

Araştırma Makalesi

Elektrikli bisiklet paylaşımı: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Yerleşkesi örneği

Sevcan Turan^{1*}, Serhat Berat Efe²

¹Department of Electric and Energy, Çan Vocational School, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çan, Turkey

²Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering and Natural Science, Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Bandırma, Turkey

*Correspondence: sevcanturan@comu.edu.tr

Özet: Kentlerin kalabalıklaşmasıyla yaşamı zorlaştıran trafik yoğunluğu gün geçtikçe artmaktadır. Trafik yoğunluğunu azaltmak, ulaşımı kolaylaştırmak, ulaşım konforunu arttırmak ve kontrol edilebilir trafik yönetimi geliştirmek adına paylaşımlı hareketlilik sistemleri tasarlanıp hayata geçirilmektedir. Bu sistemler kamu kurumları tarafından sunulabildiği gibi özel kuruluşlar tarafından da sunulabilmektedir. Bazı paylaşım sistemlerinde araba, bisiklet, elektrikli mobilet vs. gibi araçlar paylaşılırken, bazı sistemlerde sürüşler paylaşılmaktadır. Araba paylaşımıyla her ne kadar ihtiyaç duyulan araç sayısı düşürülse de araç kullanım oranı hala yüksek olduğu için hava kirliliği konusunda yeterince verim elde edilememektedir. Bu nedenle; enerji tüketiminin ve hava kirliliğinin azaltılması, sağlıklı yaşamın desteklenmesi gibi hedeflerin ön plana çıktığı durumlarda bisiklet paylaşımı tercih edilmektedir. Bu çalışmada, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Yerleşkesi için elektrikli bisiklet paylaşım sistemi için analiz yapılmıştır. Bu analiz kapsamında öncelikle yerleşkenin topoğrafik özellikleri araştırılmış ve sunulmuştur. Daha sonra sistemde kullanılacak bisikletlerin özellikleri/sayıları, istasyonların özellikleri/sayıları, şarj ünitelerinin özellikleri ve yerleri matematiksel modellerden faydalanılarak belirlenmiştir. Bu aşamada ilgili sistemler için belirlenmiş standartlar referans alınmıştır. Şarj istasyonlarında, doğal kaynakların korunması ve hava kirliliğini önlemeye katkısı olması açısından yenilenebilir enerji kaynağı olan güneş enerjisi ile elektrik üretimi sağlanması tavsiye edilmiştir. Elde edilen sonuçlar tartışılarak kampüs alanlarında paylaşımlı hareketlilik tasarımları için öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Paylaşımlı hareketlilik, elektrikli bisiklet paylaşımı, elektrik enerji sistemleri yenilenebilir enerji, fotovoltaik sistemler, şarj üniteleri, şehir trafiği yönetimi

E-Bike Sharing: Çanakkale Onsekiz Mart University Terzioğlu Campus case study

Abstract: The traffic density, which makes life difficult with the crowding of cities, increases day by day. Shared mobility systems are designed and implemented to reduce traffic density, facilitate transportation, increase transportation comfort, and develop controllable traffic management. These systems can be offered by public institutions as well as private institutions. In some sharing systems, cars, bicycles, scooters etc. such vehicles are shared, while rides are shared in some systems. Although the number of vehicles needed is reduced by car sharing, the efficiency of air pollution cannot be obtained as the vehicle usage rate is still high. Therefore, bicycle sharing is preferred when the goals such as reduction of energy consumption, air pollution and healthy life come to the fore. In this study, an analysis has been made for the electric bike sharing system for Çanakkale Onsekiz Mart University Terzioğlu Campus. Within the scope of this analysis, firstly the topographic features of the campus were researched and presented. Then, the characteristics / numbers of the bicycles to be used in the system, the features / numbers of the stations, the features and locations of the charging units were determined by using mathematical models. At this stage, the standards determined for the relevant systems are taken as reference. In charging stations, it is recommended to generate electricity with solar energy, which is a renewable energy source, in order to protect natural resources and contribute to preventing air

pollution. The results obtained were discussed and suggestions were made for shared mobility designs in campus areas.

Keywords: Shared mobility, e-bike sharing, electrical energy systems, renewable energy, photovoltaic systems, charging units, management of urban traffic

1. Giriş

Şehir yaşamının kalabalıklaşması ile trafik yoğunluğu, araç park alanlarının yetersizliği, hava kirliliği gibi problemler ortaya çıkmış ve şehir içi ulaşım için yeni çözümlere ihtiyaç duyulmuştur (Castagnari ve diğerleri, 2018). Şehirlerin ulaşım problemine çözüm için paylaşımlı hareketlilik çalışmaları başlamıştır. Bu kapsamda araba, bisiklet, elektrikli mobilet gibi araçların kullanıcılar arasında paylaşıldığı Paylaşımlı Hareketlilik Sistemleri geliştirilmeye başlanmıştır. Paylaşımlı hareketlilikte araç paylaşımı temel olarak dört şekilde gerçekleşmektedir:

- Araç sahipleri araçlarını web siteleri veya programlar vasıtasıyla kullanıcılara kiralayabilir ve ödemeyi ilgili program üzerinden alır.
- Bir şirkete ait araç kiralanabilir.
- Aracı bir şirket, araç sahipleri ile müşterileri buluşturup ödemeyi alır, araç sahibine ödeme yapar ve araç, sahibi tarafından kullanılır.
- Büyük araçlarda aynı yöne giden yolcular masrafları paylaşarak seyahat ederler (Santos, 2018).

Günümüzün genç nesli olan Y kuşağının tercihleri, kararları ve beğenileri dünyadaki ürünlerin, hizmetlerin gelişimini ve tarzını belirlemektedir. Ulaşım açısından 2016-2017'de on yedi ülkede yapılan ankete göre Y kuşağının %42'si, ihtiyaç duyduklarında ulaşabilecekleri, daha düşük maliyetli, araç bakım işlemleri gerektirmeyen araç paylaşım sistemlerini tercih etmektedirler (Dewalska-Opitek, 2017).

Teknolojinin gelişmesi, akıllı telefonların yaygınlaşması, mobil uygulamaların gelişmesiyle birlikte paylaşımlı hareketlilik günümüzün popüler konuları arasına girmiştir. Otonom ve akıllı araçların hayatımıza girmeye başlamasıyla birlikte bu alanda yapılan çalışmalar hız kazanmıştır. Dia ve Javanshour (2017), Melbourne şehri için otonom arabaların kullanılacağı bir araba paylaşım simülasyonu geliştirmişlerdir. Bu çalışmada, araç paylaşım sistemiyle birlikte halkın ulaşım ihtiyacını karşılamak için kullanılması gereken araç sayısının, araç park alanı ihtiyacının azalacağı ama araç başına düşen sürüş mesafesinin artacağı rapor edilmiştir. Castagnari ve diğerleri (2018), Tangramob adını verdikleri, şehir içi

ulaşım planlamasında araba/bisiklet paylaşımı, toplu taşıma sistemleri gibi seçeneklerin kullanılmasının etkilerini ölçmek için bir simülasyon ortamı geliştirmişlerdir. Hyland ve Mahmassani (2020), geliştirdikleri simülasyon ile araç paylaşım sistemlerinin hizmet kalitesinin geliştirilmesi ve trafik yoğunluğunun azaltılması için otonom araçların kullanıldığı ve aynı güzergaha gidecek yolcuların sürüşlerini paylaştığı bir sistem önermişlerdir. Bu çalışmada, otonom araçların hayatımıza girmesi ile araç kullanım oranının artacağını, bunun da trafik yoğunluğunu arttıracığını, bunun azaltılması için sürüşlerin paylaşılması gerektiğini vurgulamışlardır. Rijavec ve diğerleri (2020), Slovenya için şehir merkezi ile şehir dışındaki yerleşim alanları arasındaki yolculukların araç paylaşım sistemiyle yapılmasıyla, şehir merkezindeki trafik yoğunluğu ve park sorununa çözüm sunmuşlardır. Çözüm olarak sürüş paylaşım sistemini önermişler ve sistemin daha yaygın kullanılmasını sağlamak amacıyla kişilerin kendi araçlarını park edip paylaşım havuzuna dahil olmalarını sağlayacak istasyonların karayoluna yakın ve iyi konuşturulmuş olması gerektiğini söylemişlerdir.

Paylaşımlı kullanımlar sayesinde trafik sıkışıklığında, karbondioksit salınımında azalmalar olduğu ve şehir içi ulaşımın daha rahat gerçekleştiği kaydedilmiştir (Santos, 2018) ama kalabalık şehirlerde, araba paylaşımı trafiği tam anlamıyla rahatlatamamakta ve araçların hava kirliliğine etkisi hala önemli boyutta gerçekleşmektedir (Rijavec ve diğerleri, 2020). Temiz bir çevre, trafik yoğunluğundan kurtulmak ve sağlıklı bir yaşam sürmek için insanlar bisiklet kullanmakta ve bisiklet kullanımının yüksek olduğu yerlerde de kişisel bisiklet almak yerine kullanıcılar kiralama yöntemini tercih edebilmektedir (ITDP, 2018). Teknolojinin ve bisikletlerin gelişmesiyle beraber sistem işleyişinin ve takibinin kolaylaşması Bisiklet Paylaşım Sistemlerini (BPS) popüler hale getirmeye başlamıştır (DeMaio, 2009; Chen ve diğerleri, 2020). 4. nesile ulaşmış olan BPS'de bisikletler Küresel Konumlama Sistemi (GPS) modülleri ile takip edilebilmekte, istasyonların doluluk oranları görüntülenebilmekte, kullanıcıların yöneylemleri belirlenebilmekte, bisikletler akıllı kartlar ile kiralanıp otomatik olarak aktif

edilip sürüş sonrasında kilitlenebilmektedir (Meireles ve diğerleri, 2013).

Sürdürülebilir ulaşımın bir parçası olan BPS ile ilgili çeşitli alanlarda çalışmalar yapılmaktadır. Wang ve diğerleri (2020), Almanya'nın Fürstfeldbruck şehri için araba ve bisiklet paylaşımını içeren ve istasyonları üç grupta değerlendiren bir paylaşım sistemi sunmuşlardır. Sezen ve Erben (2019), Gebze Teknik Üniversitesi kampüsü içerisinde paylaşıma açık ama düzensizlikten dolayı verimli kullanılmayan bisikletler için minimum istasyon sayısı ile optimum istasyon yerleşimi için Gams modelleme kullanarak çözüm önerisi sunmuştur. Gutierrez ve diğerleri (2014), Meksika'nın Nezahualcoyotl şehri için BPS tasarlamak amacıyla; istasyon sayısını, ideal bisiklet sayısını, istasyon başına park yeri sayısını tespit eden bir sistem geliştirmişlerdir. Meireles ve diğerleri (2013), elektrikli bisikletlerin paylaşımının başlaması nedeniyle 4. nesil BPS'ye uygun bisiklet tasarımı yapmışlardır.

BPS'ler için problem olan bisiklet istasyonlarının doluluk oranının dengelenmesi ve taleplerin karşılanması konusunda da çalışmalar yapılmıştır. Kroes ve diğerleri (2020), istasyonlar arasında bisikletlerin dağıtım rotasının bulunması için genetik algoritması kullanarak çözüm oluşturmuşlardır. Almannaa ve diğerleri (2019), istasyonların doluluk oranlarını dengelemek için taşınabilir istasyonlar kullanılan bir sistem için matematiksel model geliştirmişlerdir. Ghosh ve diğerleri (2017), çalışmalarında kullanıcılardan talep geldiği anda istasyonda bisiklet bulunmaması durumunda dinamik olarak boşta olan en ideal bisikletin ilgili istasyona yönlendirilmesi için simülasyon hazırlamıştır.

Literatür taraması, dünyada yükselen bir eğilim olan paylaşımlı hareketlilik bünyesindeki elektrikli bisiklet paylaşımının araştırmacılar tarafından detaylı biçimde çalışılmaya başlandığını göstermiştir. Çalışmaların özellikle tasarım ve modelleme açısından öne çıktığı görülmüştür. Ortaya çıkan sonuçlar bu makalenin temel amacını oluşturmuştur. Bu çalışma kapsamında üniversite yerleşkeleri referans alınarak istasyon tabanlı elektrikli bisiklet paylaşımı için örnek bir sistem tasarımı yapılmıştır. Tasarım beş ana başlık altında şekillendirilmiştir. Bölüm 2'de bisiklet

paylaşımının tarihçesi ile dünyadaki ve ülkemizdeki bazı örneklere yer verilmiştir. Bölüm 3'te Çanakkale ilinin özellikleri, bölüm 4'te ise Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (ÇOMÜ) Terzioğlu yerleşkesi için tasarladığımız elektrikli BPS anlatılmaktadır. Bölüm 5 sonuç ve tartışma bölümüdür.

2. Bisiklet paylaşımı

BPS, dünyada ilk kez 1960'lı yıllarda Amsterdam, Hollanda'da denenmiş, bisikletler ücretsiz olarak kullanıma açılmış ve kötü kullanımlar nedeniyle çok kısa zamanda sona erdirilmiştir. Bu sistem birinci nesil olarak adlandırılmaktadır. Sonraki deneme 1990'lı yılların başında Danimarka'da yapılmış ve kullanıcılardan kaynaklanan problemler nedeniyle sonlandırılmıştır. Bisikletlerden ücret alınmaya başlanmış ve istasyonlar kurulmuştur, ikinci nesil olarak adlandırılmaktadır. Kullanıcı kaynaklı problemleri çözmek için akıllı sistemler kullanılmaya başlanmış, üçüncü nesil BPS ortaya çıkmış ve kiralama akıllı kartlar ile yapıp otomatik kiralama ve bırakma sistemleri geliştirilmiştir. Avrupa'da akıllı sistemlerin kullanılmaya başlamasıyla birlikte bisiklet paylaşımı 2008 yılı itibariyle tekrar popüler olmaya başlamış ve Brezilya, Şili, Çin, Yeni Zelanda, Güney Kore, Tayvan ve Amerika gibi ülkelerde de kullanılmaya başlanmıştır (DeMaio, 2009). Dördüncü nesil BPS'de, bisikletler GPS ile takip edilmekte, elektrikli bisikletler paylaşıma dahil edilmekte, istasyonların durumu takip edilebilmekte ve istasyonsuz sistemler kurulmaktadır (Meireles ve diğerleri, 2013). Yeni paylaşım olanaklarıyla beraber 2018'de Çin'de bisiklet kullanan kişi sayısı 10 milyonun üzerine çıkmış, sadece Pekin'de bu sayı 1,4 milyona ulaşmıştır (Chen ve diğerleri, 2020). Bisiklet paylaşım hizmeti hükümetler/belediyeler, seyahat acenteleri, üniversiteler, kâr amacı gütmeyen kuruluşlar, reklam ajansları ve kâr amacıyla kurulan şirketler tarafından sunulabilmektedir (DeMaio, 2009).

2.1. Dünyadaki örnekler

Dünya'nın birçok yerinde BPS'ler bulunmaktadır. En çok bisiklet kullanımı Çin'de gerçekleşmektedir. Institute for Transportation and Development Policy (ITDP)'nin 2018'de yayınladığı rapora göre Çin'in Hangzhou kentinde yoğun bir şekilde bisiklet kullanılmakta, yerel yönetim ile özel şirketlerin birlikte sunduğu bir BPS'de 2020

yılı itibarıyla bisiklet sayısının 175.000'e çıkarılması hedeflenmektedir. Kuzey Amerika'da istasyonsuz BPS bulunmakta, Latin Amerika'da pedal destekli elektrikli bisikletler kullanılmakta, Hindistan'da akıllı şehir misyonuna bağlı olarak BPS'lerin sayısının artırılması çalışmaları yapılmaktadır. Afrika'da ilk BPS, 2016 yılında Marakeş'teki 10 istasyonlu sistemle başlamış ve 2017 yılında Nairobi üniversitesinin 20 bisikletli sistemiyle yayılmaya devam etmiştir (ITDP, 2018). Barselona (İspanya), Beroun (Çekya), Bilboa (İspanya), Amsterdam (Hollanda), Berlin (Almanya), Adelaide (Avustralya), Basel (İsviçre), Gansu (Çin) gibi birçok şehirde özel şirketler tarafından işletilen ve pedal destekli elektrikli bisikletlerin kullanıldığı BPS'ler bulunmaktadır (Meddin, 2020).

2.2. Türkiye'deki Örnekler

Tablo 1. Bisiklet paylaşım sistemi olan yerleşim merkezleri ve sistemlerin özellikleri (Bike Share Map, 2020; TÜİK, 2020)

Yerleşim Yeri	Nüfus	Bisiklet Sayısı	İstasyon Sayısı
Çanakkale	542.157	92	18
İstanbul	15.519.267	1500	150
Konya	2.232.374	261	29
Manavgat	241.011	58	6
İzmir	4.367.251	550	40
Kocaeli	1.953.035	500	70
Ordu	754.198	52	18
Nilüfer	465.956	187	21
Antalya	2.511.700	87	9

3. Çanakkale ilinin özellikleri

Çanakkale, Güney Marmara'da yer alan, tarihi ve kültürel turizm açısından yerli ve yabancı turistlerin cazibe merkezi olan bir ilimizdir. 25-35 ve 27-45 doğu boylamları ile 39-30 ve 40-45 kuzey enlemleri arasında yer alır. Çanakkale'ye ait meteorolojik bilgiler Tablo 2'de görülmektedir.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayınlanan Akıllı Şehirler Beyaz Bültenine göre Ülkemizde İstanbul, Ankara, Konya, Antalya, Bursa, Gaziantep, Kayseri, Kahramanmaraş illeri akıllı şehir kapsamında sayılmakta ve bu kapsamda gerçekleştirilmesi gereken hedefler bulunmaktadır. Bu bağlamda yapılması gereken uygulamalar arasında ulaşımın daha rahat olması ve çevresel etkiler de düşünülerek bisiklet yolları, BPS geliştirilmesi hedefleri öngörülmüştür (Çevre Bakanlığı, 2019).

Ülkemizde BPS'nin bulunduğu bazı yerleşim merkezleri Çanakkale, İstanbul, Konya, Manavgat, İzmir, Kocaeli, Ordu, Nilüfer ve Antalya'dır (Bike Share Map, 2020). Tablo 1'de bisiklet paylaşımında kullanılan bisiklet sayıları ve yerleşim alanlarının nüfus bilgileri (TÜİK, 2020) verilmiştir.

Çanakkale şehir merkezinde bisiklet yolları bulunmaktadır. Cengiz ve Kahvecioğlu (2016), Çanakkale şehir merkezi için rehber niteliğinde, ideal bisiklet yolu güzergahlarını belirledikleri bir çalışma yapmışlardır. Çanakkale şehir merkezinde 2016 yılından bu yana Belediye tarafından işletilen BPS bulunmaktadır.

Tablo 2. Çanakkale ili meteorolojik bilgileri (MGM, 2020)

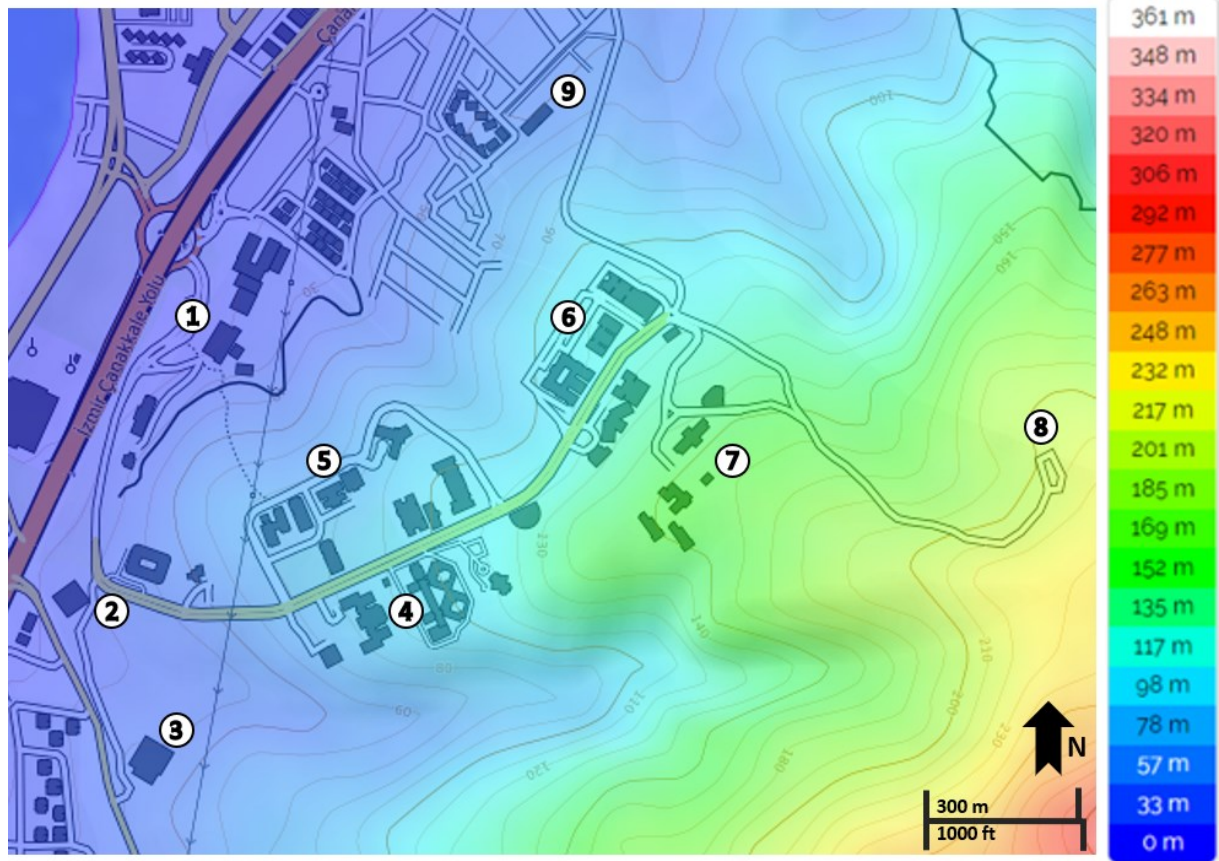
Çanakkale	Aylar (Ocak-Aralık) / Ölçüm Periyodu Yılı (1929-2019)												Yıllık
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Ortalama Sıcaklık(°C)	6,1	6,6	8,3	12,5	17,5	22,2	25,0	24,9	21,0	16,2	12,0	8,3	15,0
Ortalama En Yüksek Sıcaklık(°C)	9,5	10,1	12,4	17,2	22,6	27,7	30,6	30,6	26,3	20,7	15,9	11,6	19,6
Ortalama En Düşük Sıcaklık(°C)	3,1	3,3	4,7	8,2	12,6	16,5	19,2	19,5	15,9	12,1	8,5	5,2	10,7
Ortalama Güneşlenme Süresi (Saat)	3,2	4,3	5,3	7,2	9,4	11,0	11,7	11,1	8,9	6,3	4,3	3,1	7,15
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	12,4	10,4	9,7	7,8	5,6	4,0	1,7	1,3	3,3	6,4	8,9	13,3	6,98

4. Elektrikli bisiklet paylaşımı: ÇOMÜ Terzioğlu Yerleşkesi örneği

4.1. Yerleşkenin topografik yapısı, fakültelerin yerleşimi ve kampüs içi hareketliliğin özellikleri

Yerleşke eğimli bir arazide kuruludur. Ana girişten öğrenci yurtlarının olduğu alana kadar eğim devam etmekte ve yaklaşık 217 metre yüksekliğe çıkmaktadır. Şekil 1’de yerleşkedeki binaların konumları ve arazinin

eğim durumu görünmektedir. Fakülte binaları genel itibariyle ana yolun kenarına konuşlandırılmıştır. Şekil 1’de, kampüs içerisindeki toplu alanlar dokuz temel bölge olarak numaralandırılmış ve bu numaralandırılan yerler aynı zamanda istasyon alanı olarak da belirlenmiştir. Yerleşke içerisindeki bu alanların özellikleri Tablo 3’teki gibidir.



Şekil 1. ÇOMÜ Terzioğlu Yerleşkesi bina konumları-istasyon yerleri ve arazinin eğim durumu

Tablo 3. Fakültelerin yerleşimi ve yaklaşık Çomü öğrencisi sayısı, örgün öğrenim + ikinci öğretim (ÇOMÜ, 2020)

Bölge/ İstasyon Numarası	Binalar	Yaklaşık Öğrenci Sayısı
1	Ana Giriş, Tıp Fakültesi (F.), Tıp Fakültesi Hastanesi	1003
2	Kreş, Restoran, Cami	-
3	Spor Salonu, Seramik Atölyesi	-
4	Ziraat F. Laboratuvar, Fen Edebiyat F., Siyasal Bilgiler F., Öğrenci Sosyal Etkinlik Merkezi (ÖSEM), Konferans Merkezi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi F., Deniz Teknolojileri Meslek Yüksek Okulu (MYO), Amfi Tiyatro, Çanakkale Uygulamalı Bilimler F.	8860

Tablo 3 (Devamı). Fakültelerin yerleşimi ve yaklaşık Çomü öğrencisi sayısı, örgün öğrenim + ikinci öğretim (ÇOMÜ, 2020)

5	Rektörlük, Kütüphane, Lisansüstü Enstitüsü, Turizm F., Turizm İşletmeciliği ve Otelcilik YO, Matbaa, Sağlık Hizmetleri MYO	1072
6	Mühendislik F., Mimarlık ve Tasarım F., Güzel Sanatlar F., İletişim F., Yabancı Diller YO, Sağlık Bilimleri F., Spor Bilimleri F., Beden Eğitimi Spor YO	7526
7	Özel Yurt ve KYK Yurdu	1400
8	KYK Yurdu	2400
9	Çanakkale Teknik ve Sosyal Bilimler MYO	3736

Kampüs hareketliliği genel itibariyle sabah saatlerinde 1 (ana giriş), 7-8 (yurtlar bölgesi), 9 (ikinci giriş) numaralı bölgelerden fakülterle doğru olmaktadır. Öğle yemeği saatinde hareketlilik tüm fakültelerden yemekhanenin bulunduğu 4 numaralı bölgedeki Öğrenci Sosyal Etkinlik Merkezi'ne (ÖSEM) doğru olmaktadır. Gün içerisinde hareketliliğin ana merkezi 4. bölge ve kütüphanenin bulunduğu 5. bölgedir.

4.2. Bisikletlerin özellikleri

Arazinin eğimli olmasından dolayı normal bisikletin kullanımı ilgi görmeyecektir. Bu nedenle, eğimli arazide sürüş rahatlığı sağlamak amaçlı elektrikli bisiklet tercih edilmiştir (He ve diğerleri, 2019). Elektrikli bisikletlerde 250 ile 1000 Watt (W) arasında değişen güce sahip motorlar kullanılabilir ve 1000 W gücün üzerindeki araçların sınıfı değişip elektrikli moped sınıfına girmektedir (Mouli ve diğerleri, 2020). Tasarlanan sistemin, elektrikli bisiklet sınıfında sayılabilecek en üst seviye motor gücünü karşılayabilmesi için hesaplamalar 1000 W'lık motor kullanılan elektrikli bisikletlere göre yapılmıştır. 1000 Watt'lık bir motor için 48 Volt 28 Ampersaat (Ah) lityum bataryaya ihtiyaç duyulmaktadır. Elektrikli bisikletler ortalama 50 kilometre sürüş mesafesi desteklemektedir. Pilin tam şarj süresi ortalama 5-6 saattir.

4.3. İstasyonların yerleri ve özellikleri

İstasyonların yerleri, bisiklete ihtiyaç duyan kullanıcıların istasyonun etrafına yaklaşık 500 metre mesafede olmasına (ITDP, 2018) ve yerleşke içi genel hareketliliğin akışına göre belirlenmiştir. Özellikle sabah saatlerinde

hareketlilik, Şekil 1'deki haritada belirtilen 1, 7, 8 ve 9 numaralı noktalardan başlamaktadır. 1 ve 9, kampüs etrafındaki yerleşim alanlarında ikamet eden öğrencilerin otobüs beklemek zorunda oldukları yerlerdir. Sabah saatlerinde şehir merkezinden gelen otobüslerin dolu olması buradaki öğrenciler için problem oluşturmaktadır. 7 ve 8, yurttan kalan öğrencilerin otobüs beklemek zorunda kaldıkları yerlerdir. Gün bitiminde, bisikletlerin bir sonraki gün kullanıma hazır olması için 1, 7, 8 ve 9 numaralı bölgelerdeki istasyonlarda bulunması gerekmekte ve bisikletlerin şarj edilmesi için bu istasyonların şarj özelliklerinin olması gerekmektedir.

Bisiklet sayısına karar verilirken, 1000 kişi için 10-30 arası bisiklet kullanımı genel kabulü bulunmaktadır (ITDP, 2018; Wang ve diğerleri, 2020). Tablo 3'te de görüleceği üzere yerleşke içerisinde örgün eğitimde yaklaşık 20000 öğrenci bulunmaktadır. Bu öğrencilerden %90'ının aktif olarak yerleşke içerisinde eğitimde olduğunu varsayarsak, başlangıç olarak 1000 kişi için 10 bisiklet kullanımı seçildiğinde yerleşkede 180 bisiklet kullanılabilir. Bu bisikletlerin yerleşke içerisinde dağılımı aşamasında, yerleşke içerisindeki hareketlilik karakteristiği dikkate alınmıştır. 7 ve 8 numaralı öğrenci yurtlarının bulunduğu bölge 1000 kişi için 20 bisiklet tercih edilmiş olup sırasıyla 30 ve 50 bisiklet buralarda kurulacak istasyonlara yerleştirilecektir. Geriye kalan 100 bisikletin 80'inin sabah saatlerinde girişin en yoğun olduğu ve yığılmaların yaşandığı 1 numaralı giriş kapısında, 20'sinin ise girişin daha az

yaşandığı 9 numaralı giriş kapısında olmasına karar verilmiştir.

İstasyonlardaki park alanı sayısı belirlenirken, genel olarak istasyonda ihtiyaç duyulabilecek bisiklet sayısının 1,5- 2 katı kadar park alanı olması öngörülmektedir (Gutierrez ve diğerleri, 2014). 1, 7, 8 ve 9 numaralı istasyonlarda bisiklet sayısının 1,5 katı kadar park alanı olması tercih edilmiştir. 4, 5 ve 6 numaralı istasyonlarda günün başlangıcında öğrenci

olmayacağı için bisiklet olmayacak sadece park yeri olacaktır. Bu istasyonlarda, park yeri sayısına karar verilirken bölgelerdeki öğrenci sayıları ve hareket yoğunluğu dikkate alınarak olması gereken bisiklet sayısının 1,5 veya 2 katı olarak tercih edilmiştir.

Tablo 4'te, önerilen sistemin istasyon yerleri, istasyonun şarj özelliğine sahip olup olmadığı, günün başlangıcında bisiklet sayısı ve park alanı sayısı gösterilmektedir.

Tablo 4. Sistemde kullanılacak istasyon bilgileri

İstasyon Yeri	Şarj Ünitesi Var mı?	Gün Başlangıcında Bisiklet Sayısı	Park Yeri Sayısı
1	Evet	80	120
2	İstasyon yok	-	-
3	İstasyon yok	-	-
4	Hayır	-	90
5	Hayır	-	100
6	Hayır	-	90
7	Evet	30	45
8	Evet	50	75
9	Evet	20	30

4.4. Şarj ünitelerinin yapısı

Şarj özelliği bulunan 1, 7, 8 ve 9 numaralı istasyonlarda güneş paneli destekli şarj üniteleri kullanılacaktır. Aküler yardımıyla güneşli saatlerde üretilen elektrik enerjisi depolanacak, ihtiyaç fazlası üretim ise şehir şebekesine bağlanarak satılabilecektir. Uzun süreli güneşsiz hava koşullarında istasyonların enerjisi şehir şebekesinden karşılanacak şekilde sistem tasarımı yapılmıştır.

Şarj ünitesinde kullanılacak akü ve güneş paneli hesaplamalarının tamamı Özbay ve diğerlerinin (2019) çalışması örnek alınarak yapılmıştır. En kötü ihtimalle her bisikletin günde en az bir kere şarj edilmesi ihtiyacına göre hesaplamalar yapılmıştır. Kullanılması önerilen bisikletin 48 Volt 28Ah bataryaya sahip olması durumunda, bir bisikletin şarj olması için gerekli olan enerji miktarı E_B , wattaat (wh) cinsinden denklem 1 ile hesaplanmıştır.

$$E_B = V \times I \times t = 48 \times 28 \times 1 = 1344wh \quad (1)$$

N , bisiklet sayısı olmak üzere, şarj istasyonunda ihtiyaç duyulan toplam enerji miktarı E_T , denklem 2 ile hesaplanmıştır.

$$E_T = E_B \times N \quad (2)$$

Şarj istasyonunda ihtiyaç duyulan akü kapasitesi C_B , denklem 3 ile hesaplanmıştır.

$$C_B = \frac{E_T}{48} \quad (3)$$

Akülerin gerilim ve akım değerleri sırasıyla 12 Volt ve 200 Ah olursa, seri (N_S) ve paralel (N_P) bağlanacak akü sayısı sırasıyla denklem 4 ve 5 ile hesaplanmıştır.

$$N_S = \frac{48}{12} = 4 \quad (4)$$

$$N_P = \frac{C_B}{200} \quad (5)$$

N_P değeri ondalık sayı çıkması durumunda gerekli akım değerini sağlamak amacıyla bu değer yukarı yuvarlanarak tamsayı haline getirilmelidir. Bu durumda toplam akü sayısı N_T , denklem 6 ile hesaplanmıştır.

$$N_T = N_S \times N_P \quad (6)$$

Sistem bileşenlerinin dengesi %85 (Özbay ve diğerleri, 2019) olarak kabul edildiğinde günlük güneş panellerinden elde edilmesi gereken enerji miktarı E_G , denklem 7 ile hesaplanmıştır.

$$E_G = \frac{E_T}{0,85} \quad (7)$$

Bu çalışmada 265 W'lık panel seçilmiştir. Panelin tozlanması, yıpranması gibi durumlardan dolayı indirgeme faktörü 0,9 (Özbay ve diğerleri, 2019) olarak belirlendiğinde, Çanakkale'de günlük ortalama güneşlenme süresi de 7,15 saat olduğuna göre bir panelin günlük ortalama üreteceği enerji miktarı E_p , denklem 8 ile hesaplanmıştır.

$$E_p = 265 \times 7,15 \times 0,9 \cong 1705 \text{ wh} \quad (8)$$

Sistemde ihtiyaç duyulan panel sayısı P_T , denklem 9 ile hesaplanmıştır.

$$P_T = \frac{E_G}{E_p} \quad (9)$$

Sistemde 48 Volt gerilime ihtiyaç duyulduğu ve seçilen güneş panelinin çıkış gerilimi 27,83 Volt olduğu için seri olarak bağlanması gereken panel sayısı 2 (P_S) adettir. Paralel bağlanması gereken panel sayısı P_P , denklem 10 ile hesaplanmıştır.

$$P_P = \frac{P_T}{P_S} \quad (10)$$

P_P değeri, ondalık sayı çıkması durumunda ihtiyaç duyulan enerjiyi sağlayacak panel sayısını elde etmek için yukarı yuvarlanarak tamsayı yapılmalıdır. Formül 1-10 kullanılarak yapılan hesaplamalar doğrultusunda istasyonların durumu Tablo 5'teki gibi olacaktır.

Tablo 5. Şarj istasyonlarında kullanılacak akü ve güneş panelleri

İstasyon	Bisiklet sayısı	Gerekli enerji miktarı (wh)	Gerekli akü kapasitesi (Ah)	Akü adedi seri × paralel	Güneş paneli adedi seri × paralel
1	40	107520	2240	4 × 12 = 48	2 × 37 = 74
7	30	40320	840	4 × 5 = 20	2 × 14 = 28
8	50	67200	1400	4 × 7 = 28	2 × 23 = 46
9	10	26880	560	4 × 3 = 12	2 × 9 = 18

4.5. Sistemin işletilmesi

Sistem kurulup kullanılmaya başladığında, gün içerisinde istasyonların doluluk oranları takip edilmeli ve ihtiyaçlara bağlı olarak bisikletler görevliler tarafından istasyonlar arasında dağıtılmalıdır. Özellikle sabah saatlerinde giriş kapıları ve yurtların bulunduğu bölgelerdeki ihtiyaçların giderilmesi gerekebilir. Sistemin kullanım oranlarına bakılarak, verimli kullanılıp kullanılmadığı ölçülmelidir. Bir BPS'nin verimli olup olmadığı iki değerle ölçülmektedir: Bisiklet başına düşen sürüş adedi ve 1000 kişinin ortalama sürüş mesafesi. Günlük olarak, bisiklet başına ortalama 4-8 kere kullanım düşmesi gerektiği ve 4 kullanımın altına düşüldüğünde sistemin finansal olarak sürdürülemez olduğu ifade edilmektedir (ITDP, 2018). 1000 kişi başına sürüş mesafeleri takip edilerek sistemin geleceği, araçların sayıları, park yerlerinin sayıları gibi değerlere karar

verilmelidir. Bu çalışmada sürüş mesafeleri kampüs alanı ile sınırlıdır. Park yerleri ise eğitim ve sosyal alanların dağılımına göre belirlenerek konumlandırılmıştır.

5. Tartışma ve sonuç

Kalabalıklaşan şehir yaşamıyla ortaya çıkan trafik problemlerine çözüm üretilmesi ihtiyacı doğmuştur. Yoğun trafik, vatandaşların ulaşım sıkıntısı yaşamasının yanında hava kirliliğine de sebep olmaktadır. Bu probleme çözüm üretmek amaçlı paylaşımlı hareketlilik çözümleri üretilmeye başlanmıştır. Bu çalışma kapsamında, üniversite kampüsü içerisinde ehliyet gerektirmeyen, çevreye duyarlı ve sağlığa destek sağlayan bisiklet paylaşım sistemi önerilmektedir. ÇOMÜ Terzioğlu kampüs arazisi eğimli olduğu ve klasik bisikletler öğrenciler tarafından tercih

edilmeyeceği için elektrikli bisiklet paylaşım sistemi önerilmektedir.

Çalışmada kampüs yerleşim şekline ve hareketlilik özelliklerine göre istasyonların yerlerine ve özelliklerine karar verilmiş ve buna bağlı olarak şarj istasyonlarının sahip olması gereken akü ve güneş paneli özellikleri hesaplanmıştır. ÇOMÜ’de örgün eğitimdeki yaklaşık 20000 öğrencinin %90’ının aktif olarak yerleşke içerisinde eğitimde olduğunu varsayımına göre ilk etapta, literatürdeki kabullere uygun olarak 1000 kişi için 10 bisiklet kullanımı seçildiğinde, yerleşkede 180 bisikletin bulunmasının uygun olacağı öngörülmüştür. Sistem kurulunun ardından kullanım profiline bağlı olarak bisiklet sayısı arttırılabilecektir. Şarj istasyonları modüler yapıya sahip olduğundan olası bisiklet sayısı artışında paralel sistem bağlanarak kapasite arttırılabilecektir. Bu bisikletlerin yerleşke içerisinde dağılımı aşamasında, yerleşke içerisindeki hareketlilik karakteristiği dikkate alınmıştır. Bu bağlamda özellikle yurt bölgelerinde daha fazla sayıda bisiklet bulundurulması önerilmiştir.

Çalışmanın, üniversite yönetimi ve şehir yöneticilerine rehber olabileceği düşünülmektedir. Bundan sonraki çalışmalarımız sistemin geliştirilmesi için gerekli optimizasyon çalışmaları, matematiksel modellemeler ile ihtiyaçların belirlenmesi yönünde olacaktır.

Teşekkür

Yerleşke bilgilerini kullanmamıza izin verdiği için, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Rektörlüğü’ne teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Almanna, M., Elhenawy, M., Masoud, M., ve Rakha, H. (2019). A New Mathematical Approach to Solve Bike Share System Station Imbalances Based On Portable Stations. *2019 IEEE Intelligent Transportation Systems Conference*, 1721-1726.

Aydın, M. M., ve Yıldırım, M. S. (2019). Bisiklet Paylaşım Sistemlerindeki Yolculuk Uzunluğu Üzerinde Etkili Parametrelerin İncelenmesi. *GÜFBED*, 163-172.

Bike Share Map, (2020). Bike Share Map: <https://bikesharemap.com/country/turkey/#/6.550421142207759/32.1244/38.9171/> adresinden alındı, erişim tarihi 01.05.2020.

Castagnari, C., Corradini, F., Angelis, F. D., Berardinis, J. d., Forcina, G., ve Polini, A. (2018). Tangramob: an agent-based simulation framework for validating urban smart mobility solutions. *Journal of Intelligent Systems* 29, 1188-1201.

Cengiz, T., ve Kahvecioğlu, C. (2016). Sürdürülebilir Kent Ulaşımında Bisiklet Kullanımının Çanakkale Kent Merkezi Örneğinde İncelenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(2) : 55-66.

Chen, Z., Lierop, D. v., ve Ettema, D. (2020). Exploring Dockless Bikeshare Usage: A Case Study of Beijing, China. *Sustainability*.

Çevre Bakanlığı, (2019). *Akıllı Şehirler Beyaz Bülteni*. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı: <https://webdosya.csb.gov.tr/db/cbs/akillisehirler/> adresinden alındı, erişim tarihi 20.05.2020

ÇOMÜ, (2020). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, <https://ubys.comu.edu.tr/BIP/BusinessIntelligence/Home/Index> adresinden alındı, erişim tarihi 16.09.2020.

DeMaio, P. (2009). Bike-sharing: History, Impacts, Models of Provision, and Future. *Journal of Public Transportation*, 12:41-56.

Dewalska-Opitek, A. (2017). Generation Y Consumer preferences and mobility choices – an empirical approach. *Transport System Telematics*, 10-1:17-23.

Dia, H., ve Javanshour, F. (2017). Autonomous Shared Mobility-On-Demand: Melbourne Pilot Simulation Study. *Transportation Research Procedia*, 22:285-296.

Ghosh, S., Varakantham, P., Adulyasak, Y., ve Jaillet, P. (2017). Dynamic Repositioning to Reduce Lost Demand in Bike Sharing Systems. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 58:387-430.

Gutierrez, J., Torres, J., ve Iniestra, J. (2014). Dimensioning of a Bike Sharing System (BSS): A study case in Nezahualcoyotl, Mexico. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 253-262.

He, Y., Song, Z., Liu, Z., ve Sze, N. (2019). Factors Influencing Electric Bike Share Ridership: Analysis of Park City, Utah. *Transportation Research Record*, 5:12-22.

Hyland, M., ve Mahmassani, H. (2020). Operational benefits and challenges of shared-ride automated mobility-on-demand services. *Transportation Research Part A*, 134:251-270.

ITDP. (2018). *The Bikeshare Planning Guide*. Institute for Transportation and Development Policy: <https://www.itdp.org/publication/the-bike-share-planning-guide/> adresinden alındı, erişim tarihi 30.04.2020.

Kroes, J., Manikas, A., ve Gattiker, T. (2020). Generating efficient rebalancing routes for bikeshare programs using a genetic algorithm. *Journal of Cleaner Production*.

Meddin. (2020). The Meddin Bike-sharing World Map. <https://bikesharingworldmap.com/index.php> adresinden alındı, erişim tarihi 28.09.2020.

Meireles, R., Silva, J., Teixeira, A., ve Ribeiro, B. (2013). An E.Bike Design for the Fourth Generation Bike-Sharing Services. *World Electric Vehicle Journal*, 6:58-63.

MGM. (2020). *Meteoroloji Genel Müdürlüğü*. Meteoroloji Genel Müdürlüğü: <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=CANAKKALE> adresinden alındı, erişim tarihi 03.05.2020.

Chandra Mouli, G.R., Van Duijsen, P., Grazian, F., Jamodkar, A., Bauer, P., ve Isabella, O. (2020). Sustainable E-Bike Charging Station That Enables AC, DC and Wireless Charging from Solar Energy. *Energies* 2020, 13(14), 3549.

Özbay, H., Efe, S., ve Özer, İ. (2019). Çiftlik Evleri İçin PV Sistem Tasarımı:Bandırma Örneği. *International Engineering and Natural Sciences Conference(IENSC 2019)* (s. 711). Diyarbakır: Dicle University.

Rijavec, R., Dadashzadeh, N., Žura, M., ve Marsetic, R. (2020). Park and Pool Lots' Impact on Promoting Shared Mobility and Carpooling on Highways: The Case of Slovenia. *Sustainability*.

Santos, G. (2018). Sustainability and Shared Mobility Models . *Sustainability*.

Sezen, B., ve Erben, B. (2019). Sürdürülebilir ulaşımında önemli bir yere sahip olan bisikletin Gams küme kapsama modeli ile konumlandırılması: Gebze Teknik Üniversitesi örneği. *AUSUD*, 2:42 - 56.

TÜİK. (2020). *Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları*. Türkiye İstatistik Kurumu: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr> adresinden alındı, erişim tarihi 01.05.2020.

Wang, W., Su, S., Fu, M., Nong, Y., Scriba, T., ve Fadhil, D. (2020). Research of 3-Tier Mobility Stations System with bike and car sharing– Case study of small-scale city in Germany. *E3S Web of Conferences*.