar (Şekil 12). Bireylerin kentsel mekânı deneyimlerken gösterdikleri tepkiler o mekâna dair bellekte birikmiş imajlar ile geçmiş deneyimleri bir araya getirerek 'yer' in fiziksel özellikleri ile o anda sundukları üzerinden birleşip biçimlenerek mekânın algısal niteliğini oluşturur (Uluengin, 2011). Beyoğlu Taksim Asmalımesit Mahallesi'nde yapılan Algısal Cadde ve Sokaklar analizinde Aydemir (2018) çalışmasından yararlanılmıştır. Analizlerden elde edilen

bulgulara göre, şeffaf ön cephenin varlığı ile sokak kullanım deneyimleri artmış ve bu kullanımlar sokaklar üzerinde farklı algılar oluşturmuştur. Algısal cadde ve sokaklarda kullanılan şeffaf ön cephe, mekânı daha iyi tanımlayarak görsel estetik kazandırmakta, bu estetik görsellikle beraber mekân kimliğini de güçlendirmektedir. Bundan dolayı görsel ilgi oluşturan şeffaf ön cephe insanları bu mekânlara çekerek kullanım yoğunluğunu arttırmaktadır (Şekil 13). Analizlerden elde edilen bulgulara göre Asmalımescit Mahallesi fiziksel aktiviteye uyumlu arayüzlere imkân sağlayan oyun alanı, rekreasyon alanına sahip değildir. Mahallede yaşayan kullanıcılar bu ihtiyaçlarını yakın çevresindeki rekreasyon alanları ile gidermeye çalışmaktadır. 'Çeşitlilik' unsurunun göstergeleri olarak alandaki insan profili, yerelliği, şenlikli olma durumları irdelenmiştir. Buna göre, Beyoğlu Asmalımescit Mahallesi kozmopolit bir insan profiline sahiptir. Farklı dil, din, mezhep, ırk, kültür ve statülerden insanların ilgi gösterdiği Asmalımescit' in olduğu kadar kentin de sosyal ve ticari omurgasını oluşturan, kahve dükkanı, birahane, pastane, vintage giyim mağazası, sanat galerisi, sahaf, resim atölyesi, tablo ve çerçeve dükkanları bölgenin yerel işletmeleridir.



Şekil 12. Aktif mekânlar

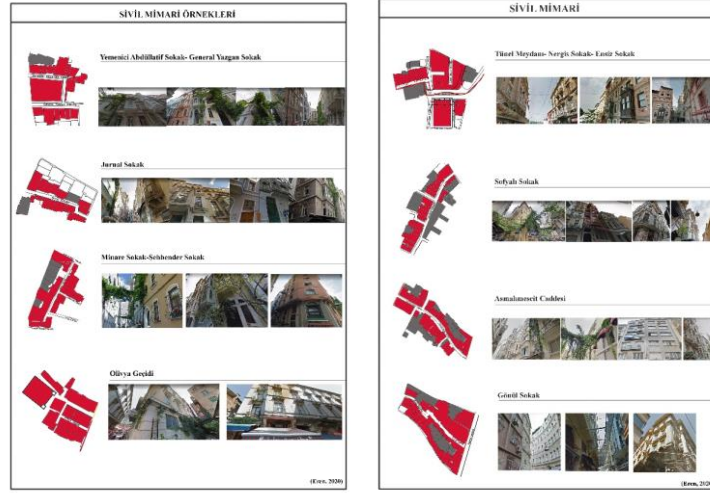


Şekil 13. Algısal cadde ve sokaklar

3.4 Bağ

PPS yöntemi ve Jan Gehl' in kamusal alan çalışması üzerine geliştirdiği yöntemlerden faydalanarak oluşturulan değerlendirme modelinde Bağ ölçütüne dair 4 farklı unsur irdelenmiştir. Buna göre tarihsel gelişim ölçütü için Asmalımescit ve Taksim çevresinde yaşanan kentsel alanların sosyal hayatı etkileyen kırılma noktaları incelenmiştir. Kimlik unsurunda; yakın çevresi kimlik ve karakter analizi, sivil mimari ve hafıza mekânları gösterge olarak irdelenmiştir. Jan Gehl' in çalışmalarında yaşanabilir kamusal alanı ve kentlerini belirtirken sosyal ve kültürel etkinliklerin yoğun olduğu bileşeninden bahsetmektedir (Nazifoğlu & Biner, 2019). Asmalımescit Mahallesi kendi içerisinde özellikli sokak dokusu, sivil mimarisi ve kültürel peyzajı dikkate değer bir karaktere sahiptir. Bu sokağın kültürel peyzajı kişileri alana çekmektedir (Şekil 14). Kültür unsurunda; kültür noktaları, inanç noktaları ve kamusal sanat öğeleri gösterge olarak irdelenmiştir (Şekil 15). Araştırmada imaj unsurunda; landmarklar, anıt eserler ve mimari miras verileri gösterge olarak değerlendirilmiştir. Odağın seri halde olduğu araştırma alanında dönüş yapılan her noktada kararı etkileyen bir faktör ve verilen kararı doğrulayan bir işaret ögesi olarak yer alır (Lynch, 2019). Tarihsel alan bileşeni olarak mimari mirasın varlığı ile yerlin canlılığı ve kamusalılığı arasında doğru bir orantı bulunmaktadır. İnsanların ilgi duyduğu alanlar aynı zamanda mimari doku olarak tanımlayıcı öğelerin olduğu sokak/caddelerde fazlalık göstermektedir. Ayrıca kamusal mekânın sürdürülebilir mimari mirası, mekân ile insan arasındaki bağın güçlenmesi için oldukça önemlidir (Şekil 16).

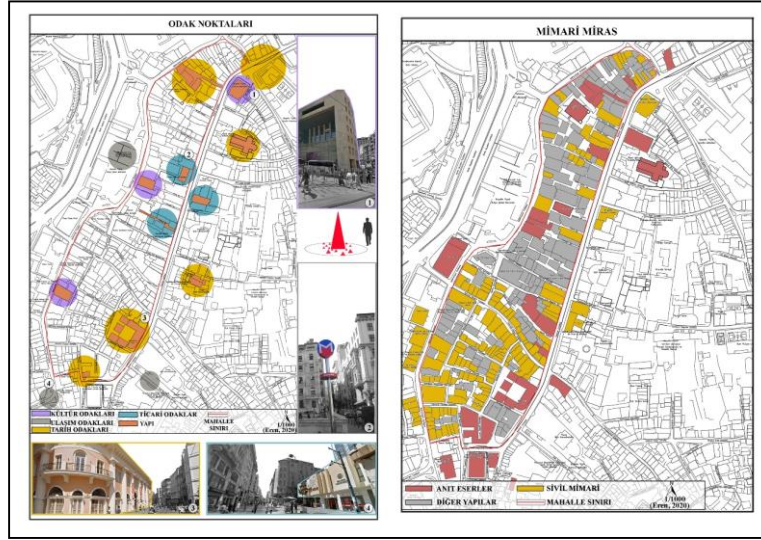
Araştırma alanında yer alan birçok farklı kimlik yapısındaki mekân Asmalımescit Mahallesi'nin karma bir arazi kullanım yapısına sahip olduğunu göstermektedir (Şekil 17).



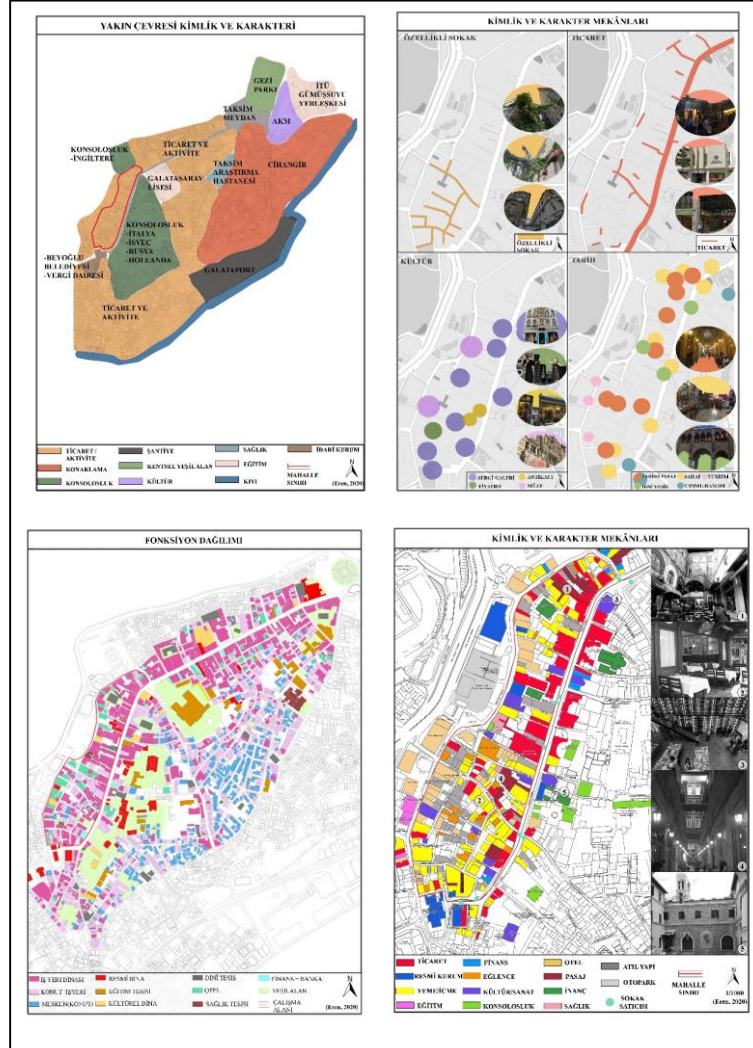
Şekil 14. Asmalımescit Mahallesi'nde sivil mimari örnekleri



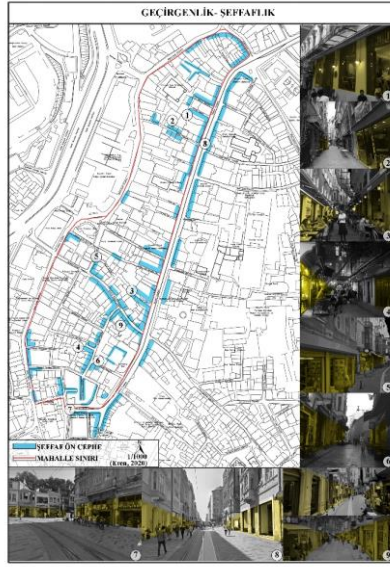
Şekil 15. Asmalımescit Mahallesi'nin kültürel yapısı



Şekil 16. Asmalımescit Mahallesi'nin mimari dokusu ve odak noktaları



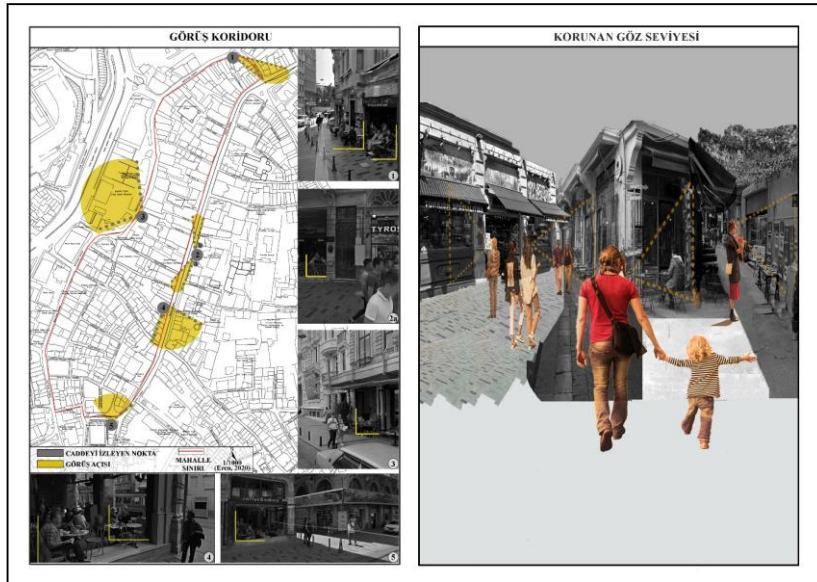
Şekil 17. Asmalımescit Mahallesi ve çevresi kimlik, karakter mekânları



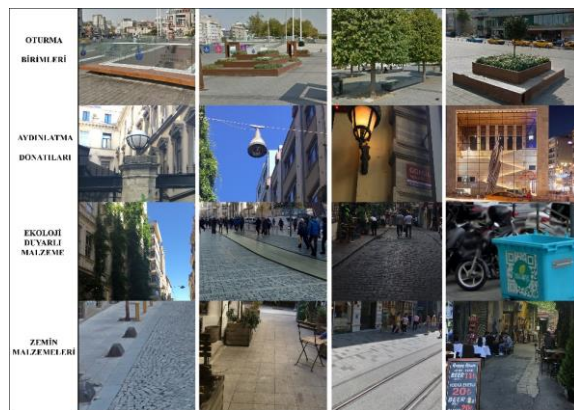
Şekil 19. Şeffaf ön cephe



Şekil 20. Çit olarak bitki kullanılan yerler



Şekil 21. Asmalımesit Mahallesi'nde görüş koridoru sağlayan noktalar ve korunan göz seviyesi



Şekil 22. Asmalımesit Mahallesi'nde fiziksel konfor sağlayan kentsel donatı elemanları



Şekil 23. Asmalımesit Mahallesi'ndeki olumlu- olumsuz etki uyandıran cephe elemanları



Şekil 24. Sofyalı Sokak-Asmalımesit Caddesi ve Tünel Meydanı'nda kapalılık- açıklık etkisi

4. Sonuç ve Öneriler

Arayüz ve ara mekân kalitesinin ölçütlerle irdelendiği bu araştırma ile kent ve mahallenin yenilenmesi, farklı insanların nitelikli işlevler veya doğal süreçlerle bir araya gelmesi, aktif kamusal alanların geliştirilmesi, potansiyel kamusal mekânların arayüz ve ara mekânlar üzerinden açığa çıkarılması, arayüz ve ara mekânların ilgi çekici kent hayatına dair yerler haline gelmesi, sürdürülebilir kamusal alanların sağlanması, halk sağlığını geliştirmek, kültürel peyzajın ve belleğin korunması, büyüyen kent içerisinde yaşam vahaları yaratmak, yaya öncelikli kentsel tasarımı teşvik etmek, daha iyi bir yaşam kalitesi sunmak, kent ve kırsal ekonominin birbirine bağlanması gibi kente olumlu katkılar sunulması hedeflenmiştir. Analizler sonucunda haritalar karşılaştırılarak, ara mekân ve arayüzlerin kalite ölçütleri saptanmıştır. Haritalar sonucu her sokağın Kamusalılık, Yoğunluk, Bağ ve Algı unsurları altında yeterlilikleri grafik tabloya aktarılmıştır. Yeterli (+), yetersiz (-), öneri ile geliştirilebilir (/) olarak ifade edilmiştir (Şekil 25).

- Asmalımesit Mahallesi, kentsel kimliğini henüz tamamen kaybetmemiş dokusuyla kamusal açık alan rollerini üstlenen bir yapıdadır. Ancak, Jurnal Sokak, Şehbender Sokak ve Minare Sokak taşıdıkları potansiyellere rağmen kentlinin uzaklaştığı ve kamusal açık alan aktivitelerinin azaldığı sokaklardır. Gönül sokak sonrası ise kentsel dokuda kopuşlar yaşanmış ve çıkmaz sokaklarla birlikte bölünmeye uğramıştır.
- Tünel Meydanı'nda yaya sürekliliği yoğun bir şekilde devam ederken, araçların park etmesi sebebiyle yayalar için bu meydanın engel teşkil ettiği gözlemlenmiştir.
- Asmalımesit Mahallesi'nde kamusal açık alana ait tasarlanmış, konforlu, oturma ve dinlenme amaçlı kullanılabilecek arayüz bulunmamaktadır. Paylaşımlı özel mekânların arayüzlerinde bu ihtiyaç giderilmektedir.
- Kentli olarak yaya ve toplu ulaşım oldukça elverişli olan alanda bisiklet erişimi için bisiklet yolu bulunmamaktadır.
- Aktif mekânların sürekliliği kamusal mekân kalitesini olumlu etkileyen bir faktördür. Çıkmaz sokaklar yaya sürekliliğine imkân tanımadığı için de mekânsal olarak zayıf kalmışlardır.

- Görsel ilgi oluşturan şeffaf ön cepheler insanları bu mekânlara çekerek kullanım yoğunluğunu arttırmaktadır. Olumsuz cepheler ise tarihi doku üzerinde tahribatlar yaratarak görünmez hale getirmişlerdir

	KAMUSALLIK	YOĞUNLUK	BAĞ	ALGI	KALİTE ORANI	POTANSİYEL ÖNERİ ALANLARI
İstiklal Cad.	+	+	+	+	%100	x
Meşrutiyet Cad.	+	+	+	+	%100	x
Asmalımescit Cad.	+	+	+	+	%100	
Gs Meydanı	+	+	+	+	%100	
Tünel Meydanı	+	+	+	+	%100	x
Nergis Sk.	-	-	+	+	%50	x
Ensiz Sk.	-	+	-	-	%25	x
G. Yazgan Sk.	+	+	-	+	%75	x
Y. Abdullatif Sk.	-	-	+	+	%50	x
Sofyalı Sk.	+	+	+	-	%75	
Müeyyet Sk.	/	+	+	-	%62,5	
Jurnal Sk.	/	-	-	-	%12,5	x
Şehbender Sk.	-	-	-	-	%0	x
Minare Sk.	-	-	-	-	%0	x
Oteller Sk.	/	-	-	-	%12,5	
Gönlü Sk.	/	+	+	/	%75	x
O.Adli Apaydın Sk.	-	-	+	-	%25	
Balyoz Sk.	-	-	-	-	%0	x
Kallavi Sk.	/	+	/	-	%50	
Olıvya Geçidi Sk.	+	+	+	+	%100	
Emir Nevruz Sk.	+	+	+	/	%87,5	x
Terkoz Çıkmaşı	/	-	-	-	%15	x
Korsan Çıkmaşı	-	-	-	-	%0	x
Deva Çıkmaşı	-	-	-	-	%0	x
Perukar Çıkmaşı	-	+	+	+	%75	x
Saka Salim Çıkmaşı	/	/	+	-	%50	
Tütlü Çıkmaşı	-	-	-	-	%0	

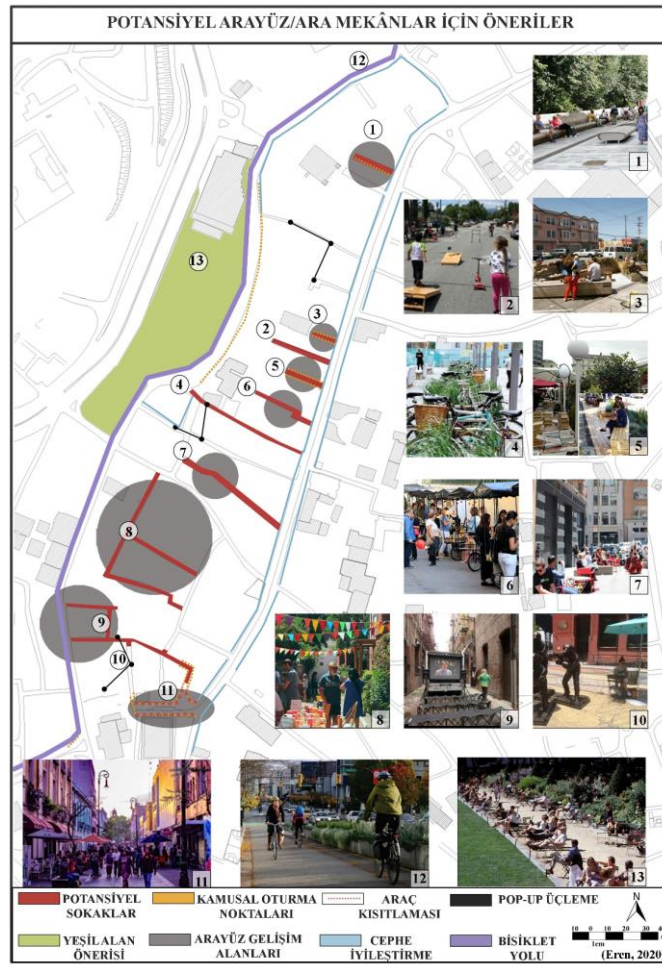
Şekil 25. Asmalımescit Mahallesi'nin arayüz ve ara mekân kalitesi

- Analizlerden elde edilen bulgulara göre Asmalımescit' de fiziksel aktiviteyi destekleyen rekreasyon alanı eksikliği görülmektedir.
- Asmalımescit Mahallesi kendi içerisinde özellikli sokak dokusu oldukça dikkate değer bir karaktere sahiptir. Alanda yer alan birçok farklı kimlik yapısındaki mekân Asmalımescit Mahallesi'nin karma bir arazi kullanım yapısına sahip olduğunu göstermektedir. Yaşanabilir bir kamusal mekânın önemli kriterlerinden olan karma kullanımlı arazi yapısı ve çeşitliliği araştırma alanının da bir artı yönü olarak değerlendirilmiştir.
- Beyoğlu'nun kent ve insan arasındaki belleğini kalıcı hale getirmeyi amaçlayan Mekânda Adalet Derneği Beyoğlu Haritası çalışması başlatmıştır. 'Beyoğlu Yıkılmadım Ayaktayım: Beyoğlu Haritası bugün var olan veya olmayan mekânların hafızalarda yer alan hikayelerini harita üzerinde kodlamaktadır.
- Araştırma alanı olan Asmalımescit Mahallesi olumlu yönlerinden birisi, mimari zenginliği ve tarihsel öğelerinin olmasıyla kültürel akşların odağında bulunan mahalle, birçok kültürel olanağa sahiptir.
- Farklı inanç, din ve mezhebe sahip inanç noktaları halen Beyoğlu kültüründe ve turizm odağında önemli faktörlerdir.
- İstiklal Caddesi'nde yer alan kamusal sanat öğelerinin korunmasında ve künye bilgilerinde eksiklikler saptanmıştır.
- Anıt eserler, Beyoğlu ve Asmalımescit için tanımlayıcı bir özelliktedir.
- Asmalımescit Mahallesinde General Yazgan Sokak, Yemenici Abdullatif Sokak, Sofyalı Sokak, Asmalımescit Caddesi, Jurnal Sokak, Şehbender Sokak ağırlıklı olarak mimari mirası koruyan devam ettiren sokaklardır. Orhan Adli Apaydın, Balyoz, Terkoz, Korsan, Deva ve Perukar sokak gibi kamusal bağların zayıf olduğu sokaklar mimari miras açısından da en az ögeye sahip yerlerdir. Tarihsel alan bileşeni olarak mimari mirasın varlığı ile yerin canlılığı ve kamusalılığı arasında doğru bir orantı bulunmaktadır.
- Araştırma alanında engelli erişimine uygun tasarım ögesi bulunmamaktadır.
- Fiziksel konfor sağlama açısından oturma birimleri bakımından Asmalımescit Mahallesi büyük eksiklik yaşamaktadır. Kamusal alana ait oturma birimleri yalnızca Taksim Meydanı'nda yer almaktadır.
- Birbiri ile kesişen birçok ara sokaktan oluşan araştırma alanı akşam saatlerinde güven problemlerine yol açmaktadır. Potansiyel arayüz/ara mekânlara önerilerde bulunulmuş ve mekânsal olarak sonuç haritasında tanımlanmıştır (Şekil 26).

Öneri haritasına göre:

- Tünel Meydanı ve Asmalımescit Caddesi'ne araç kısıtlaması getirilip, yapı sokak arasında arayüzler oluşturulabilir, kamusal oturma elemanları eklenebilir.

- İstiklal Caddesi başta olmak üzere olumsuz cephe elemanları iyileştirilerek, tarihi kent kimliğinin önüne geçmeyen tek tip biçim ve ölçütlerde tabela/levha kullanılabilir.
- Gönül Sokak mahalle kimliğinin devamı için potansiyel ara mekân olarak değerlendirilebilir. Çıkma sokakları cadde-sokak etkileşiminden kopmadan yarı kamusal mekânlar olarak veya kamusal açık alanlar olarak tekrar düşünüldüğünde potansiyel alanlar olarak yorumlanabilir. Balyoz Sokak bisiklet parking alanı, Korsan Çıkma sahaf, pul, plak pazarı gibi yerel Pazarlar, Deva çıkma çocuklar için yaratıcı oyun alanı, Perukar Çıkma caddeyi gören, izleyen oturma elemanları ile işlevsel ara mekânlar haline getirilebilir. Terkoz Çıkma ise tezgâh, tente, tabelalar düzenlenerek çekici hale getirilebilir.
- Meşrutiyet Caddesi'nde bisiklet yolu tasarlanabilir. 1977 yılına kadar millet bahçesi olarak kullanılan ancak şu an katlı otoparkın yer aldığı Tepebaşı Otoparkı tekrar kentliye yeşil alan olarak kazandırılıp bölgenin açık yeşil alan ve rekreasyon alanı ihtiyacını gidermek üzere kullanılabilir (URL-2, 2020).
- Jurnal, Şehbender ve Minare Sokak, sürdürülebilir iyi tasarlanmış bir festival ile ilgi çekici hale getirilebilir. General Yazgan Sokak ve Yemenici Abdülatif Sokak kentsel dokusunu korurken farkındalık yaratan etkinliklere ev sahipliği yapabilir.
- İhtiyaca yönelik kamusal oturma birimleri Meşrutiyet Caddesi, Emir Nevruz Sokak, Deva Çıkma, Tünel Meydanı gibi kentsel alanla iç içe ancak sirkülasyona engel olmayan farklı noktalara yerleştirilebilir.
- İnsan akışının yoğun olduğu kentsel alan ve arayüzler için bu sorun giderilerek engelli erişimine açık hale getirilebilir.
- Kentsel mekânı harekete geçiren üçleme ile kamuya açık alanlarda birbiriyle ilişkili üç farklı elemanı kullanarak insan etkileşimini artıran doğal süreçlere zemin hazırlanabilir (URL-3, 2019).



Şekil 26. Asmalımescit Mahallesi'nin potansiyel arayüz ve ara mekânlarına yönelik öneri haritası

Sonuç olarak; Asmalımescit Örneğinde incelendiği gibi, yaşanabilir ve sürdürülebilir kentlerin gelişimi, kentsel yaşam kalitesinin artması, halk sağlığını geliştirmek, kültürel peyzajın ve belleğin korunması için arayüz/ ara mekân çalışmaları büyük önem göstermektedir. Arayüz/ ara mekân hakkında yapılan araştırma ve tez çalışmalarının yerel yönetimler tarafından dikkate alınarak uygulanması kentsel planlama ve çevre düzeninin olumlu bir şekilde gelişimini sağlayacaktır.

Açıklama

Bu araştırma, Prof. Dr. Tülay Cengiz Taşlı danışmanlığında, Berivan Eren tarafından hazırlanan, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalında yürütülen, “Kentsel Kamusal Mekânda Arayüz/Ara Mekân Kavramı İstanbul Taksim Asmalımescit Mahallesi Örneğinde İrdelenmesi” adlı yüksek lisans tezi kapsamında yapılmıştır.

Kaynaklar

1. **Akpınar A. (2013).** Kentsel Açık Alanlar: Başarılı Bir Kentsel Açık Alan İçin Gerekli Olan Kriterler Nelerdir, Peyzaj Mimarlığı 5.Kongresi, 14-17 Kasım 2013, Adana.
2. **Alpak E.M., Düzenli T. & Mumcu S. (2018).** Açık Mekân Nişleri. Social Sciences Studies Journal, 4(18): 1845-185.
3. **Arslan S. (2016).** Kentsel Arayüz oluşumunda Hukuki Yönlerin Rollerinin Anlaşılması, Ortadoğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şehir Bölge Planlama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
4. **Aydemir K.P.K. (2018).** Yavaş Kent Hareketi Üzerinden Yaşanabilir Aramekân/Arayüz Geliştirmede Bir Model Önerisi: İstanbul/Beşiktaş-Sinanpaşa Mahallesi Örneği, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Bartın.
5. **Bala H.A. (2006).** Mimarlık-Şehircilik, Bine-Kent, İç-Dış, Özel-Kamusal Arasında Kentsel Arayüzler. Yapı Dergisi. http://www.yapi.com.tr/haberler/mimarlik---sehircilik-bina---kent-ic---dis-ozel---kamusal-arasinda-kentsel-arayuzler_61114.html (Erişim Tarihi: 04.12.2019).
6. **Bayfidan D. (2018).** 19.Yüzyıl Beyoğlu Çeşmeleri, Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sanat Tarihi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Denizli.
7. **Çelikyay H.S. & Karayılmazlar A.S. (2018).** Kentlerde Kamusal Alanların Tasarımı ve Önemi. Bartın Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 9(17): 83- 90.
8. **Çelikyay H.S. (2019).** İç Mekân Dış Mekân İlişkisi Bağlamında Mimarlık ve Peyzaj Tasarımı. Mimarlıkta Peyzaj Tasarımı.
9. **Dirik İ.E. (2009).** Arakesitler Üzerinden Sınır ve Arayüz Kavramlarının Kentsel ve Mimari Ögelerle İrdelenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
10. **Dündar Z. (2015).** Kentin Eşiklerinde Beliren Bir İmkan Olarak Karşılaşma Mekânı, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
11. **Erdönmez M.E. & Akı A. (2005).** Açık Kamusal Kent Mekânlarının Toplum İlişkilerindeki Etkileri. Megaron Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi e-Dergisi, 1(1): 67- 87.
12. **Gehl J. & Svarre B. (2013).** How to Study Public Life. Island Press, 193 s.
13. **Gehl J. (2011).** Life Between Buildings. Island Press, 211 s.
14. **George A. (2019).** Reclaiming Back The Spaces That Belong To All Of Us: Placemaking In The Urban Context. <https://worldarchitecture.org/architecture-news/ecgnz/reclaiming-back-the-spaces-that-belong-to-all-of-us-placemaking-in-the-urban-context.html> (Erişim Tarihi: 06.08.2019).
15. **İnan Z. (2008).** Kentsel Açık Alanların Kullanıcı Gereksinimlerine Göre Tasarımı. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 9(1-2): 12-23.
16. **Kahya G. (2011).** Mekân-Zamansal Kentsel Asamblajlar-Kentin Yeniden Tanımlanan Ortak Mekânlar, Mekân ve Kültür, Tetragon İletişim Yayınevi, s:190-198.
17. **Karabacak G. (2015).** İnsan-Kent İlişkisinde Bir Arayüz Olarak Mimarlıkta Kamusal Mekân, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
18. **Karakuş F. (2019).** İstanbul'daki Osmanlı Dönemi Tarihi Su Sistemleri'nin İncelenmesi. Türk Hidrolik Dergisi, 3 (1):14-30.

19. **Köprülü M.** (2018). Kentsel Dinamiklerin Sosyal Kentsel Veri Aracılığı ile Temsili ve Kentsel Tasarıma Yönelik Bir Arayüz Önerisi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilişim Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
20. **Kürkçüoğlu E.** (2016). Etkileşim Arayüzü Olarak Meydanlar ve Yönetimi. Meydanlarda Tasarım, Yönetim ve Organizasyon Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 19 Ekim 2016, İstanbul, s:165-176.
21. **Lynch K.** (2019). Kent İmgesi, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, 215 s.
22. **Masters J.** (2012). Environmental Design Research and the Design of Urban Open Space: A Study of Current Practice in Landscape Architecture. University of Massachusetts – Amherst Department of Landscape Architecture and Regional Planning, Masters Theses 1896-February 2014. Paper 928. <http://scholarworks.umass.edu/theses/928>
23. **Nazifoğlu B. & Birer E.** (2019). Yürünebilirlik Deneyiminin Alanya Üzerinden Okunması. Uluslararası Hakemli Tasarım ve Mimarlık Dergisi.
24. **Özbilen A.** (2012). Kamusal Alanların Oluşturduğu Arayüzlerin, Fiziksel ve Kavramsal Niteliklerine Göre Berlin-Alexanderplatz Örneğinde İrdelenmesi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
25. **Özsel S.B.** (2009). Bina- Kentsel Mekân Arayüz Özelliklerinin Kentsel Yaya Mekânlarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kentsel Tasarım Programı. İstanbul, 91 s.
26. **Pektaş C.** (2019). Hem Bir Vaad, Hem Bir Buhran: İstanbul'da Kentsel Eşikler Aramak, İstanbul Bilgi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Tarihi, Teorisi ve Eleştirisi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
27. **PPS** (2015). What Makes a Successful Place. Project for Public Space. <https://www.pps.org/article/grplacefeat>. Erişim Tarihi (07.12.2019).
28. **Sanrı N.** (2015). Mimari Paralaks Yorumuyla Mekân Kavramı, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 131 s.
29. **Şevik E. & Çalışkan O.** (2018). Heterotopyanın Alansallığı: Heterotopolojinin Temel Mekânsal Koşulu Olarak Kentsel Eşikler. Değişen Kent, Mekân ve Biçim, Türkiye Kentsel Morfoloji Araştırma Ağı II. Kentsel Morfoloji Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 31 Ekim-22 Kasım 2018, İstanbul, s:889-909.
30. **Topönder H.S.** (2015). Bir İletişim Arayüzü Olarak Kent: İz Bırakma ve Haritalama, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
31. **Uluengin Ö.** (2011). Tüm Öteki'lerin Kenti. İdealkent Dergisi. Sayı 3: 130-141.
32. **URL-1** (2018). <https://www.pps.org/article/what-is-placemaking/>, Erişim Tarihi: 07.12.2019
33. **URL-2** (2020). https://tiyatromuzesi.org/drupal/tepebasi_dram_tiyatrosu.html /, Erişim Tarihi: 12.01.2020
34. **URL-3** (2019). <https://www.pps.org/article/11steps/>, Erişim Tarihi: 24.11.2019

BAKIRKÖY-YENİKAPI BİSİKLET YOLUNUN İNCELENMESİ

Yavuz Özdemir¹, Şahika Özdemir^{1*}, Salih Özalın²

¹ İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, 34303, İSTANBUL

² İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, YL Öğrencisi, 34303, İSTANBUL

Öz

Günümüzün en büyük sorunlarından olan trafik sorununa çözüm olarak bisiklet kullanımının artırılması istenmektedir. Bisiklet yollarının daha ulaşılabilir ve güvenli olması için ülkemizde ve dünyada birçok bisiklet yolu uygulamaları yapılmaktadır. Ülkemizde bisiklet kullanımı büyük kentlerde çok yaygın olmamasına karşın orta ve küçük ölçekli kentlerde daha yaygındır. Bunun sebebi olarak güvenlik gösterilebilir. Bisiklet yollarının güvenliği kadar bu yolların bisiklet sürücüsüne sağladığı konfor seviyesi de oldukça önemlidir. İstanbul gibi büyük bir şehirde bisiklet kullanmak için bisiklet yollarına ihtiyaç vardır. Her bisiklet yolunun sahip olması gereken özellikler vardır. Bisiklet yolları tasarlanırken uyulması gereken bu kuralların doğru uygulanması ve muhafaza edilmesi oldukça önemlidir.

Bu çalışmada Bakırköy-Yenikapı arasında bulunan bisiklet yolu güzergahı incelenmiştir. Çalışma içerisinde literatür taraması yapılmıştır. Yapılan literatür taraması ile bisiklet yollarının tasarımı hakkında yönetmelik ve standartlar göz önüne alınarak bilgi edinilmiştir. Bunun sonucunda bisiklet yolunun tasarım kriterleri yönetmelikteki standartlara göre belirlenmiştir. Ayrıca bisiklet kullanıcılarının, güzergah seçiminde hangi parametrelere dikkat ettiği belirlenmiştir. İncelemeler standartlar ve yönetmelik baz alınarak yapılmıştır. Güzergah boyunca yapılan incelemeler, fotoğraflar ile çalışma içerisinde gösterilmiştir. Fotoğraf ile detaylandırılan araştırma değerlendirilmiştir. Bisiklet kullanımına etki eden unsurlara ilişkin çözüm ve öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bisiklet yolu, ulaşım, kentsel tasarım.

INVESTIGATION OF BAKIRKOY-YENIKAPI BICYCLE ROAD

Extended Abstract

With the industrial revolution and the continuation of the production of motor vehicles in the historical process, motor vehicles became a part of daily life. This rapid change in transportation has increased the social and economic mobility in the cities and caused the city population to increase and increase rapidly. As cities continue to grow rapidly with the population, the journey in cities has increased their distance and duration. These developments in transportation have helped populate cities with more than millions. Therefore, the demand for transportation has increased in high-population cities. The high number of demands in urban transportation and mobility in transportation paved the way for intensive vehicle traffic. Traffic obstructions in the city affect daily life badly. Solutions were tried to be produced for transportation problems. Every solution brought was slow and subsequently resulted in increased demand.

Transportation problems caused by fast and unplanned urbanization negatively affect the quality of life in cities. The bicycle, which is actively used in various countries of the world, is considered as a means of transportation on its own. Unfortunately, the use of bicycles could not be integrated into urban transport, since the importance of cycling in our country is not given sufficient importance and the required infrastructure is not created. Especially in our big cities, transportation planning based on motor vehicles has limited the transportation of pedestrians and bicycles and it has become impossible to reach from one point to another by pedestrian or bicycle in big cities. However, bicycle, which is a comfortable and convenient means of transportation for short trips, is the vehicle that should be preferred in terms of environment, health and traffic. Bicycle is one of the most environmentally friendly

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author):

Şahika Özdemir (Dr.); İstanbul Sabahattin Zaim University, Graduate Education Institute, Department of Architecture, 34303, İstanbul-Turkey.

Geliş (Received) : 05.05.2020

Kabul (Accepted) : 28.07.2020

Basım (Published) : 31.07.2020

modes of transportation. Compared to motor vehicles, bicycle-based manpower is a means of transportation that does not contain any material that can cause noise and air pollution. Preferring to use bicycles in business, school, or shopping trips in daily life provides important benefits not only for the environment but also for human health. The use of bicycles, which allows people to do physical activity, causes problems such as cardiovascular diseases and obesity to decrease. Considering all these, the importance and necessity of bicycle transportation are clearly seen.

It is desired to increase the use of bicycles as a solution to the traffic problem, which is one of the biggest problems of today. To make the bicycle roads more accessible and safe, many bicycle road applications are made in our country and the world. Although the use of bicycles in our country is not very common in large cities, it is more common in medium and small-scale cities. Security can be shown as the reason for this. As well as the safety of the bicycle roads, the level of comfort these roads provide to the rider is also very important. Bicycle routes are needed to use bicycles in a big city like Istanbul. Every bike path has features that it should have. It is very important to apply and maintain these rules, which must be followed when designing bicycle paths.

In this study, the cycle path route between Bakırköy and Yenikapı has been investigated. A literature review was conducted in the study. With the literature review, information was obtained about the design of bicycle paths by considering the regulations and standards. As a result, the design criteria of the cycle path were determined according to the standards in the regulation. Also, it has been determined which parameters the bicycle users pay attention to in choosing the route. The examinations were based on standards and regulations. The inspections made along the route are shown in the study with photos. The research detailed with photographs was evaluated. Solutions and suggestions regarding the factors affecting the use of bicycles are presented.

Keywords: Bike path, transportation, urban design.

1. Giriş

Tarihsel süreçte sanayi devrimi ve devamın motorlu taşıtların üretilmesiyle birlikte motorlu taşıtların gündelik hayatın bir parçası olmuştur. Ulaşımındaki bu hızlı değişim kentlerdeki sosyal ve ekonomik hareketliliği arttırmış ve kent nüfusunun yoğunlaşmasına ve hızla artmasına sebep olmuştur. Kentlerin nüfusla beraber hızla büyümesi devamında kentlerdeki yolculuk mesafe ve sürelerinin artmasına yol açmıştır. Ulaşımındaki bu gelişmeler milyonları aşan nüfuslu kentleri ortaya çıkmasına yardımcı olmuştur. Dolayısıyla yüksek nüfuslu kentlerde ulaşım talebi de artmıştır. Kent içi ulaşımındaki yüksek talep sayıları ve ulaşımındaki hareketlilik yoğun araç trafiklerine zemin hazırlamıştır. Kent içindeki trafik tıkanmaları gündelik hayatı kötü bir şekilde etkilemektedir. Ulaşım sorunları için çözümler üretilmeye çalışılmıştır. Getirilen her çözüm yavaş kalmış ve akabinde talebin artmasıyla sonuçlanmıştır.

Hızlı ve plansız kentleşmenin ortaya çıkardığı ulaşım sorunları kentlerde yaşam kalitesini olumsuz bir şekilde etkilemektedir. Dünyanın çeşitli ülkelerinde aktif olarak kullanılan bisiklet başlı başına bir ulaşım aracı olarak kabul edilmektedir. Ne yazık ki ülkemizde bisikletli ulaşımaya yeterince önem verilmediği ve gereken alt yapı oluşturulmadığı için bisiklet kullanımı kent içi ulaşımaya entegre edilememiştir. Özellikle büyük şehirlerimizde, motorlu taşıtları esas alarak yapılan ulaşım planlamaları, yaya ve bisikletli ulaşımını sınırlandırmış ve büyük kentlerde bir noktadan bir noktaya yaya veya bisiklet ile ulaşım imkânsız hale gelmiştir. Oysaki kısa mesafeli yolculuklar için rahat ve uygun bir ulaşım aracı olan bisiklet, çevre, sağlık ve trafik açısından tercih edilmesi gereken araçlardır. Bisiklet, çevre açısından en zararsız ulaşım türlerinden birisidir. Motorlu taşıtlarla karşılaştırıldığında insan gücüne dayanan bisiklet, gürültü, hava kirliliğine neden olabilecek hiçbir madde barındırmayan bir ulaşım aracıdır. Günlük yaşamda iş, okul veya alışveriş için yapılan yolculuklarda bisiklet kullanımını tercih etmek sadece çevre için değil insan sağlığı için de önemli faydalar sağlamaktadır. İnsanın fiziksel aktivite yapabilmesine imkân sağlayan bisiklet kullanımı, kalp damar hastalıkları ve obezite gibi problemlerin azalmasına sebep olmaktadır. Tüm bunlar göz önüne alındığında bisikletli ulaşımın önemi ve gerekliliği açıkça görülmektedir (Koçak, 2016).

Uz (2004) çalışmasında, bisiklet yollarının sahip olması gereken geometrik tasarım kriterleri belirlemiştir. Isparta ilindeki bisiklet kullanıcıları üzerinde anketler yaparak, bisiklet kullanım amaçlarını ve bisiklet kullanıcılarının özelliklerini belirlemeye çalışmıştır. Çalışma sonunda ise Isparta ili için bir bisiklet şebekesi taslağı ortaya koymuştur.

Eryiğit (2012) çalışmasında, bisiklet kullanımının sürdürülebilirliğinin sağlanması için gereken sosyal boyut ve ilkeleri değerlendirmiştir. Araştırmasını Konya kenti özelinde yapmıştır. Bisiklet kullanımının planlanması esasında sosyal, kültürel ve mekânsal parametreler değerlendirmiştir. Elbeyli (2012) çalışmasında, Türkiye’de ve Dünyadan bisiklet kullanımı üzerine örnekler vermiştir. Türkiye’nin çeşitli illerinde anketler yaparak bisiklet kullanımının az olmasının sebebini, sosyal ve kültürel sebepler olduğunu ortaya koymuştur. Sakarya ili için bisiklet tasarım kriterleri belirlemiştir.

Kaya (2013) çalışmasında, ilçe ve semt içerisindeki günlük yapılan ulaşımlarda bisiklet kullanımının teşvik edilmesi, trafik sorununa önemli bir çözüm olarak göstermiştir. Bu önerisine dayanarak Sancaktepe ilçesinde bisiklet yolu uygulanabilirliği ve önerisi yapmıştır. Çol Yılmaz (2014) çalışmasında, İstanbul’daki bisiklet ağlarının birbirinden kopuk ve ulaşım için yetersiz olduğu belirtmiştir. Çalışmasının asıl amacının motorsuz taşıtların kullanımını arttırmak ve toplu ulaşım ile birleştirmektir. Bunun için Analitik Hiyerarşi Yöntemi kullanmıştır. Bisiklet ağları ve kümeleri oluşturmuş ve işleyişi belirlemiştir.

Çalışkan (2013) çalışmasında, bisiklet kullanıcılarının güvenliğinin önemini vurgulamıştır. Sarıyer’deki bisiklet yolu incelemiştir. Özellikle kavşaklardaki geçişleri göz önünde bulundurarak değerlendirmeler yapmıştır. Özkan (2013) çalışmasında, bisiklet kullanımının önemini vurgulamıştır. Tezinde, Sakarya ili için seçtiği pilot güzergahta, bisiklet yolu tasarım kriterleriyle oluşturduğu geometrik düzenlenmesini konu almıştır ve bir uygulama planlamıştır.

Küçükpehlivan (2015) çalışmasında, Analitik Hiyerarşi Yöntemi kullanarak bisiklet yolunun tasarlanmasındaki kriterlerin hangi öncelikte ele alınması gerektiğinin belirlenmesi üzerine bir çalışma yapmıştır. İçerisinde fiziksel ve çevresel faktörlerin birincil öncelikte dikkate aldığı iki farklı senaryo üzerinde oluşturulan modelini denemiştir. Çalışma sonuçlarını değerlendirmiş ve önerilerde bulunmuştur. Koçak (2016) çalışmasında, bisiklet kullanımının önemini vurgulamıştır. Bölgesel bazlı bir bisiklet projesi çalışması yapmıştır. Isparta ilinde bulunan Eğirdir, Adalar mahallesindeki bisiklet kullanımının standartlara uygun bir güzergahta yapılması için projelendirmiştir.

Yüzer Günay (2016) çalışmasında, güvenli bisiklet yolunun geliştirilmesi için bisiklet yolu tasarımını etkileyen parametreleri araştırmıştır ve bunları içeren bir anket çalışması gerçekleştirmiştir. Anket çalışması sonuçlarını kullanarak, etkili parametrelerin önem derecelerini ortaya koymuştur. Analitik Hiyerarşi Yöntemi kullanarak, bisiklet yolu yapımı için güzergah seçiminde nelere dikkat edilmesi gerektiğini istatistiki olarak belirlemiştir. Kuyumcu (2017) çalışmasında, bisikletin kullanımının sağlıklı güvenli ve ekonomik olduğunu belirtmiştir. Çalışmasında Çorum ilindeki bisiklet kullanımının kent içindeki durumunu değerlendirmiştir. Çorum için alternatif bisiklet yolları önermiş ve bisiklet kullanımı için farkındalık oluşturmaya çalışmıştır.

Kalyoncuoğlu (2017) yaptığı doktora tezinde, İstanbul için gelecekte model olarak kullanması amacıyla, seçtiği test bölgesindeki motorlu taşıtlar ile bisiklet kullanıcıları arasındaki entegrasyonu sağlayarak bisiklet kullanımının yaygınlaştırılmasını sağlamak istemiştir. Yaptığı modeli simülasyon programlarında deneyerek çalışabilirliğini kontrol etmiştir. Kuru (2017) çalışmasında, orta ve küçük ölçekli kentlerdeki bisikletli ulaşımın planlamasına yönelik değerlendirmelerde bulunmuştur. Bu araştırmasını Kırklareli merkez ilçesi özelinde yapmıştır.

Çeyiz (2017) doktora çalışmasında, Ankara ilindeki bisiklet kullanımının yaygınlaştırılması için bir model ortaya koymuştur. Araştırmasında nitel ve nicel araştırma yöntemleri kullanmıştır. Bisiklet kullanımının yaygınlaştırılması için kamu kurumlarının sürdürülebilir bir politika izlemesi gerektiği sonucuna varmıştır. “EMBARQ Türkiye” (2013) yaptığı çalışmasında Veliefendi-Zeytinburnu bisiklet yolundaki sorunları incelemiştir. Bu inceleme içerisinde bisiklet kullanımını kötü etkileyen unsurlar belirtilmiş çözüm ve öneriler getirilmiştir.

Bu çalışmada İstanbul ilindeki Bakırköy sahil şeridindeki bisiklet yolu üzerinde inceleme yapılarak kullanım açısından değerlendirilecektir. Önceden çalışılmış tezlerden, mevzuatlar ışığında mevcut bisiklet yolunun kullanılabilirliği ölçülecektir.

2. Yöntem

Literatür araştırmaları sonucunda; bir bisiklet yolunun sahip olduğu özellikler teknik ve kullanım açısından birçok parametre ile değerlendirildiği sonucuna varılmıştır. Bisiklet yolu değerlendirme parametreleri;

- Kesişme noktalarının sayısı
- Çevresel etkilere duyarlılık

- Güzergah genişliği
- Motorlu araç yoğunluğu
- Topoğrafik özellikler
- Fiziksel koşullar
- Görsel nitelik
- Varolan rekreasyon olanakları
- Güzergah çevresinin niteliği
- Kullanıcı kaynağı ve yoğunluğudur.

Yapılan çalışmalarda bu teknik özellikler sayısal verilerle belirtilmiştir. Literatür araştırması sırasında belirlenen bulgular ışığında, uygulama alanında keşif yapılmıştır. Keşif sırasında değerlendirmeye alınacak yerlerin fotoğrafları çekilmiş ve çalışma içerisinde sunulmuştur. Bisiklet yolunun değerlendirilen kısımları bulgulardan edinilen bilgilerle yorumlandıktan sonra çözüm ve önerilerde bulunulmuştur.

2.1. Bisiklet Yolu Kılavuzu

“Bisiklet yolları, ulaşım ihtiyacını güvenli bir şekilde karşılamak amacıyla, yerleşim yerlerini, ulaşım noktalarını, spor tesislerini ve yoğun olarak kullanılan kamu ve özel hizmet alanlarını birbirleriyle irtibatlandıran diğer ulaşım türleriyle entegre edilen bütünsel bir ağ şeklinde planlanır” (Resmi Gazete, 2019).

“Bisiklet yollarına ilişkin mevcut yasal düzenlemelerin ve standartların dünya örnekleriyle kıyaslandığında yetersiz kaldığı görülmektedir. Bu nedenle, bisiklet yolu projeleri Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Bisiklet Yolu Kılavuzu’na göre belirtilen hususlar çerçevesinde öncelikli olarak değerlendirileceğinden, proje hazırlama, yapım ve uygulamada aşağıda belirtilen hususlara dikkat edilmelidir” (Şehir İçi Bisiklet Yolları Kılavuzu, 2017).

“Bisiklet yolu projelerinde yer alması gereken hususlar;

- Bisiklet Yolu Ölçüleri
- Bisiklet Sürüşüne Uygun Bisiklet Yolu Zemini (Asfalt, parke taşı, beton vs.)
- Zemin rengi (Yolun bisikletlilere ayrıldığı belirtilmesi ve araçlar tarafından yapılabilecek olası yol ihlallerinin azaltılması amacıyla yolun uygun zemin boylarıyla ya da renkli zemin uygulamalarıyla renklendirilmesi önerilmektedir. Bisiklet yolu zemin renklendirmelerinin çoğunlukla yürüyüş yollarının renklendirilmesi için kullanılan renklerden farklı olarak renklendirilmesi önerilmektedir.)
- Beyaz Renk Boya ile Yol Ayırım Şeritleri ve Bisiklet Yolu Olduğunu Gösterir İşaretlemelerin Oluşturulması
- Doğru Planlanmış Kavşak Geçişleri, Trafik İşaret, Levha ve Sinyalizasyonlar Gibi Trafik Düzenlemeleri
- Bisiklet Park Yerleri” (Şehir İçi Bisiklet Yolları Kılavuzu, 2017).

“Bisiklet yollarının planlanması ile karayollarının planlanması arasında tasarım kriterleri açısından bazı benzerlikler vardır. Bisiklet yolu planlaması yapılırken; yol genişliği, açıklıklar, proje hızı, görüş mesafesi, boyuna eğim, drenaj, işaretlemeler ve kavşaklar gibi hususlar göz önüne alınmalıdır” (Şehir İçi Bisiklet Yolları Kılavuzu, 2017).

2.2. Bisiklet Yolu Tasarım Kriterleri

Ülkemizde TSE bisiklet yolları ile ilgili standartlar (T.S. 10839, T.S. 11782, T.S. 9826 ve T.S. 7249) geliştirmiştir (Uz & Karaşahin, 2004). Ancak planlama aşaması için yeterli bir kontrol listesi mevcut değildir. Avrupa ülkelerine göre araştırmalar yapılmış ve bazı kurallar oluşturulmuştur.

Genişlikler: TSE bisiklet yolları genişliğinin en az 2 m olmasını öngörmektedir. Eğer bisiklet yolu tek yönlü olacak ise en az genişlik 1,5 m olmalıdır. Motorlu taşıt ile yan yana bir bisiklet yolu mevcut ise aralarındaki emniyet şeridi genişliği en az 1,5 m olmalıdır. Düşey engeller ile kaplama arasındaki minimum açıklık 2.5 m olmalıdır. Pratikte 3.0 m yüksekliğindeki bir açıklık uygun olabilir.

Tasarım Hızı: Bisiklet yolu için tasarlanan en az hız 30km/saat olarak öngörülür. Eğer rüzgar şiddeti kuvvetli ise bu hız 50km/saat olarak düşünülmektedir. Bisiklet yolunda bisiklet ile seyahat edilirken tasarlanan hız, öncelikle bisiklet tipine göre değerlendirilir. Yolculuk amacı da önemli bir rol oynamaktadır. Bisiklet yolunun eğimi ve

yolun durumu da etkenler arasında yer alır. Kişinin fiziksel özelliklerine göre değişkenlik gösterir. Bisiklet yolunun bisiklet yoğunluğu hızı etkileyen faktörler arasındadır.

Görüş Mesafesi: Bisiklet yolunda seyahat esnasında beklenmedik durumlar için gerekli mesafeler olması gerekmektedir. Bu açıdan görüş mesafesinin planlama aşamasında tasarlanması beklenmektedir.

Yatay Kurb ve Dever: Bisiklet yolu en az kurb yarıçapı, yol yüzeyi enine eğiminin (dever), bisiklet lastiği ile kaplama arasındaki sürtünme katsayısının ve bisiklet hızının bir fonksiyonudur. Enine eğimin % 5'lik değeri aşması durumunda kurba içinde duruş halinde veya yavaş hareket eden bisikletliler için kurbanın içine doğru kayma ve devrilme tehlikesi belirir. Bu sebeple, eğim miktarının güvenlik açısından üst sınır olarak kabul edilen % 5'i aşmaması gerekmektedir (Şehir İçi Bisiklet Yolları Kılavuzu, 2017).

Boyuna Eğim: Boyuna eğimlerde çok fazla beden gücü gerektiğinden fazla eğime sahip bisiklet yolları tercih edilmemektedir. Öngörülen en fazla boyuna eğim %5 olarak bildirilmektedir. Eğimin fazla olduğu bisiklet yollarının genişliği artırılarak gereken hareket alanı verilmesi gerekmektedir.

Kavşaklar: Bisikletlilerin, motorlu taşıtların ve yayaların karışıklığı nedeniyle sokakların ve bisiklet yollarının kavşaklarında kazalara sıkça rastlanır.

Ana sorunlar aşağıdaki nedenlerden oluşabilir;

- Bisikletlilerin trafiği geçerek sola dönmesi
- Bisikletlilerin araç trafiğine girildiği yerde ya da sağa dönerken kavşakta karşıya geçmesi
- Hem motorluların hem de bisikletlilerin yol vermede başarısızlığa düşmesi.

Yatay ve Düşey İşaretleme: İki yönlü bisiklet yollarında karşı yönlerden gelen bisiklet trafiğini birbirinden ayırmak için beyaz veya sarı renkli şerit çizgisi kullanılabilir. Bu şerit çizgisi aşağıdaki durumlarda faydalı olacaktır (Çalışkan, 2013);

- Trafik hacminin yüksek olduğu yerlerde
- Görüş mesafesinin kısıtlandığı yatay kurlarda
- Gece kullanımının fazla olduğu fakat aydınlatılmamış bisiklet yollarında.

Bu kaplama çizgileri dışında karayolu işaretlemesinde kullanılan tüm uyarı ve bilgilendirme levhaları yani düşey işaretlemeler bisiklet yollarında da uygulanır (Çalışkan, 2013).

2.3 Bisiklet Yolu Projeleri Yapım ve Kullanım Aşamalarında Dikkat Edilmesi Gereken Teknik Özellikler

- Bisiklet yolları işlevlerini yerine getirebilmesi için ihtiyacı olan en az ölçütlerde tasarlanmalıdır.
- Bisiklet yolları başka araçların ya da yayaların girmemesi için farklı Zemin renginde boyanmalı ve işaretlenmelidir.
- Bisiklet yollarında bilgilendirme levhaları, ışıklar ve uyarıcılar bulunmalıdır.
- Bisiklet yolları diğer ulaşım araçları ile içiçe geçirilerek tasarlanmalı, aktarma halinde park yerleri mevcut olmalıdır.
- Alt geçitler, üst geçitler ve gerekli yolların tasarımı bisikletlilerin de kullanabileceği şekilde tasarlanmalıdır.

3. Materyal

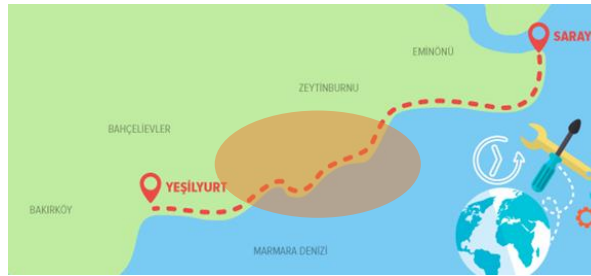
İstanbul'da ulaşımın büyük çoğunluğu otomobiller ve diğer motorlu taşıtlarla yapılmaktadır. Bisiklet ile ulaşım imkanları kısıtlı durumdadır. Ülkemizdeki bisiklet kullanımı artırılmak istenmektedir. Bu sebeple çeşitli bisiklet yolları ve bisiklet kiralama noktaları oluşturularak insanların bu ulaşım türüne teşvik edilmek istenmektedir.

İBB Ulaşım Planlama Müdürlüğü, İstanbul bisikletli ulaşım planlaması dahilindeki bisiklet park yerleri ve paylaşım sistemi gibi çalışmalarının yönetim ve işletme sorumluluklarını İBB'nin iştirak şirketi İSPARK'a yüklemiştir. İSPARK'ın işlettiği bisiklet paylaşım sisteminde; Kadıköy-Kartal sahil şeridi 24km uzunluğundadır, bünyesinde 14 istasyon ve 140 bisiklet bulundurmaktadır. Florya-Yeşilköy sahil şeridinin uzunluğu ise 6km'dir. Bu güzergahta 5 istasyon bulunmaktadır ve 60 bisiklet ile hizmet verilmektedir. Ulaşım Planlama Müdürlüğü,

1050 km bisiklet yolu ve bisiklet ulaşım ağının planlanmasını içeren İstanbul Bisiklet Ana Planı'nı 2017 yılında uygulamaya başlamıştır. Planlamalar bisiklet yolu ve bisiklet paylaşım sisteminin bulunduğu "Paylaşımlı Bisiklet Yolu" projesi adıyla yapılmaktadır.

İSPARK'ın işlettiği İstanbul'daki bisiklet yolları hali hazırda 117 km bisiklet yolu ve 30 km paylaşımlı bisiklet yolundan oluşmaktadır. 2023 yılındaki hedefleri 1050 km bisiklet yolu yapmaktır. İSPARK bu plan dahilinde Kademeli olarak her sene 300-350 km bisiklet yolu yaparak hedeflerine ulaşmayı planlamaktadır.

Bu çalışmanın amacı, Bakırköy sahil şeridinde bulunan bisiklet yolunun, kullanıma ne kadar elverişli olduğunu araştırmaktır. Bu amaç doğrultusunda yapılan literatür araştırmalarında, bir bisiklet yolunun hangi özelliklere sahip olması gerektiği araştırılmıştır. Araştırma alanı Bakırköy'den başlayarak Yenikapı'ya kadar olan bisiklet yoludur. Sahil boyunca ilerleyen güzergahın uzunluğu 8 km'dir. Ayrıca bisiklet park etmek için 11 adet durak bulunmaktadır. Belediyenin tahsis etmiş olduğu kiralanabilir bisikletler de buradan kiralanmaktadır.



Şekil 1. Çalışma alanının harita üzerindeki konumu (URL-1, 2020).

Uygulama alanı Şekil 1'deki harita üzerinde işaretlenmiştir. Güzergah boyunca karşılaşılan her unsur, bisiklet yolu için belirlenmiş hem teknik hem de kullanım açısından değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler için fotoğraflarla gösterilmek kaydıyla öneri ve görüşler belirtilmiştir.

3.1 Saha Çalışması Değerlendirme ve Önerileri

Belirtilen güzergahtaki incelmeler fotoğraflar ile detaylandırılmıştır. Bisiklet yolunun sahip olduğu her bir unsur değerlendirilmiş, çözüm ve öneriler sunulmuştur.

Bisiklet Park Yerleri

Bisiklet güzergahı boyunca 2-3 km aralıklar ile belediye tarafından konumlandırılmış bisiklet kiralama noktaları bulunmaktadır. Her bir bisiklet kiralama noktasının kapasitesi 15 bisiklet ile sınırlıdır. Burada, ücret ve kayıt için koyulmuş elektronik kulübeler yerleştirilmiştir. Ödeme işlemleri İstanbul için geçerli akbiller ile yapılmaktadır.

İnceleme yaptığımız güzergah boyunca 5 adet kiralama noktası bulunmasına karşın bisiklet kullanıcılarının kendi bisikletlerini park edebilecekleri bir park yeri yapılmamıştır. Güzergahtaki tek park yeri güzergahın sonundaki Yenikapı'daki mesire alanının girişinde bulunmaktadır (Şekil 2).

Gündüz saatlerinde bisiklet kiralama noktalarındaki bisikletlerin yetersiz olduğu gözlemlenmiştir. Çoğu bisiklet kiralama noktasında bisiklet bulmakta zorlanıyorsunuz. Aralarındaki mesafeler ise 2-4 km arasında olduğu için bir sonraki noktaya yürümeniz gerekiyor. Dolayısıyla bisiklet kiralama noktalarının kapasitesinin yükseltilmesi gereklidir. Kendi bisikletini kullanan kişiler için ise bu kiralama noktalarındaki düzenlemeden faydalanarak park yerleri oluşturulabilir.

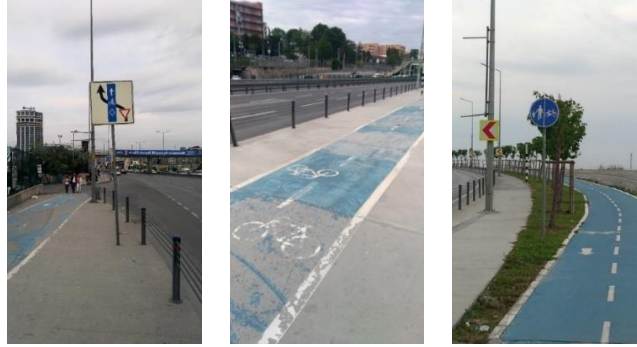


Şekil 2. Bisiklet kiralama noktası ve park yeri.

Bisiklet Yolundaki İşaretler

Uygulama güzergahı boyunca birçok işaretler yapılmıştır. Trafikle kesişen noktalarda özellikle işaretler oldukça yararlıdır. Zemin üzerinde bisiklet şeritleri ayrılmış ve bisiklet işaretleri çizilerek bisiklet yolu olduğu vurgulanmıştır. Ancak bazı zemin üzerindeki işaretler zamanla aşınmıştır. Aynı şekilde bisiklet yolu olduğunun belirtisi olan mavi boya da silinmiş ve işlevini yitirmeye başlamıştır.

Öneri olarak ise zemindeki işaretlerin daha sık denetlenerek boyasının aşındığı zamanlarda yenilenmesi gerekmektedir. İşaret levhaları yeterli olmasına karşın trafik ile kesişen noktalarda sinyalli bir geçiş sağlanabilir. Basit bir sinyalizasyon çalışması olası kazaları en aza indirgeyecektir (Şekil 3).



Şekil 3. Yol işareti ve levhalar.

Bisiklet Yolu Zemininin Değerlendirilmesi

Güzergahın büyük bir bölümünde zemin, bisiklet kullanımı için özellikle düzeltilmiştir. Zemine yapılan bu uygulama sürüş keyfini oldukça arttırmaktadır. Ancak güzergahın farklı bölümlerinde bu uygulama yapılmamıştır. Yapılan gözlemlerde güzergahın son durağı olan Yenikapı'da bisiklet yolu yıpranmış asfalt yola bağlanmıştır. Kentucky Caddesi'ndeki yol çalışmasından ötürü yolun bir kısmı da bu özel uygulamadan yoksundur.

İnceleme esnasında yol zeminindeki dalgalanmalar tespit edilmiştir. Bisiklet yolunun belli kısımlarında olan bu dalgalanmalar sürüş keyfini azaltan bir unsur olarak karşımıza çıkıyor. Aynı zamanda sürüş hızını da kötü bir şekilde etkilemektedir. Bu bozulmaların sebebi olarak sıcaklık ve yapım aşamasındaki kötü uygulama olabilir (Şekil 4).

Bu konu hakkında öneri yapacak olursak; bisiklet yolunun zemini bisiklet kullanıcıları için en doğru şekilde düzenlenmelidir. Yolun tamamı bisiklet kullanıcıları için muhafaza edilmeli ve bakımı yapılmalıdır.



Şekil 4. Bisiklet yolu üzerinde farklı zemin tipleri.

Bisiklet Yolunun Genişliği

Bisiklet yolunun genişliğini incelendiğinde, yolun büyük bir bölümünü oluşturan mavi boyalı kısımlarında yol genişliği 2.20 m'dir. Bu 2.20m bisiklet sürücüleri için çift yönlü olacak şekilde ayrılmıştır. Şeritler çizgileri haricinde kullanım genişliği 1 m'dir. İnceleme sırasında 2.20m olan genişlik bazı noktalarda 2m'e kadar düşmektedir.

Şekil 5'te görülen nokta bisiklet yolunun kesintiye uğradıktan sonra tekrar başladığı bir yer, buradaki bozukluk kısa mesafeli de olsa uygun değildir. İki şeridin iç içe geçtiği bu noktada genişlik 1.35m'dir.

Şekil 5'te görülen yer ise otoyol üzerindeki şantiyenin bozduğu bisiklet yoludur. Buradaki bisiklet yolunun harap olması ile bisiklet yolu ile yaya yolu birleştirilmiştir. Buradaki genişlik ise 1.3m'dir. Bu genişlik bir bisiklet yolu için uygun olmadığı görülmüştür.

Mevcut bisiklet yolunun genişliği bisiklet kullanımı için uygun olmakla beraber belirtilen bu aksaklıklar bisiklet kullanımının güvenliğini tehlikeye sokmaktadır. Yayalar ile bisikletin ortak kullanımındaki bir yol olacaksa da daha geniş olmalıdır. Güzergah üzerinde yapılacak bir çalışma ile tüm güzergahın yol genişliği aynı olmalıdır veya kullanım için yeterli seviyeye getirilmelidir.



Şekil 5. Bisiklet yolu örnekleri.

Bisiklet Yolunun Diğer İnsanlar Tarafından İşgali

Uygulama alanı aynı zamanda bir mesire alanının içerisinde bulunmasından ötürü çokça işgal edilmektedir. Yayalar, motosikletler ve piknikçiler bisiklet yolunu işgal etmektedir.

Kalabalık gruplar halinde yürüyen yayaları geçmek bisiklet sürücüleri için oldukça zordur. Gerekli işaret levhaları olmasına karşın yayalar kendine ayrılan yoldan yürümektense bisiklet yolunu kullanmaktan çekinmemektedir. Özellikle hafta sonları ziyarete uğrayan bu alanda, mangal yapmak için gelen piknikçiler zeminin düz olmasından ötürü mangalını bisiklet yolunun üzerine koymaktadırlar. Buradan geçen bisiklet sürücüleri yerlere saçılmış kömür kalıntılarında geçmek zorunda kalmakla beraber mangal dumanına da maruz kalmaktadır.

Bu konu hakkında insanların daha bilinçli davranması gerekmektedir. Bisiklet yolunun başka bir motorlu taşı ile paylaşılıyor oluşu üzücü bir durum olmakla beraber mevcut işaret levhaları çoğaltılabilir ve mangal yapılarak eskitilen bisiklet yollarının önüne geçmek için zabıta görevlendirilebilir (Şekil 6).



Şekil 6. Bisiklet yolundaki yayalar ve motorsiklet.

Bisiklet Yolundaki Bozukluklar

Bir bisiklet sürücüsünün normal yollarda dahi karşılaşmak istemeyeceği türden bazı engeller bulunmaktadır. Zemindeki bu çökme ve kesiklikler sürüşü zor hale getirip aynı zamanda kaza riskini de arttırmaktadır. Otoyol üzerinde bulunan üst geçit ve yol yapımı için ayrılan şantiye kısmı bisiklet yoluna da kötü şekilde etki etmektedir. Gerek yolun tamamen bozulması gerekse yolda bulunan kaya parçalarıyla yol sekteye uğratılmaktadır.

Bu konu özelinde bisiklet yolunun denetiminin artırılması gerekmektedir. Böylesine sık kullanılan bir bisiklet yolunun böyle sorunları olmaması gerekmektedir. Sözü geçen yol yapımı kısa sürmeyeceği göz önünde tutularak bisiklet yolunun tekrar iyileştirilmesi için inşaatın bitmesi beklenmemelidir (Şekil 7).

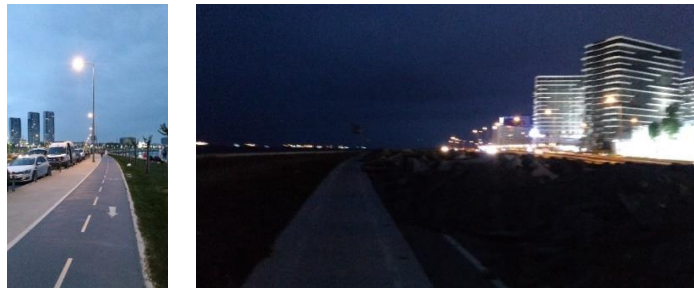


Şekil 7. Bisiklet yolundaki bozukluklar.

Bisiklet Yolundaki Aydınlatmalar

Bisiklet güzergahı akşam saatlerinde oldukça iyi aydınlatmaya sahip olduğu görülmüştür. Güzergah hem mesire alanının aydınlatılması hem de otoyolun aydınlatılması dolayısıyla sürücüler için gayet konforludur. Ancak yol üzerindeki inşaat sahası nedeniyle aydınlatma ışıklarından mahrum bir bölüm de vardır. Bu bölümde görüş mesafesi oldukça düşmektedir. Yolun bu kısmındaki bozuklukları da hesaba katacak olursak kaza riski oldukça fazladır. Yolun bu kısmında aydınlatma ihtiyacı ancak çevredeki yapılardan gelen ve uzakta kalan trafik aydınlatmalarıyla olmaktadır.

İncelemelerde aydınlatmanın olduğu yerlerde yeterli olduğu söylenebilir. Ancak aydınlatmanın hiç olmadığı noktalarda ise kesinlikle bir düzenleme yapılmalıdır (Şekil 8).



Şekil 8. Bisiklet yolunun aydınlatması ve karanlıkta kalan yol.

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada Bakırcöy-Yenikapı arasındaki bisiklet yolu incelenmiştir. Yapılan literatür taramaları ile belirlenen kriterlere göre yapılan incelemeler araştırılmıştır. İnceleme, fotoğraflar aracılığıyla belgelendirilmiştir. Değerlendirme noktasında da bu fotoğrafların desteklenmesiyle sunulmuştur. Gözlemler sonucu ortaya konan kullanıma aykırı olmayan uygulamalar desteklenmiş, bakım ve onarım sıklığı artırılması istenmiştir. Bisiklet

sürücüsü için engel teşkil eden durumlar da belirtilmiştir. Bu kusur belirten durumlar fotoğraflar ile gösterilmeye çalışılmıştır.

İncelemelerde en dikkat durum ise Kentucky Caddesi üzerinde bulunan üst geçit ve otoyol yapımı çalışmasının bisiklet yoluna yaptığı etkidir. Bu inşaat sahası dolayısıyla bisiklet yolu her yönden kötü etkilenmiştir. İnşaat sürecinin kısa sürmeyeceği aşikar olduğu için bisiklet yolunun düzeltilmesi için inşaat bitmesi beklenmemelidir. Bisiklet yolunun herkes tarafından benimsenmesi gerekmektedir. Gerek yayalar gerekse mesire alanındaki piknik yapan insanlar bu bisiklet yoluna gereken hassasiyeti göstermelidirler. Bisiklet yolunun ayrı bir taşıt yolu olduğunu ve bisikletlilere ait olduğu kabul edilmelidir. İnsanların, bisiklet ve bisiklet yollarının kullanımı hakkında daha çok bilgilendirilmeleri gerektiği sonucuna varılmıştır. Bu konuda şehir plancıları tarafından bisiklet yollarının önemi ve doğru tasarlanması dikkate alınmalıdır. Bisiklet ulaşımının kent içi ulaşım türü olarak benimsenmesi, yaygınlaştırılması ve ulaşım türleri içindeki payının artırılması uygun arazi ve ulaşım planlamaları ile mümkündür. Bisiklet kullanımının yaygınlaştırılması için mevcut bisiklet yollarının da bakımları daha iyi bir şekilde yapılması gerektiği ortaya konmuştur. Bakımlı ve kullanışlı bir bisiklet yolu, bisiklet kullanımının yaygınlaşmasına yardım edeceği kanaatine varılmıştır. Bisiklet kullanımının artırılması ülke ekonomisine katkı sağlayacağı gibi ülkenin sosyal zenginliğinin artmasını da sağlayacaktır.

Kaynaklar

1. **Çalışkan A. (2013).** İstanbul İli, Sarıyer İlçesi, Zekeriyaköy-Uskumruköy-Kilyos Koridorunda Bisiklet Yolu Uygulaması ve Kavşaklarda Güvenli Geçişe İlişkin Alternatiflerin Değerlendirilmesi. *Harita Dergisi*, 157, 1-8.
2. **Çeyiz S. (2017).** Bisiklet Kullanımının Yaygınlaştırılmasına Yönelik Model Geliştirme (Başkent Ankara Örneği). Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
3. **Çol Yılmaz D. (2014).** Analitik Hiyerarşi Yöntemi Kullanılarak İstanbul Metropolitan Alanında Toplu Taşıma İle Bütünleşik Bisiklet Ağı Kümelerinin Önceliklendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
4. **Elbeyli Ş. (2012).** Kentiçi Ulaşımında Bisikletin Konumu ve Şehirler İçin Bisiklet Ulaşımı Planlaması: Sakarya Örneği. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
5. **Eryiğit S. (2012).** Sürdürülebilir Ulaşımın Sosyal Boyutunda Bisikletin Yeri. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
6. **EMBARQ Türkiye (2013).** Veliefendi-Zeytinburnu Bisiklet Yolu. İstanbul.
7. **Kalyoncuoğlu C. (2017).** Bisiklet Öncelikli Kavşak İşletiminde Yeni Bir Yaklaşım. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
8. **Kaya S. (2013).** Sürdürülebilir Kentiçi Ulaşımında Bisikletin Yeri ve Sancaktepe Bisiklet Yol Ağı Önerisi. Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul.
9. **Koçak S. (2016).** Kent İçi Ulaşımında Bisikletin Yeri ve Bisiklet Yollarının Planlaması; Eğirdir-Adalar Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
10. **Kuru A. (2017).** Kentsel Yaşanabilirlik ve Bisiklet Öncelikli Kentiçi Ulaşım Sistemi Yaklaşımı – Kırklareli Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
11. **Kuyumcu Y. (2017).** Bir Ulaşım Aracı Olarak Bisiklet ve Çorum İli Kent İçi Ulaşımında Bisiklet Yolu Önerisi. Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul.
12. **Küçükpehlivan G. (2015).** Analitik Hiyerarşi Yöntemi Kullanılarak Bisiklet Yolu Güzergah Belirleme Modeli. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
13. **Özkan F. (2013).** Sakarya'da Bisikletle Bütünleşik Ulaşım Planlaması. Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul.
14. **Resmi Gazete (2019).** Bisiklet Yolları Yönetmeliği. İkinci Bölüm, Bisiklet Yollarının Genel Esasları, Madde 4(1). <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/12/20191212-1.htm> (Erişim: 06.05.2020).
15. **Şehir İçi Bisiklet Yolları Kılavuzu (2017).** Çevre ve Şehir Kütüphanesi. <http://www.cevresehirkutuphanesi.com/basili-yayinlar/detay/sehir-ici-bisiklet-yollari-kilavuzu> (Erişim:18.01.2018).
16. **Uz V. E. (2004).** Bisiklet Yollarının Geometrik Planlama Esasları ve Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
17. **Uz V. E. & Kardeş M. (2004).** Kentiçi Ulaşımında Bisiklet. *Türkiye Mühendislik Haberleri*, 429(1), 41-46.
18. **Yüzer Günay E. (2016).** Şehir İçi Bisiklet Kullanımında Güzergah Seçimini Etkileyen Parametrelerin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
19. **URL-1 (2020).** <https://technotoday.com.tr/istanbul-un-en-iyi-bisiklet-rotalari/> (Erişim:10.07.2020).

THERMAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF BUILDING STONES IN AFYON AND KARAMAN REGION

Ayşe Bicer

Department of Bio Engineering, Malatya Turgut Ozal University, Malatya-Turkey

Abstract

In this study, some of the physical properties of the Seydiler and Sorkun stones from Afyon and Kızılören and Kazım Karabekir stones from Karaman which have been used extensively as a building material in cities and even in neighbor cities were investigated. Used as construction components, these stones are highly praised by the people living in those areas due to their ease of handling and convenient thermal characteristics. The aim is to determine the thermal and mechanical properties of these stones. Samples were taken from two different quarries for each stone and after chemical analysis, they were subjected to thermal conductivity, specific heat capacity, water absorption, inhalation ability and mechanical strength tests. The results were compared with other building materials, especially in terms of energy saving, strength and comfort aspects.

Key Words: Seydiler stone, Sorkun stone, Kızılören stone, Kazım Karabekir stone, building material.

1. Introduction

Carbon prices, price inflation of construction materials, along with demand development for accommodation, hold the ability to make the national stones a current problem as building material. Most of the stones are used as carriers, but rarely as filling material, for which Diyarbakir's Karacadag stone, Sanliurfa's Kargasabunu stone and Bitlis's Ahlat stone may be used as examples for these Stones (Bicer, 2019a, 2019b, 2019c). Based on the economic implications, this study can be concluded because using stones within a certain distance from a quarry would be more effective relative to imported building materials like block brick, hollow brick, briquette and coating material.

Stones, as under examination as to whether they have the ability to be used as construction material, can be sliced quickly with a saw much like a wood until they are extracted from the quarry, at which time they maintain the moisture, along with being able to dig with a hammer, wrapped in rough objects and nailed (Pivko, 2003), (Kazancı & Gürbüz, 2014) and (Devecioglu, 2001). These features of the stones made them more common as building materials in buildings that are constructed throughout the area.

The number of studies on regional stones, carried out within the national borders, is quite limited. Some of these studies can be summarized as follows.

Celik investigated on types and usage areas of the decorative natural building stones (Celik, 2003). Devecioglu wrote up a master's thesis on heat transfer in porous stones (Devecioglu, 2001). Devecioglu et al. carried out studies on certain physical characteristics of Diyarbakir Karacadag stone (Devecioglu et al., 2001). Adin (2007), carried out studies on certain physical characteristics of Mardin and Midyat Stones. Kaya et al. (2008), wrote up a master's thesis on The usage of Midyat Stone as a covering and building material researching.

This research explores the thermal and mechanical properties of the stones Sorkun, Seydiler, Kazım Karabekir and Kızılören. The stones have been used in the area for many years as a carried building element, and are hence known by citizens as a building element. If the use of these stones is common because of its being a durable material is not known, or it is simple to obtain. This research is intended to provide an insight into this matter.

2. Materials and Methods

2.1. Materials

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author):

Ayşe BİÇER; Malatya Turgut Ozal University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Bio Engineering, Malatya-Turkey.

Geliş (Received) : 03.04.2020

Kabul (Accepted) : 28.07.2020

Basım (Published) : 31.07.2020

Sorkun Stone: The town of Sorkun in Afyon-Sandıklı possesses large reserves in Çandır location. Access to the quarries is quite easy. It is used as a building material in construction in Sandıklı district and various villages. It is very easy to remove from the furnace, it has high humidity, low mechanical strength and easy to process. However, after the moisture is removed from the body, the mechanical strength values increase.

Seydiler Stone: It has large reserves in the vicinity of Seydiler village in Iscehisar district of Afyon province. It has the characteristics of Sorkun stone as it is extracted from the quarry and it is easy to extract from the quarry and shape the stone.

Kızılören Stone: It is mined from the quarries located in the town of Kızılören, 45 km from Konya, on the Beyşehir Highway in Konya. It is defined as heat insulated stone in the region. It is easy to remove and process the stone from the hearth. The quarries are very rich and the extracted stones are widely used in the construction of the region as well as in the facade cladding and the restoration of historical monuments. Kızılören stone is widely used in Konya, Antalya, Alanya and its region, outside of Karaman provinces and districts.

Kazım Karabekir Stone: The quarries in the twenty-third kilometer of Karaman-Konya Highway have large reserves and it is accessed by scraping the soil on the field. Soil thickness is around 1 to 1.5 meters. The stones come out as 2 cm thick at the top of the quarry, 4 cm thick at the bottom, then 6 cm thick, and 10 cm thick at the bottom. Access to the quarries is very easy. This stone is used extensively in the building construction in the region and also has a beautiful appearance. During extraction from the quarry, the humidity is high and at the same time, the resistance values are low and it is easy to process. However, the values increase after the moisture is removed from the body.

The hardness of the stones examined is 3-4 mohs in hardness and it can be easily shaped and processed as long as it does not lose its moisture after being extracted from the quarry and is not exposed to the chemical effects of the external environment for a long time. In this case, the stones can be sawed like wood, drilled with a drill, carved with hard cutters and even nailed. These properties of the stones, are among the reasons that ensure their reputation as building materials in the buildings built in their region. Table 1 shows the results of the chemical analysis of the materials.

Table 1. The chemical composition of the stones, (%)

component	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Loss of ignition	Undefined
Sorkun stone	1.19	-	-	51.15	2.94	43.25	1.47
Seydiler stone	0.75	0.15	0.15	49.79	4.91	43.47	0.87
Kızılören stone	69.90	14.02	1.00	9.38	-	5.27	0.43
Kazım K. stone	2.05	0.42	0.10	54.67	-	42.37	0.39

Samples of 150x60x20 mm in size for thermal tests and 100x100x100 mm for Compressive strength and abrasion tests were prepared from the stones taken from the quarries (Fig. 1).



Fig. 1. View of the stones and its using as coating material

2.2. Methods

2.2.1. Thermal Conductivity, Specific Heat Capacity and Thermal Diffusivity Tests

The calculation procedures were performed using the "Isomet 2104 unit" which was calibrated under a provisional system and worked using a hot-wire device (Fig. 2). Measuring as per DIN 510406, this tool was used to conduct measurements from 3 separate points on each sample at room temperatures of 22-25 °C and to determine the geometric mean of these 3 values. The thermal conductivity coefficient of the unit has a tolerance range of 5 percent between 0.02 and 6 W/mK. Volumetric specific heat capacity is calculated with a tolerance ratio of 15% between 4.0×10^4 and 4.0×10^6 J/m³ K (Vysniauskas & Zikas, 1988). Measurement findings as displayed in Table 2.



Fig. 2. Isomet 2104 unit

2.2.2. Compressive Strength, Tensile Strength and Abrasion Tests

Endurance tests were carried out on the samples in accordance with TS 699 standard (TS 699, 1978). Compressive strength tests for the samples were carried out with Ele International branded device, bearing the following features: 3000 kN loading capacity; digital control panel; adjustable loading rate; applying uniaxial force. Compressive strength test results were translated into tensile strength with Eq. (1) according to TS (TS 500, 2000), (Ytong, 1985).

$$f_{ctk} = 0,35 \cdot \sqrt{f_{ck}} \quad (1)$$

Where, f_{ck} : compressive strength (N/mm²) and f_{ctk} : tensile strength (N/mm²).

Volume abrasion lost results for 88 rpm within the scope of frictional abrasion tests can be seen in Table 3.

2.2.3. Water Absorption and Drying Ratio Tests

The purpose of this test is to determine the location of a dry volume where the ice crystals inside will grow as the building materials freeze (Bicer, 2019a, 2019b, 2019c) in direct contact with water. This function guarantees protection against freezing of the content. Each sample was determined to have the dry weight (W_k). Then the water level within the water tank is slowly lifted, where the samples are placed, bringing water into the tank in a manner that allows the samples to be submerged. The time-based weight shift for the samples can be seen in Figure 3. Following 48 hours of holding the samples in the tub, they were withdrawn from the bath and cleaned, determining the tub-absorbed weight (W_d), while at the same time measuring the bath-absorption ratio with the Eq. 2.

$$\text{Percentage of water absorption} = \left\{ \frac{W_d - W_k}{W_k} \right\} \times 100 \quad (2)$$

2.2.4. Drying Ratio

The drying ratio test aims to evaluate the samples 'breathing ability' (Bicer, 2019a, 2019b, 2019c). Kept 48 hours in the water tank, the samples are drained from the bath and cleaned with a wet rag. Then, they are left at room

temperature around 22°C for natural drying. The drying ratios were determined in 48 hours using the Eq. 3. Since the drying process occurred through vaporization via the material surface, the flow of water from the bottom of the material to the surface was seen via capillary channels. In other words, drying is achieved by extracting the moisture from the inside by means of resistance to vapor permeability (Fig. 4).

$$\text{Drying ratio} = \left\{ \frac{W_d - W_k}{W_d} \right\} \times 100 \quad (3)$$

2.2.5. Density Test

Dry weights of the samples were taken with the weighing machine having a tolerance of 1%, while the density levels were calculated by identifying the sample volumes.

3. Results and Discussion

The results obtained from the experiments were compared with the table values of other building materials from various aspects. Considering the heat transfer in both continuous and time-dependent regime, Seydiler stone looks better than granite, marble and sand stone with its thermal conductivity coefficient of 0.52 W/mK and diffusion coefficient values $2.69 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ (Table 4). Additionally, considering the pressure of 13.4 N/mm² and tensile strength of 2.1 N/mm², it has approximately equivalent strength with artificial materials such as briquettes, bricks, aerated concrete, although it is low compared to high-strength natural building blocks. It shows that 0.472 % abrasion loss can also be used as a structural element exposed to excessive wear such as stairs and parquet.

Sorkun stone is stronger than granite, sandstone, marble and calcareous with a thermal conductivity of 0.84 W/mK and comparable to concrete values, though its diffusion coefficient is lower than those of these materials. For compressive and tensile strength and wear values it displays exactly the same values as Seydiler stone. The fact that the water absorption rate is less than 30% indicates that the stones can be used in humid environments and if the drying speeds are examined, the stones have little breathing ability.

Kızılören stone looks better than granite, marble and sand stone with a thermal conductivity of 0.47 W/mK and a coefficient of distribution of $2.41 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$. In addition to these, given the pressure of 10.82 N/mm² and the tensile strength of 1.15 N/mm², it is similar to artificial materials such as concrete, briquette, brick, aerated concrete, although it is low compared to high-strength building blocks. The 0.8 per cent loss of wear indicates that it can also be used as a structural element exposed to excessive wear, such as stairs and parquet flooring.

Although Kazım Karabekir stone is better than granite, sandstone, marble limestone with a thermal conductivity of 0.63 W/mK and close to concrete values, it is smaller than the values of these materials as its coefficient of diffusion. Compressive and tensile strength and volume abrasion values appear to be more durable than Kızılören stones. The fact that the water absorption rate is less than 30% suggests that the stones should be used in humid areas and that, if the drying speed is tested, the stones have no breathability.

Table 2. Thermal properties of materials

Materials	Density (kg/m ³)	Thermal conductivity (W/mK)	Specific heat capacity Cp(J/kgK)	Thermal diffusivity a.10 ⁻⁷ (m ² /s)
Sorkun stone	2550	0.84	1045	3.15
Seydiler stone	1920	0.52	1015	2.69
Kızılören stone	1340	0.47	1030	3.41
Kazım K. stone	2260	0.63	940	2.97

Table 3. Mechanical properties of materials

Materials	Compressive strength (N/mm ²)	Tensile strength (N/mm ²)	Water absorption (%)	Volume abrasion (%)
Sorkun stone	13.49	2.1	13.5	0.364
Seydiler stone	14.88	2.3	15.6	0.472
Kızılören stone	10.82	1.15	17.5	0.8
Kazım K. stone	31.4	4.15	14.8	0.2

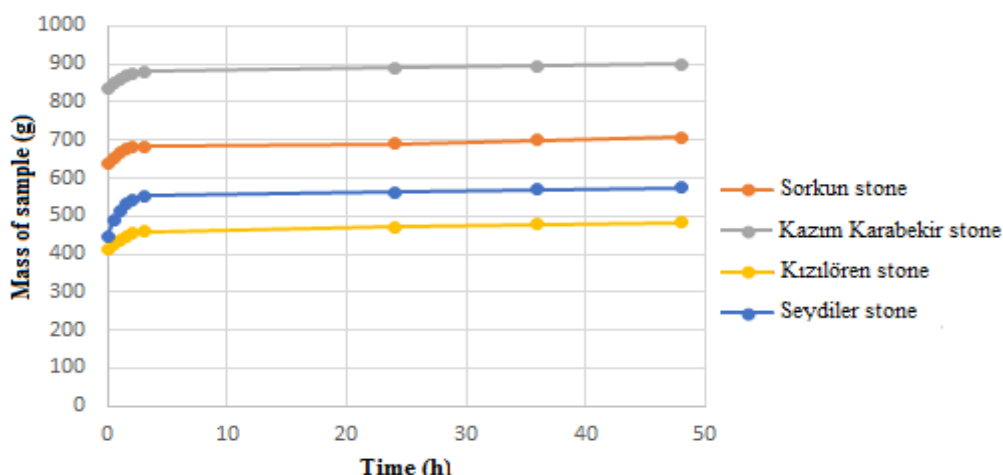


Fig. 3. Mass change of stones according to time in water absorption test

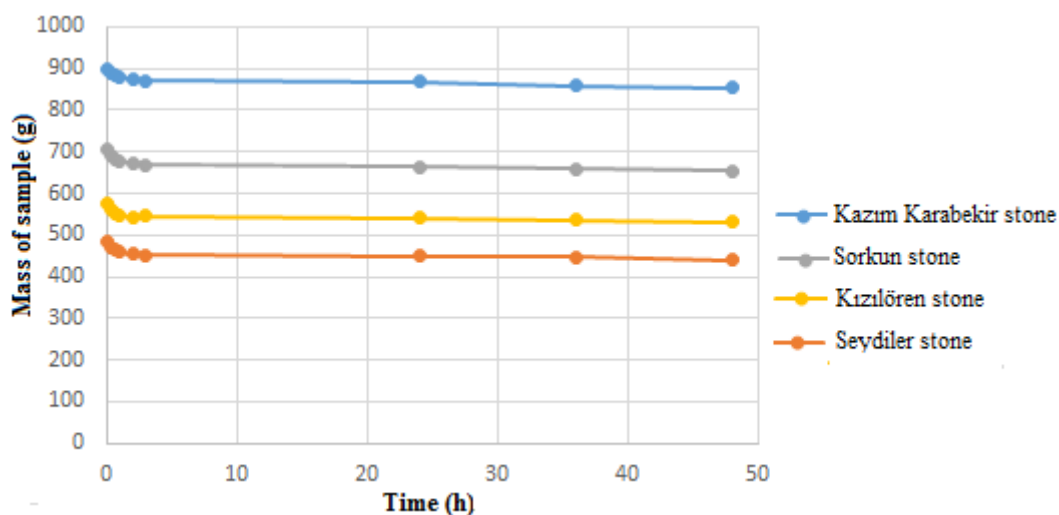


Fig. 4. Mass change of stones according to time in drying test

Table 4. The physical properties of some building materials (Toksoy 1988).

Materials	Density (kg/m ³)	Thermal conductivity (W/mK)	Specific heat capacity Cp(J/kgK)	Thermal diffusivity a.10 ⁷ (m ² /s)
Concrete	1906	0.814	879	4.91
Granite	2643	1.73	816	13.15
Limestone	2483	1.16	906	5.68
Sandstone	2235	1.85	712	11.65
Marble	2603	2.77	808	3.94
Common brick	1602	0.692	837	5.16

4. Conclusions

The thermal and mechanical properties of local stones used in the central and districts of the cities of Afyon and Karaman have been experimentally studied. The findings of these independent analyses are also listed in the tables.

✓ It is a reason for preference with regards to these stones to be used instead of brick or briquette in structures (i.e. buildings) due to having reserves in large amounts, being suitable to be used for many years, as well as being easy to procure, ensuring energy saving and lowering the costs.

✓ Seydiler and Kızıloren stones have low coefficients of heat transfer (0.52 W/mK and 0.47 W/mK), it is important to use bricks on the exterior walls of the building in terms of energy savings. In addition to these stone characteristics, it is a great benefit in terms of durability that it can be quickly handled relative to other building components, can be drilled, cut in order to open electrical and water construction channels to allow nails to screws to be used. These stones in order for using these stones in the aforementioned regions.

✓ All stones are used for thermal comfort, while Seydiler and Sorkun stones are being used as load bearing, and also Kazım Karabekir stone is used as coating material in the local buildings thanks to the thermal and mechanical properties of the stones.

✓ Having a water absorption ratio lower than 30%, which indicates that the stones can be used in humid environments, leastwise having the ability to breathe based on the review of drying rates.

The explanation for the choice is that the quarries have rich deposits and the expense is low due to the ease at which they are made available.

References

1. Adın H. (2007). Mardin ve Midyat'ta kullanılan bina yapı taşlarının bazı fiziksel özellikleri, *Mühendis ve Makine*, cilt 48, sayı 570, 13-17
2. Bicer A. (2019a). Some physical properties of the building Stones from Southeastern Anatolia Region, *Bartın University International Journal of Natural and Applied Sciences*, 2(1), 9-15.
3. Bicer A. (2019b). Some physical properties of the building stones from Elazığ-Nevşehir region, *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8(2), 96-102.
4. Bicer A. (2019c). Ahlat ve Malazgirt yapı taşlarının bazı fiziksel özellikleri, *Fırat Üniversitesi Müh. Bil. Dergisi*, 31(2), 301-307.
5. Çelik M. Y. (2003). Types and usage areas of the decorative natural building stones, *Madencilik*, Vol.42 (1), pp. 3-15
6. Devecioğlu A. G. (2001). An investigation on the heat conduction parameters of porous building stones, Master Thesis, Fırat University.
7. Devecioğlu A. G., Biçer Y. & Kavak E. (2001). Diyarbakır Karacadağ taşının bazı fiziksel özellikleri, *II. GAP ve SANAYİ Kongresi*, 29-30 Eylül, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, 401-406, Diyarbakır.
8. Kaya A. C., Yapıcı N. & Anıl M. (2008). The usage of Midyat Stone as a covering and building material researching, *Ç.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19(3), 94-104.
9. Kazancı N. & Gürbüz A. (2014). Jeolojik miras nitelikli Türkiye doğal taşları, *Türkiye Jeoloji Bülteni*. 57: 1.
10. Pivko D. (2003). Natural stones in earth's history, *Acta Geologica*, 58, 73-86.
11. Toksoy M. (1988). Thermal conductivity coefficients of industrial materials, *Journal of Engineers and Machinery*, 347, 12-15
12. TS 500 (2000). *Turkish Standard*, Ankara.
13. TS 699 (1978). The test and experiment methods of natural building stones, *TSE*, Ankara.
14. Vysmauskas V. V. & Zikas A. A. (1988). Determination of the thermal conductivity of ceramics by the Hot-Wire Technique. *Heat Transfer Soviet Research*, 20 (1): 137-142.
15. Ytong (1985). Yapı malzeme ve elemanları, özellikleri-kullanma yöntemleri (1985), *Ytong*, İstanbul.