



Yaya Geçitlerinde Yaya-Yaya ve Yaya-Araç Etkileşimleri ile Diğer Faktörlerin Geçiş Hızına Etkisinin Mikro Düzey İncelenmesi

Micro-level Investigation of the Effects for Pedestrian-Pedestrian and Pedestrian-Vehicle Interactions and Other Factors on Crossing Speed in Pedestrian Crossings

Ayşe Ünal¹, Meltem Saphioğlu¹

¹Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, 32260 Isparta TÜRKİYE

Başvuru/Received: 14/05/2020

Kabul / Accepted: 27/10/2020

Çevrimiçi Basım / Published Online: 18/01/2021

Son Versiyon/Final Version: 18/01/2021

Öz

Yaya geçitlerinin iyileştirilmesinde geçiş hızının hesaplanması önemlidir. Uygulamada, farklı yaya geçitlerinde farklı yaya geçiş hızlarının etkili olduğu görülmüştür. Tasarım hızlarının da yapılan çalışmalarda farklılık göstermesi, en uygun tasarımların sağlanması için yerel yaya geçiş hızları hesaplanması ihtiyacını desteklemektedir. Çalışmada, Mersin ili şehir merkezinde seçilen sinyalizasyonlu yaya geçidinde yaya hızlarını etkileyen faktörler mikro düzeyde incelenmiştir. 1868 yaya geçişi için yapılan istatistiksel analiz sonuçları; cinsiyet, yaş, grup davranışı, elinde yük durumu, telefonla meşguliyet, trafik ve yaya hacminin yaya geçiş hızları üzerinde etkilerini içermektedir. Ortalama geçiş hızı 1,14 m/sn hesaplanmıştır. Asıl araştırılan konu sinyal etkisi, yön faktörü ve yaya-araç etkileşim faktörleri istatistiksel yöntemlerle ve kümülatif yüzde geçiş hızı grafikleriyle incelenmiştir. Beklenenin aksine kuralsız geçen yayalar ile açılı geçiş davranışı sergileyen yayaların, kurallı ve normal geçen yayalara göre düşük geçiş hızına sahip olduğu görülmüştür. Yaya geçidi tasarımında, veri toplanırken araç-yaya etkileşiminin göz önünde bulundurulması; yayaların çapraz ve kural dışı geçişlerinin azaltılması, korkuluklarının genişliğinin doğru ayarlanması gerekmekte olduğu hesaplarla ortaya konmuştur. Ek olarak gelecekte yapılacak çalışmalarda, yaya hızı üzerinde etkili olan yaya geçidi genişliğinin doğru tespitinin yapılması gerekliliği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler

“Sinyalizasyonlu Kavşak, Yaya Hızı, Bağımsız t-testi, ANOVA, Araç-Yaya Etkileşimi”

Abstract

In improving pedestrian crossings, it is important to calculate the crossing speed. In practice, different average pedestrian crossing speeds can be effective in different pedestrian crossings. In the study, factors affecting pedestrian speeds at the selected signalized pedestrian crossing in Mersin city center were examined at a micro level. For the 1868 pedestrian crossing, the effects of gender, age, group behaviour, load condition in hand, telephone preoccupation, traffic and pedestrian volume on pedestrian crossing speeds were examined. The average crossing speed was calculated at 1.14 m/s. The actual subject studied was the signal effect, direction factor, and pedestrian-vehicle interaction factors studied by statistical methods and cumulative percentage pass rate graphs. Contrary to what is expected, pedestrians who exhibit angle crossing behavior with unregulated pedestrians have a lower crossing speed than canonical and normal passing pedestrians. In pedestrian crossing design, considering vehicle-pedestrian interaction while collecting data; It has been revealed by calculations that the cross and illegal crossings of pedestrians should be reduced and the width of the railings should be adjusted correctly

Key Words

“Signalized Intersection, Pedestrian Speed, Independent t-test, ANOVA, Vehicle-Pedestrian Interaction”

1.Giriş

Savunmasız yol kullanıcıları olarak bilinen yayalar, kazaya karıştıklarında her zaman ciddi şekilde etkilenen taraf olmuştur. Bu nedenle, karayolu trafiğinin güvenliğini artırmak için yayaların kaza riskini azaltmak önemlidir. Yayaları içeren kazaların büyük bir kısmı, motorlu taşıtların da bulunduğu araç-yaya çatışmalarının yaşandığı yaya geçitlerinde meydana gelmektedir. Ülkemiz karayolu ağında meydana gelen trafik kazalarında yaya yaralanmalarının yüzdesi %15.16 (bunların %61.30'i erkek, %38.70'i kadın yayalardan oluşmaktadır), ölümlerle sonuçlanan yaya kazaları yüzdesi ise %22.04 (bunların %72.61'i erkek ve %27.39'i kadın yayalardan oluşmaktadır)'tür (Akgüngör, 2007). Benzer olarak yapılan yurt dışı araştırmalarda da yaya ölüm riskinin erkekler için kadınlardan daha yüksek yüzdelik dilimlere sahip olduğunu göstermiştir (Malin vd., 2020). Yayaların sinyalizasyon ile kontrol edilen yaya geçitlerinde güvenli bir şekilde geçmeye teşvik edilmesi, bunun için de geçiş hareketlerinin uygun şekilde düzenlenmesi gerekmektedir. Yayaların karıştığı kazaların azaltılabilmesi, yaya geçidindeki yaya davranışları analiz edilerek ve buna göre yaya geçitlerindeki geçiş süre ve geometrileri tasarlanarak sağlanabilir. Yayaların belirli bir mesafeyi kat etme zamanları (yayaların yürüme hızı) kavşaklarda yaya ve araç geçişini etkileyen yapıların tasarımında önemli bir parametredir. Bu nedenle yaya geçidi geçiş hızı ve buna etki eden faktörleri doğru bir şekilde tespit etmek önemlidir.

Yaya hız davranışı ile ilgili yapılan çalışmalarda, makroskopik anlamda yaya hız tespiti ilk olarak Navin ve Wheeler (1969) ve Fruin (1971) tarafından gerçekleştirilmiş, daha sonra birçok araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. The Highway Capacity Manual (2010) 'a göre normal bir yaya geçidi tasarımı için yaya hızı 1.2 m/sn, yayaların %20'si orta yaş üzerinde ise yaya geçiş hızı 1.0 m/sn kabul edilmektedir. Manual of Uniform Traffic Control Devices (2009) 'e göre yaya geçiş hızı 1.07 m/sn iken, German Guidelines for Traffic Signals RiLSA (1992) en fazla 1.2 m/sn ile 1.5 m/sn (engelli veya yaşlılar için 1.0 m/s) arasında bir hız önermiştir. Daamen ve Hoogendoorn (2007) ise yapmış oldukları çalışmalarında, yaşlı erkek yayalar için ortalama 1.24 m/sn, yaşlı kadın yayalar için 1.18 m/sn ortalama geçiş hızı önermektedirler. Çin'de yapılan bir çalışmada tüm yayaların ortalama geçiş hızı 1.37 m/s olarak hesaplanmıştır (Ren vd., 2011). İzmir'de sinyalizasyonlu altı yaya geçidinde yapılan çalışmada yaya geçiş hızı 1.07 m/sn, yaşlı yaya oranının yüksek olduğu kavşaklarda bu değer 0.93 m/sn, Ankara'da yapılan çalışmada ise geçiş hızının 1.20 m/sn olarak alınması tavsiye edilmiştir (Önelçin, 2014; DüNDAR, 2016). Isparta'da sinyalizasyonlu yaya geçidinde yapılan bir diğer çalışmada ise geçiş hızı 0.88 m/sn hesaplanmıştır (Saphoğlu&Faisal, 2020).

Çalışmalarda ayrıca yaya hız davranışlarındaki farklılıkları cinsiyete ve yaşa göre incelemişlerdir. Erkek yayaların kadın yayalara göre daha yüksek geçiş hızına sahip oldukları hesaplanmıştır. Yaş ilerledikçe ise geçiş hızlarında düşüş söz konusu olmaktadır (Daamen&Hoogendoorn, 2007; Garber&Hoel, 2009; Granié vd., 2013; Ren vd., 2011; Asher vd., 2012; Chandra&Bharti, 2013; Önelçin, 2014; DüNDAR, 2016; Saphoğlu&Faisal, 2020). Erkek yayalar, kadın yayalara göre trafik kurallarını daha sık ihlal etme eğilimindedir ve riskli durumlarda geçme olasılıkları daha yüksektir (Rosenbloom vd., 2004). Genç yetişkinler ve ergen yayalar, diğer yaş grubundaki yayalara oranla trafik kurallarını daha çok ihlal etme eğilimindedirler (Diaz, 2002; Holland&Hill, 2007).

Yaya geçidinde yaya davranışları üzerinde etkili olduğu düşünülen grup davranışı, elinde yük durumu, telefonla meşguliyet durumları da araştırmacılar tarafından analiz edilmiştir. En az iki kişi birlikte hareket eden yayalar bireysel yayalara göre, elinde yük olan yayalar olmayanlara göre ve telefonla veya herhangi bir şeyle meşgul olan yayalar olmayanlara göre daha düşük geçiş hızlarına sahiptirler (HCM, 2010; Schwebel vd., 2012; Önelçin, 2014; DüNDAR, 2016; Muley vd., 2017). Bir diğer parametre araştırmasında ise Hamed (2001), yaya akımı arttıkça yaya geçidi geçiş bekleme sürelerinin azaldığını tespit etmiştir; yayaların diğer yayalara uyum sağlayarak birlikte kuraldışı, yolu geçmeye meyilli olduğu da tespit edilmiştir. Chu vd., (2004), trafik koşulları, karayolu özellikleri ve sinyal kontrolü özellikleri dahil olmak üzere yol ortamının geçiş davranışları üzerindeki etkilerini tartışmıştır. Tiwari vd., (2007) trafik sinyalinin bekleme süresi arttıkça, yayaların sinyali ihlal etme ihtimalinin daha yüksek olduğu sonucuna varmışlardır. Yaya geçitlerinde trafik kurallarına uyum oranlarının; geçiş mesafesi, sinyal zamanlaması, trafik polisinin varlığı ve yaya hacminin farklı etkilerine göre değişkenlik gösterdiği saptanmıştır (Ren vd., 2011).

Etkileşim faktörlerinden iki yönlü yaya-yaya çatışma etkileri de bazı araştırmacıların dikkatini çekmiş ve araştırma konusu olarak incelemişlerdir. Lam ve Lee (2008) ilk olarak Hong Kong'daki sinyalizasyonlu yaya geçitlerindeki çeşitli akım koşullarında yaya-yaya etkileşiminin yürüme süresi ve yürüme hızı üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Teknomo (2006), sinyalizasyonlu yaya geçitlerindeki yaya akımlarının iki yönlü etkilerini ölçmek için kullanılan mikroskopik bir yaya simülasyon modeli geliştirmiştir.

Yayaların araçlarla olan etkileşimi sonucu geçiş hızında meydana gelen farklılıkta az sayıda araştırmacı tarafından irdelenmiştir (Lord, 1996; Cynecki, 1980; Alhajjaseen vd., 2013; Asona vd., 2015). Hem yayalara hem dönen araçlara aynı anda yeşil sinyalin yanması sonucu ortaya çıkan çatışma durumunda dönen araç-yaya çatışması dikkat çekicidir. Dönen araç-yaya çatışma şiddetinin değeri; yayalara geçiş hakkı verilen yeşil sinyal zaman süresince karşıdan karşıya geçen yaya hacmi ile çatışma durumu sergileyen taşıt hacminin çarpımı olarak ifade edilmiştir (Cynecki, 1980). Yapılan çalışmada sinyalizasyonlu kavşaklarda dönüş hareketi yapan taşıtlar ile yayaların etkileşimi trafik çatışma teknikleri kullanılarak analiz edilmiştir. Üç kollu ve dört kollu kavşaklar ayrı ayrı ele alınmış çatışma durumları incelenmiş, üç kollu kavşaklarda daha fazla taşıt-yaya çatışması olduğu belirtilmiştir (Lord, 1996).

Kaynak incelemelerinde ilk olarak yaya geçidi geçiş hızı değerlerinin farklı bölgelerde farklı sonuçlar verdiği görülmüştür. Bunun nedeninin farklı insan davranışları olduğu açıktır. İnsan davranışı ise sosyal, kültürel, çevresel ve daha birçok yönünden değişebilmektedir. Örneğin İzmir ve İstanbul illerinde yapılmış olan anket çalışmasında; yayanın cinsiyeti, yaşı, medeni durumu, yüksek eğitim seviyesi, dini, trafikte yaya olarak geçirdiği günlük saat ve katılımcıların yaya olarak yaralandığı son 5 yıl içinde ki kazaların sayısı hakkında bilgi toplanmıştır. Elde edilen bilgiler ile yaya güvenliği arasında %60 oranında bir ilişki tespit edilmiştir (Nordfjarn&Şimşekoğlu, 2013). Yine de yaya davranışının bölgesel, çevresel ve geometrik tasarımsal öncüllerine odaklanan çalışmalar yeterli değildir. Bu nedenle en uygun ve güvenli kavşak ve yaya geçidi tasarımı sağlayabilmek için yerel olarak da yaya geçidi hızları hesaplanmalıdır. Yayaların geçiş davranışı üzerinde fiziksel çevre (yol genişliği, kavşak türü), yol kullanıcıları değişkenleri (demografik özellikler) ve sosyal faktörler ayrı ayrı tespit edilmelidir. Yayaların geçiş hareketlerinin mikro düzeyde incelenmesi ve hızlarının etkileyen durumların irdelenmesi sağlanmalıdır.

Bu çalışmada ilk olarak, yaya geçidi geçiş hızının; bireysel özellikler, zaman değişimi, araç ve yaya hacmi gibi etkili faktörlerin Mersin ilinde seçilen kavşak yaklaşımı için değerlendirilmesi yapılmıştır. Bireysel özellikler cinsiyet, yaş, dikkat dağıtıcı unsurlar (cep telefonu ile konuşmak, yük taşımak ve bir çocuğun elini tutmak gibi), grup davranışı gibi faktörleri içerir. Zaman değişimi hafta içi-hafta sonu, gün ve günün saatinin etkisini ifade eder. Daha sonra, mikro düzey çalışmalarda yaya geçiş hızı üzerindeki etkisi araştırılmamış olan bazı parametrelere de bu çalışmada yer verilmiştir. Bu parametreler;

- Yayaların yaya geçidini normal olarak geçmesi veya yaya geçidi içinden veya dışından açılı bir şekilde geçmesinin yaya hızına etkisi,
- Yayaların yeşil sinyal sürede kurallı veya kırmızı sinyal sürede kuralsız bir şekilde hareketini tamamlamasının yaya geçiş hızı üzerindeki etkisi,
- Yayanın hareketine, yaya geçidinin kuzey veya güney yönünden başlaması durumunda yön faktörünün yaya geçiş hızına etkisi,
- Yayaların yaya geçidi geçişleri sırasında yayalarla, araçlarla veya her ikisiyle de etkileşime girdiği durumların yaya hızına etkisi analiz edilmiştir.

İstatistiksel yöntemler ve kümülatif yüzde grafiği analiziyle yorumlamalar gerçekleştirilmiştir. Ayrıca çalışmada, ilgili faktörlerin yaya hızı üzerindeki etkileri incelenerek, Mersin ili şehir merkezinde seçilen kavşakta mikro düzey yaya davranış profili belirlenmiştir.

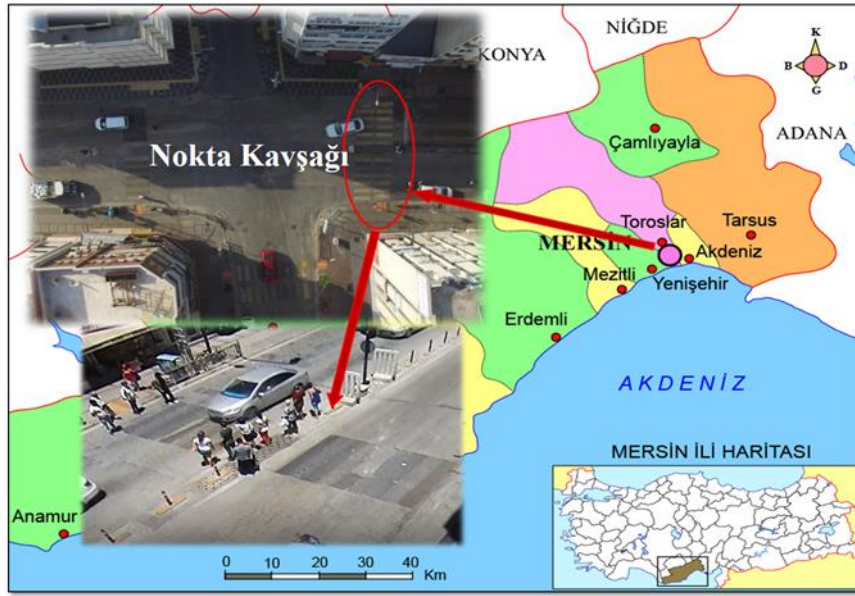
2. Materyal ve Metot

Akdeniz Bölgesi'nde yer alan, 919 594'i erkek, 920 831'i kadın bireylerin oluşturduğu toplam nüfusu 1 840 425 olan Mersin ili, Türkiye'nin nüfus bakımından en kalabalık illeri arasında 11. Sırada yer almaktadır (TÜİK, 2019). Çalışma kapsamında yayaların yaya geçidi davranışlarını ve yaya geçidi ortalama geçiş hızlarını etkileyen faktörler incelenmiştir. Bunun için 45. Kuvai Milliye Caddesi-İstiklal Caddesi kesişiminde (Nokta Kavşağı) yer alan dört kollu sinyalizasyonlu kavşağın en yoğun trafik ve yaya hacmine sahip doğu yönündeki kolu seçilmiştir.

Mersin ili, şehir merkezinde 2018 yılında dinamik kavşak sistemine geçmiş ve kamera sistemi ile araç trafiğini kontrol edebilmektedir. Araç yoğunluğuna göre sinyal süreleri güncellenmekte; araçların geçiş hakkı olduğunda yayalara dur, yayaların geçiş hakkı olduğunda araçlara dur sinyali yanmaktadır. İncelenen yaya geçidi, 12 m uzunluğunda ve 4 m genişliğinde orta refüj ile bölünmüş sinyal kontrollü yaya geçididir (Şekil 1). Gerekli yaya geçidi geometrik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Yaya Geçidi Geometrik Özellikleri – Nokta Kavşağı, Mersin

<i>Kavşak İsmi</i>	<i>Kavşak Tipi</i>	<i>GenişlikxUzunluk</i>	<i>Şerit Genişliği</i>	<i>Kavşak Merkezine Uzaklık</i>	<i>Sinyalizasyona Uzaklık</i>
<i>Nokta Kav. Yaya Geçidi</i>	<i>Dört Kollu Sinyalizasyonlu</i>	4x12 m	3 x 4 m	12 m	3 m



Şekil 1. Çalışma Bölgesi- Nokta Kavşağı, Mersin

Yaya geçidi hareketleri; 06.07.2019 cumartesi günü sabah saat 9:00-10:00, öğle 13:00-14:00 ve akşam 17:00-18:00 arası bir saatlik ve 08.07.2019 pazartesi günü sabah saat 9:00-10:00, öğle 13:00-14:00, ve akşam 17:00-18:00 arası bir saatlik süreyle video kamera ile kaydedilmiştir. Hafta içi-hafta sonu ve aynı gün içerisinde farklı saat dilimlerinin yaya davranışları üzerindeki etkisini incelemek için kayıtların farklı zamanlarda ve pik saatlerde alınmasına dikkat edilmiştir.

Yayaların yaya geçidi boyunca davranışlarını ve etkili faktörleri belirlemek için 6 saatlik video kaydı ve 1868 ayrı geçiş analiz edilmiştir. Yayaların bazıları, gitmek istedikleri yön doğrultusunda yaya geçidi dışından çapraz geçişlerde bulunmuştur. Bu yüzden geçişler normal ve açılı geçiş olarak ayrı değerlendirilmiştir. Yayanın, geçişe başladığı kaldırımdan diğer kaldırıma adım attığında yaya geçidinde harcadığı süre, geçiş süresi olarak hesaplanmıştır. Yaya geçidi ortalama geçiş hızı; yayanın almış olduğu mesafeyi (m) yolu geçmek için harcadığı süreye (sn) bölerek m/sn cinsinden elde edilmiştir. Açılı geçişlerde de yayanın açılı olarak aldığı ortalama mesafe görüntülerden çıkarılarak geçiş hızı hesaplanmıştır.

Yaya geçidinin bulunduğu kesimde yol bölünmüş bir yol olduğu için yaya geçidi iki ayrı kesimde incelenmiştir. Harekete başlanılan kuzey yön kaldırımından orta refüje kadar ki aralık birinci kesim, orta refüjden hareketin tamamlandığı güney yönündeki kaldırıma kadar ki aralık ikinci kesim olarak değerlendirilmiştir. Yaya özellikleri doğrudan video kayıtlardan elde edilmiştir. İlk etapta yayanın cinsiyeti (erkek-kadın) ve yaşı (çocuk:7-12 yaş -genç yetişkin:13-24 yaş-yetişkin:25-64 yaş-yaşlı:65+ yaş) gruplandırılmış, sonrasında geçiş başlığı altında yayanın yaya geçidinden normal olarak mı yoksa açılı bir şekilde yaya geçidi dışından mı geçtiği hareket biçimi tanımlanmıştır. Daha uygun ve uygulanabilir istatistiksel veriler elde etmek için, yaya yaşı dört gruba ayrılmıştır. Sinyal durumu; yeşil ve kırmızı sinyalin hangisinde yayanın geçme davranışı gösterdiği, yayaların bireysel mi grup halinde mi yoksa çocuk ile birlikte mi geçtikleri tanımlanmıştır ancak her yaya geçiş hızı ayrı olarak hesaplanmıştır.

Yayaların geçişleri sırasında yaya, araç veya her ikisi ile de etkileşim yaşayıp yaşamadıkları; geçişler sırasında dikkat dağıtıcı unsur olarak telefonla ilgilenip ilgilenmedikleri ve ellerinde herhangi bir yük olup olmaması durumları da görüntülerden çıkarılmıştır. Yön faktörü etkisi (yayaların geliş yönü) de çalışma kapsamında incelenmiştir. Yayaların yaya geçidi sınırları içinde geçişlerini gerçekleştirip gerçekleştirmediği, özellikle yaya geçidi bölgesinde yer alan araç park edilme durumlarının ve yaya geçidinin korkuluk tarzı engellerle sınırlandırılmış olup olmamasının, yaya geçiş konumu üzerinde etkisi olup olmadığı da çalışmaya alınmıştır.

Geçiş hızlarının mikro düzeyde incelenebilmesi için yayaların geçişleri boyunca yönde 1,5'ar metre de bir olacak şekilde ortalama yaya hızları her bir yaya için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Burada amaç yaya-arac etkileşimi olduğu durumlarda yayaların ortalama hızlarındaki değişikliği tespit etmek, yaya hareketlerinin araçla karşılaştıkları durumda değişip değişmediğini gösterebilmektir. Bir başka deyişle yaya davranışlarını ortaya koymaktır. Etkileşimin ölçüsü, çalışmada grafiksel olarak yaya hızlarındaki değişiklikler şeklinde ifade edilmiştir. Bu değişiklikler video görüntülerinden incelenerek araçla etkileşim halinde olup olmadığı anlara göre değerlendirilmiştir. Yayaların yavaşlayıp hızlanma durumlarının veya ani hareketlerinin araç yaya etkileşiminden kaynaklanıp kaynaklanmadığı ortaya çıkarılmıştır. Video-kamera kaydının alındığı gün ve saatlerde motorlu taşıt yoğunluğu da birinci ve ikinci kesim için ayrı ayrı tespit edilmiştir. Taşıt yoğunluğu bilgisi; yayaların geçiş hızları değerlendirilirken yorumlarda kullanılmıştır. Ölçülmüş olan ve görüntülerden

hassas bir şekilde elde edilen her parametrenin yaya geçiş davranışı ve hızı üzerinde ki etkisi bulgular bölümünde ayrıntılı olarak verilmiştir.

Bu çalışmada birçok yapılmış yaya çalışmasına ek olarak (Önelçin, 2014; Antic vd., 2016; Dünder, 2016; Karataş&Yaman, 2018; Solmaz vd., 2020; Saphoğlu&Faisal, 2020); yayanın cinsiyeti, yaş grubu, grup davranışı, elinde yük bulunup bulunmaması, telefonla ilgilenip ilgilenmeme, yaya geçidini geçiş şekli, yayanın harekete başladığı yön, sinyal etkisi, yayanın yaya geçidini kullanırken karşıdan gelen yaya ile çatışması veya özellikle sağa dönen araç ile çatışması (karşılaşması) veya hiçbir etkileşime girmeme hali, taşı yoğunluğu ile yaya geçiş hızları arasında ki ilişki ve özellikle yaya geçidi bölgesinde yer alan araç park edilme durumlarının ve yaya geçidinin korkuluk tarzı engellerle sınırlandırılmış olup olmamasının yaya davranışlarına etkisi verileri birlikte incelenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Gözlemler sonucu elde edilen temel parametrelerin öncelikle geçiş hızı üzerindeki etkilerini istatistiksel ifade edebilmek için SPSS 17.0 yazılımı kullanılmıştır. İki seviyeli değişkenler ile geçiş hızı karşılaştırılmıştır. Bunun için bağımsız t-testi, ikiden fazla seviyeye sahip değişkenler için tek yönlü ANOVA, ikiden fazla seviyeye sahip değişkenlerin birbirleri üzerindeki etkisini de incelemek için, iki yönlü ANOVA analizi yapılmıştır. Tanımlayıcı istatistikler Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Tanımlayıcı İstatistikler

Değişken	Grup	Sayı (N)	Geçiş Hızı (m/sn)	
			Ortalama (μ) (m/sn)	Standart Hata
Bireysel Özellikler				
Cinsiyet	Kadın	836	1.108	0.186
	Erkek	1032	1.160	0.242
Yaş Grubu	Çocuk	88	1.218	0.238
	Genç Yetişkin	920	1.181	0.197
	Yetişkin	768	1.108	0.222
	Yaşlı	98	0.860	0.152
Telefonla Meşguliyet	Evet	156	1.106	0.168
	Hayır	1712	1.140	0.224
Elinde Yük Bulunması	Evet	392	1.051	0.189
	Hayır	1476	1.160	0.222
Grup Davranışı	Bireysel	1268	1.165	0.221
	Grup	512	1.093	0.207
	Eli Çocuklu	88	0.988	0.184
Zaman Faktörü				
Pazartesi	Sabah (09.00-10.00)	296	1.066	0.171
	Öğle (13.00-14.00)	404	1.194	0.259
	Akşam (17.00-18.00)	480	1.130	0.175
Cumartesi	Sabah (09.00-10.00)	124	1.168	0.196
	Öğle (13.00-14.00)	200	1.214	0.278
	Akşam (17.00-18.00)	364	1.089	0.204

3.1. Bireysel Özelliklerin Yaya Geçiş Hızına Etkisi

Seçilmiş yaya geçidinden toplamda 1032 erkek, 836 kadın tarafından geçişler gerçekleştirilmiştir. Erkek ve kadın yayaların geçiş hızlarını karşılaştırmak için bağımsız t-testi yapılmıştır. Erkek yayaların ortalama geçiş hızı $\mu=1.16$ m/sn; standart hata SH=0.24 ve kadın yayaların ortalama geçiş hızı $\mu=1.11$ m/sn; SH=0.19 elde edilen sonuçlarda anlamlı bir fark bulunmuştur (Sig=0.000 < 0.05). Bu sonuçlar, Mersin İli Nokta Kavşağı yaya geçidinde erkek yayaların kadınlardan fazla geçiş hızı sergilediklerini göstermektedir. Bu durum daha önce yapılmış olan yaya geçidi çalışmaları (Tarawneh, 2001; Montufar vd., 2007; Daamen&Hoogendoorn, 2007; Saphoğlu&Faisal, 2020) ile benzerlik göstermektedir.

Yaya geçidinde geçişler; 88’i çocuk, 920’si genç yetişkin, 768’i yetişkin ve 92’si yaşlı yayalar tarafından gerçekleştirilmiştir. Geçiş hızına yaş parametresinin etkisini araştırmak için tek yönlü ANOVA analizi yapılmıştır. Dört yaş grubu için de Sig=0.000 < 0.05 seviyesinde anlamlı bir etki göstermiştir. Farklı yaş gruplarında ki bireylerin geçiş hızları birbirlerinden farklılık göstermektedir. Bir başka deyişle, yaş parametresinin geçiş hızı üzerinde etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

%95 güven aralığı ile yaş faktörünün ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu tespit edildikten sonra bu farklılığın düzeyini belirlemek için çoklu karşılaştırma yapılmıştır. Çoklu karşılaştırma için Post-Hoc testlerinden Hochber’s GT2

Testi tercih edilmiştir. Hochber's GT2 testi, bizim çalışmamızda olduğu gibi, değişken alt grup örneklem sayılarının eşit olmadığı durumlarda kullanılan test çeşididir. Çoklu karşılaştırma testlerinden Hochber's GT2 istatistiği de Tukey testine benzeyen, ancak genişletilmiş t modülü (studentized maximum modulus) tabanında çalışan bir Post-Hoc türüdür (SPSS, 2002; Kayri, 2009). Yaş değişkeninin de alt grup örneklem sayıları arasında, farklılık söz konusu olduğu için çoklu karşılaştırma testlerinden Hochber's GT2 testi kullanılmıştır. SPSS analizi ile elde edilen karşılaştırma test sonucu Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Çoklu Karşılaştırma - Hochber's GT2 Testi

(I) Yaş	(J) Yaş	Ort. Farklar (I-J)	Standart Hata	P	%95 Güven Aralığı	
					Alt Sınır	Üst Sınır
Çocuk	G.Yetişkin	0.037	0.023	0.488	-0.023	0.097
	Yetişkin	0.110*	0.023	0.000	0.050	0.170
	Yaşlı	0.358*	0.030	0.000	0.278	0.438
G.Yetişkin	Çocuk	-0.037	0.023	0.488	-0.097	0.023
	Yetişkin	0.073*	0.010	0.000	0.047	0.099
	Yaşlı	0.321*	0.022	0.000	0.263	0.380
Yetişkin	Çocuk	-0.110*	0.022	0.000	-0.170	-0.050
	G.Yetişkin	-0.073*	0.010	0.000	-0.099	-0.047
	Yaşlı	0.248*	0.022	0.000	0.189	0.307
Yaşlı	Çocuk	-0.358*	0.030	0.000	-0.438	-0.278
	G.Yetişkin	0.321*	0.022	0.000	-0.380	-0.263
	Yetişkin	-0.248*	0.022	0.000	-0.307	-0.189

Tablo 3'te Sig. sütununda yer alan değer < 0.05 olduğu için gruplar arasındaki fark anlamlıdır. Farkın anlamlı olduğu gruplar, ortalama farklar sütununa "*" işareti konularak tabloda belirtilmiştir. Örneğin; çocukların ortalama geçiş hızları ile yetişkinlerin ortalama geçiş hızları arasında (Iyaş-Jyaş) 0.110 fark vardır ve aynı zamanda Sig=0.000 < 0.05 'dir. Bu nedenle fark anlamlıdır. Farkın eksi çıkması Iyaş sütununda yer alan alt grubun ortalama geçiş hızının aynı grupta yer alan alt grubun ortalama geçiş hızından daha düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Çocuk ve genç yetişkin hız ortalamaları arasındaki farkın önem derecesi 0.05'ten büyük (Sig.=0.488) olduğu için anlamlı değildir, buna istinaden bu alt gruplar arasında önemli bir fark bulunmamaktadır.

Yaş ve cinsiyet parametrelerinin bağımlı değişken üzerinde ki etkisini ve birbirleri arasındaki etkileşimini de görmek için iki yönlü ANOVA Analizi yapılmıştır. Sonuçlar Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Yaş ve Cinsiyet Parametre Etkilerinin İncelenmesi-İki Yönlü ANOVA

Parametreler	Tip III Karelerin Toplamı	df	Ortalama Kare	F	P	Etki Derecesi
Cinsiyet	1.410	1	1.410	34.080	0.000	1.000
Yaş	8.148	3	2.716	65.660	0.000	1.000
Cinsiyet*Yaş	0.524	3	0.175	4.219	0.006	0.860

İki yönlü ANOVA test sonuçlarına (Tablo 4) göre; bağımlı değişken üzerindeki etkisi araştırılan cinsiyet ve yaş tek başına, cinsiyet*yaş etkileşimi parametrelerinin hepsi Sig değeri < 0.05 şartını sağladığı için ortalama geçiş hızı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Son sütunda yer alan bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerinde ki etki oranını ifade eden etki derecesi sonuçları cinsiyet ve yaş parametresinin ayrı değerlendirilmesinde oldukça yüksek çıkmıştır. İki parametrenin birlikte hız üzerindeki etkisi, bağımsız değişkenlerin ayrı değerlendirmesine göre daha düşük (0.860) elde edilmiştir.

Yayaların, yaya geçidinden geçişleri sırasında telefonla ilgilenmelerinin geçiş hızları üzerindeki etkisini araştırmak için bağımsız t-testi yapılmıştır. Telefon ile meşgul olan 156 yaya ($\mu=1.11$ m/sn, SH=0.17) ve telefonla meşgul olmayan 1712 yaya ($\mu=1.14$ m/sn, SH=0.22) arasında ki karşılaştırma sonucu anlamlı bir fark bulunmuştur (Sig=0.000 < 0.05). Geçiş sırasında dikkati dağılmayan yayalar daha yüksek bir geçiş hızına sahiptir.

Yayaların, yaya geçidinden geçişleri sırasında elinde yük olmasının geçiş hızı üzerindeki etkisini araştırmak için yine bağımsız t-testi yapılmıştır. Elinde yük bulunan 392 yaya ($\mu=1.05$ m/sn, SH=0.19) ve elinde yük bulunmayan 1476 yaya ($\mu=1.16$ m/sn, SH=0.22) arasında ki karşılaştırma sonucu anlamlı bir fark bulunmuştur (Sig=0.018 < 0.05). Herhangi bir yük taşımayan yayaların geçiş hızı daha yüksek tespit edilmiştir.

Grup davranışının yayaların geçiş hızı üzerindeki etkisini araştırmak için; bağımsız değişkenin alt grubu ikiden fazla olduğu için tek yönlü ANOVA Analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda bireysel geçen 1268 yayanın hız ortalaması $\mu = 1.16$ m/sn, SH=0.22 bulunmuştur. Grup halinde geçen (en az iki kişi birlikte geçen yayalar) 512 yayanın $\mu = 1.10$ m/sn, SH=0.21, çocuğun elinden tutarak çocukla birlikte geçen 88 yayanın $\mu = 0.99$ m/sn SH=0.18 olarak bulunmuştur. Sig.= 0.000 < 0.05 olduğu için tüm alt gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. Çoklu karşılaştırma testi olarak Post-Hoc testlerinden Hochber's GT2 testi sonucu da tüm grupların birbirleri üzerinde etkisini gösteren Sig.= 0.000 < 0.05 olduğundan anlamlı farklar mevcuttur. Bireysel yayaların geçiş hızları yüksek çıkarken, elinde çocuk olan yayaların geçiş hızı en düşük olarak hesaplanmıştır.

Yukarıda; cinsiyet, yaş, grup davranışı, elinde yük olması durumu ve telefonla meşguliyetin geçiş hızı üzerinde ki etkileri istatistiki olarak incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda tüm parametreler için Sig. değeri < 0.05 bulunarak geçiş hızı üzerinde anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir. Anlamlı olan bu farkta hangi parametrelerin daha etkili olduğunu tespit etmek için etki büyüklükleri hesaplanmıştır. Etki büyüklüğü (EB) anlamlı farklılığın ortaya konması için ilgilenilen sonuç değişkenine göre bir başka deyişle hız-bağımlı değişkenine göre, iki ortalama arasındaki beklenen farklılık olarak ifade edilmektedir (Hulley vd., 2001; Kılıç, 2014). ANOVA Analizi, grup davranışı ve yaşın alt grupları ikiden fazla olduğu için yapılmıştır. SPSS Kısmi Eta Kare değerini yani etki büyüklüğünü hesaplamaktadır. Alt grup sayısı iki olan parametrelerde ise, bağımsız t-testi yapılmıştır. Bunların etki büyüklüğünün hesaplanması için yaygın olarak kullanılan, Cohen tarafından geliştirilen, hesaplama (d) kullanılmıştır.

$$SS_{pooled} = \sqrt{(SS^2 \text{ grupA} + SS^2 \text{ grupB}) / 2} \quad (1)$$

$$EB = \frac{A \text{ grubunun ortalaması} - B \text{ grubunun ortalaması}}{\text{Harmanlanmış (pooled) standart sapma}} \quad (2)$$

Formül 1'de SS_{pooled} harmanlanmış standart sapma, SS grupA; A grubunun standart sapması, SS grupB; B grubunun standart sapması şeklinde ifade edilmektedir. Örnek olarak cinsiyet parametresinde erkek ve kadın iki alt grup yer almaktadır. Burada grupA erkek, grupB kadın yayaların standart sapması olarak alınmış ve harmanlanmış standart sapma Formül 1 ile hesaplanmıştır.

Formül 2'de EB; Etki büyüklüğünü, A grubunun ortalaması örnek olarak erkek yayaların geçiş hızı ortalamasını; B grubunun ortalaması ise kadın yayaların geçiş hızı ortalamasını ifade etmektedir.

Cohen etki büyüklüğü sonuçlarının yorumlanması için genel bir öneri olarak; etki büyüklüğü değerinin 0.2'den küçük olması durumunda zayıf, 0.5 olması durumunda orta ve 0.8'den büyük olması durumunda ise kuvvetli bir etki oluştuğunu ifade etmiştir (Hulley vd.,2001; Kılıç, 2014). Çalışma parametrelerinin hesaplanmış Etki büyüklükleri Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Parametrelerin Etki Büyüklükleri

Parametreler	Etki Büyüklüğü
Cinsiyet	0.255
Yaş	0.933
Grup Davranışı	0.534
Telefonla Meşguliyet	0.172
Elinde Yük Bulunması	0.536

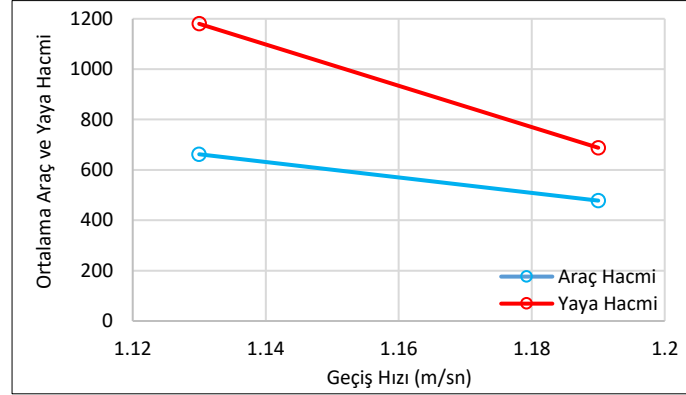
Tablo 5'te de görüldüğü üzere; geçiş hızı üzerinde en etkili parametre yaş sonrasında grup davranışı ve elinde yük bulunup bulunması olarak tespit edilmiştir. Cinsiyet ve telefonla meşguliyetin diğer üç parametre kadar etkisi tespit edilememiştir.

3.2. Günlük ve Saatlik Değişimlerin Yaya Geçiş Hızına Etkisi

Veriler hafta içi pazartesi sabah, öğle, akşam olmak üzere üç grupta elde edilmiştir. Sabah yaya geçidini kullanan 296 yayanın geçiş hızı $\mu = 1.07$ m/sn, SH=0.17, öğlen geçen 404 yayanın geçiş hızı $\mu = 1.19$ m/sn, SH=0.29 m/sn, akşam geçen 480 yayanın geçiş hızı $\mu = 1.13$ m/sn SH=0.18 bulunmuştur.

Veriler hafta sonu cumartesi sabah, öğle, akşam olmak üzere üç grupta elde edilmiştir. Sabah yaya geçidini kullanan 124 yayanın geçiş hızı $\mu = 1.17$ m/sn, SH=0.20, öğlen geçen 200 yayanın geçiş hızı $\mu = 1.21$ m/sn, SH=0.28, akşam geçen 364 yayanın geçiş hızı $\mu = 1.19$ m/sn, SH=0.20 olarak bulunmuştur. Aynı gün içinde farklı zamanlarda toplanan veriler arasında net yorum yapabilmek mümkün değildir. Fakat verilere bakıldığında sabah saatlerinde daha düşük geçiş hızı tespit edilmiştir. Akşam saatlerinde ise sabah ve öğle saatlerine göre hem hafta içi hem hafta sonu daha yüksek geçiş hızı hesaplanmıştır. Şekil 2'de araç ve yaya hacmine göre geçiş hızlarının değişimi görülmektedir. Hafta içi yaya hacmi ve araç hacmi hafta sonuna göre daha fazladır. Hafta içi ortalama geçiş hızı 1.13 m/sn bulunmuştur. Hafta sonu ise geçiş hızı 1.19 m/sn olarak hesaplanmıştır. Hafta içi yaya ve araç hacminin fazla olması, yaya hareketlerinin

kısıtlanmasına ve geçiş hızlarının azalmasına sebep olmuştur. Bu nedenle araç ve yaya hacminin de geçiş hızı üzerinde etkisi olduğu görülmüştür.



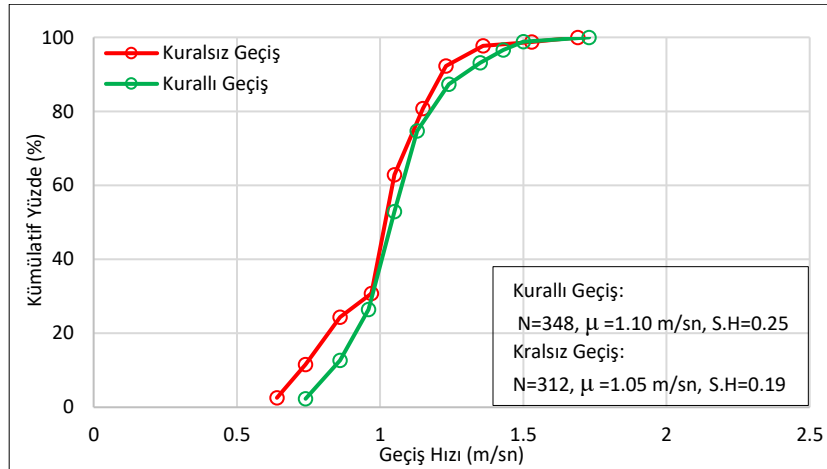
Şekil 2. Hafta içi ve Hafta sonu Araç ve Yaya Hacmine Göre Geçiş Hızı Grafiği

Temel istatistik yorumları sonunda asıl çalışma amacı için önemli olan sinyal etkisi, geçiş şekli davranışı ve etkileşim parametrelerinin yaya davranışı üzerinde ki etkileri, kümülatif yüzde geçiş hızı grafikleri çizilerek detaylı olarak incelenmiştir. Video kamera kayıtlarından görülmüştür ki özellikle bu üç parametre; yaya geçidi geçiş süresini ve hızını önemli derece de etkilemektedir.

3.3. Sinyal Durumunun Yaya Geçiş Hızına Etkisi

İncelenen kavşak kolu, orta refüj ile bölünmüş sinyal kontrollü olarak işletilmektedir. Bu yüzden sinyal etkisi iki yaya hareket yönü için de incelenmiştir. Yayanın hareketine başladığı kuzey yön kaldırımdan orta refüje geldiği aralık birinci kesim, orta refüjden karşı güney yön kaldırımına geçtiği aralık ikinci kesim olarak isimlendirilmiştir. Verilerin değerlendirilmesi sonucu; bazı yayaların sinyale göre kurallı geçiş yaptıkları, bazı yayaların kuralsız geçiş yaptıkları tespit edilmiştir. Yaya geçidi boyunca yeşil sinyal süresinde hareketini tamamlayan yayalar kurallı geçiş yapmaktadırlar. Yaya geçidi boyunca kırmızı sinyal süresinde hareketini tamamlayan yayalar kuralsız geçiş yapmaktadırlar. Sinyal durumuna göre geçiş hızlarının kümülatif yüzde grafiği Şekil 3'te verilmiştir. Grafikte; yeşil sinyalde geçen yayalar yeşil, kırmızı sinyalde geçen yayalar kırmızı renk ile ifade edilmiştir. Kurallı ve kuralsız olarak ele alındığı için her iki kesimi de kırmızı veya yeşil sinyalde alan yayalar incelenmiştir diğer durumlar elimine edilmiştir.

Yapılan bağımsız t-testi analizi sonuçlarına göre; kurallı geçiş davranışı sergileyen 348 yayanın ortalama geçiş hızları 1.10 m/sn, SH=0.25 kuralsız geçiş davranışı sergileyen 312 yayanın ortalama geçiş hızları 1.05 m/sn, SH=0.19 olarak hesaplanmıştır.

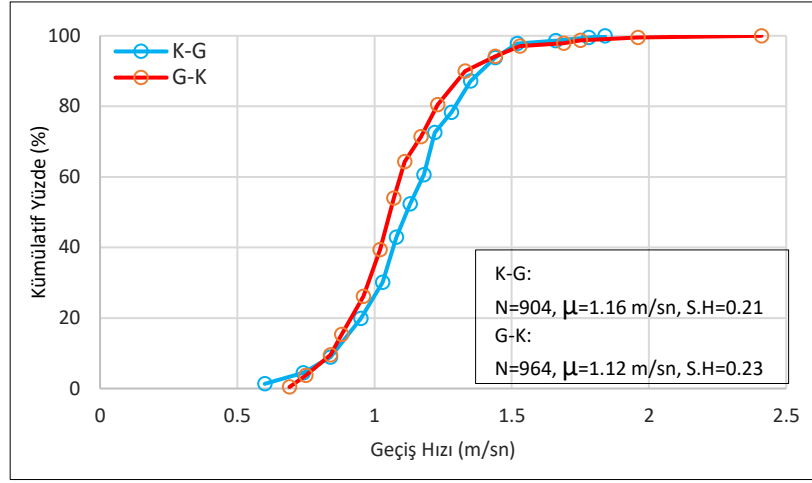


Şekil 3. Yaya Geçidi Sinyal Durumuna Göre Kümülatif Hız Grafiği

Yaya geçidinden kuralsız geçen yayaların daha düşük, kurallı geçen yayaların daha yüksek geçiş hızına sahip oldukları görülmektedir (Şekil 3). Bu durum, yayaların kırmızı ışık anında daha hızlı geçecekleri düşüncesine ters düşen dikkat çekici bir durumdur. Kuralsız geçişlerde yayalar daha fazla araçlarla etkileşim içerisine girmektedirler. Etkileşim sonucunda araç yol vermediği taktirde yaya geri adım atmakta veya aracın geçmesini beklemektedir. Tüm bu etkileşimlerin araç yolu içerisinde olması hem yaya hızını düşürmekte hem de yaya güvenliğini tehlikeye sokmaktadır.

3.4. Yaya Geçidinde Yön Faktörünün Geçiş Hızına Etkisi

Video kamera görüntü analizlerinde gözlemlenmiştir ki yaya geçidinin iki yönü için de yayalar farklı davranış sergileyebilmektedir. Bunu tespit edebilmek için ortalama geçiş hızı üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Yapılan Bağımsız t-testi sonucunda; kuzeyden güney yönüne geçen 904 yayanın ortalama geçiş hızı 1.16 m/sn, SH=0.21; güneyden kuzey yönüne doğru geçen 964 yayanın ortalama geçiş hızı 1.12 m/sn, SH=0.23 olarak hesaplanmıştır. Sig.=0.000 < 0.05 olduğu için gruplar arasında anlamlı bir fark vardır. Yani yön faktörü geçiş hızı üzerinde etkilidir. Yönle ilgili yaya geçidi geçiş hızlarının kümülatif yüzde grafiği Şekil 4'te verilmiştir.



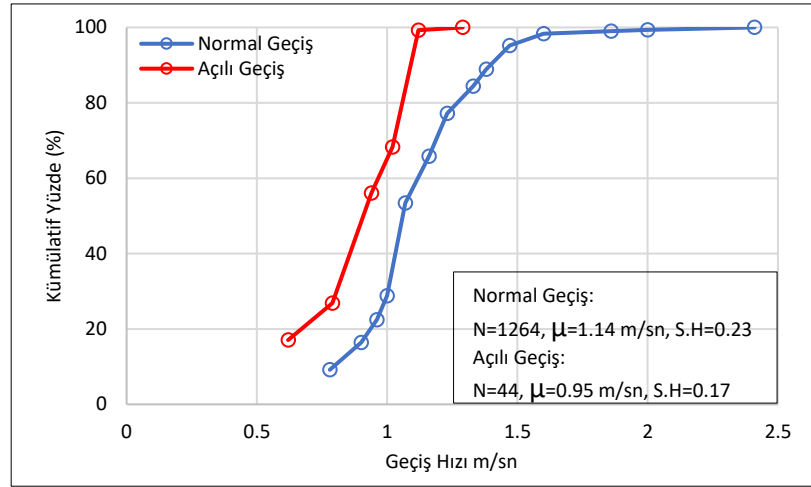
Şekil 4. Yön Faktörünün Geçiş Hızı Üzerine Etkisi

Güneyden kuzey yönüne hareket eden yayaların ortalama geçiş hızlarının diğer yöne göre daha az hesaplanmasının sebebi arazi üzerinde incelendiğinde, yaya geçidinin kuzey kesim kaldırımında yaya geçidi sınırlandırma elemanının bulunduğu görülmüş ve kısa süreli araç park durumları tespit edilmiştir. Bu durumların yaya hızlarında yavaşlama olarak etki ettiği düşünülmektedir. Yaya geçidinin kuzeyinde kaldırımında, yaya geçidinin bulunduğu mesafe haricinde demir korkuluklar mevcutken, yaya geçidinin güneyinde bulunan kaldırımında herhangi hareketi kısıtlayıcı eleman bulunmamaktadır. Bu nedenle Güney yönünden hareket eden yayaların hızları daha yüksek çıkmaktadır. Sonuç olarak yaya geçidi tasarlanırken yaya geçidi geometrisinde ek korkuluk yerleştirilmesinin yaya geçiş hızlarını etkilediği söylenebilir. Ayrıca kısa süreli de olsa yol kenarı araç park durumları, yaya geçiş hızını etkilemektedir.

3.5. Yayaların Geçişlerini Normal veya Açılı Yapmasının Geçiş Hızı Üzerine Etkisi

Yaya hareket verileri incelendiğinde, yayaların düz olarak yaya geçidinden geçebilmelerinin yanında, gitmek istedikleri yön doğrultusunda veya yaya geçidine gelmeden buldukları yerden açı yapacak şekilde iki türlü geçebildiği görülmüştür. Geçiş şeklinin de geçiş hızı üzerinde özellikle de geçiş süresi üzerinde etkili olduğu görüldüğü için bu parametrenin çalışma kapsamında incelenmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Çalışma kapsamında yaya geçidi iki kesimde analiz edilmiştir.

Veriler incelenirken her iki yön için sadece karşıdan karşıya açılı geçenler ve sadece düz geçen yayaların verileri alınmış diğerleri elimine edilmiştir. Yapılan bağımsız t-testi sonucunda normal geçen 1264 yayanın ortalama geçiş hızı 1.14 m/sn, SH=0.23, açılı olarak geçen 44 yayanın ortalama geçiş hızı 0.95 m/sn, SH=0.17 olarak bulunmuştur. Sig.=0.000 < 0.05 olduğu için gruplar arasında anlamlı bir fark vardır. Geçiş şekline göre geçiş hızı kümülatif yüzde grafiği Şekil 5'de gösterilmiştir.



Şekil 5. Geçiş Şeklinin Geçiş Hızı Üzerine Etkisi

Açılı geçen yayaların geçiş hızları düşük olurken geçiş süreleri de oldukça yüksek tespit edilmiştir. Çünkü video kamera görüntülerinin analizi sonucunda yayalar gitmek istedikleri yön doğrultusunda yaya geçidi dışından kural dışı hareket etmektedirler. Bu davranışları da sık sık araçlarla etkileşim içine girmelerine ve fazladan gecikmelere sebep olmaktadır. Araçlarla etkileşimleri sonucunda kendi güvenlikleri için dikkatli, hız yapmadan geçişlerini gerçekleştirmektedirler. Açılı geçiş davranışlarının, toplam geçiş süreleri de normal yaya geçidinden geçen yayaların toplam geçiş sürelerinden oldukça yüksek hesaplanmıştır. Açılı geçiş davranışı sergileyen yayaların geçiş sırasında mesafe ve zaman olarak her hangi bir avantajları olmadığı görülmüştür.

3.6. Etkileşim Faktörünün Yaya Davranışı Üzerindeki Etkisi

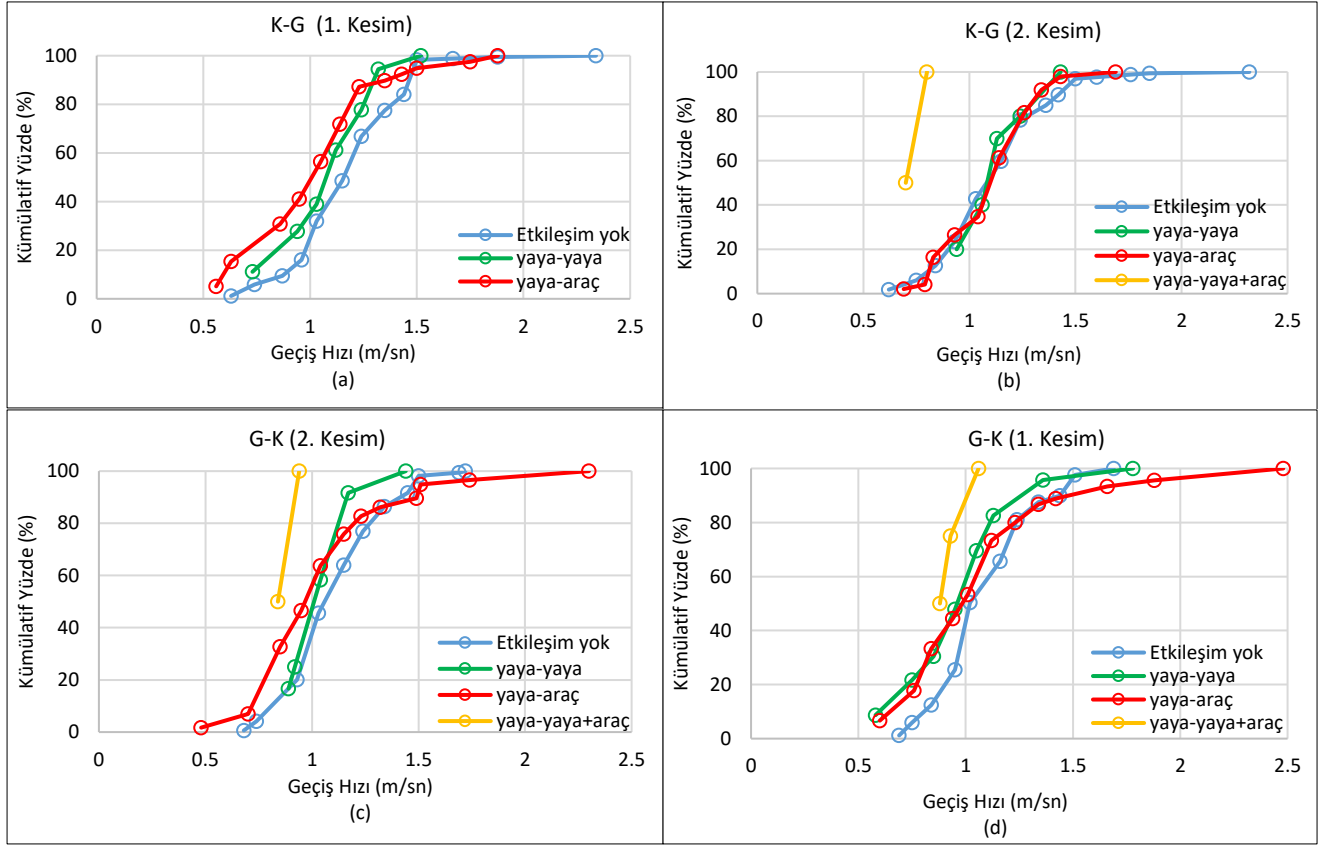
Kaynak incelemelerinde bahsedildiği şekilde yaya geçitlerindeki geçişlerde yaya-yaya etkileşimi ve yaya-arac etkileşiminin yaya hızı üzerinde etkisi önemlidir. Bu çalışmada da video kamera incelemelerinde etkileşime maruz kalan yayaların olumsuz etkilendiği (hızlarda yavaşlama, güvenlik nedeniyle durma veya hızlanma, yolunu değiştirme) gözlemlenmiştir. Yaya davranışları analizinde, bahsedilen etkileşim parametresinin incelenmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Yaya geçidi iki kesime ayrılmış ve her kesimin ortalama hızı kendi içinde hesaplanmıştır. Çalışmada kuzey yön kaldırımından orta refüje kadar ki aralık birinci kesim, orta refüjden güney yönündeki kaldırıma kadar aralık ikinci kesim olarak isimlendirilmiştir. Video görüntülerinden yararlanarak meydana gelen durumlar analiz edilmiş, etkileşim dört grup altında değerlendirilmiştir. Hiç etkileşim içine girmeyen yayalar, karşılıklı yaya-yaya etkileşimi, yaya- araç etkileşimi ve bazı yayaların hem araç hem yaya ile de etkileşime girdikleri tespit edilmiştir. Etkileşim ve kesim bazında hesaplanan ortalama hız değerleri tablo 6'da verilmiştir. Etkileşimin hız üzerindeki etkisini gösteren kümülatif hız grafiği Şekil 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6. Etkileşimin Yaya Geçidi Kesim Bazında Ortalama Geçiş Hızı Üzerine Etkisi

Etkileşim	Kuzey-Güney Geçiş				Güney-Kuzey Geçiş			
	Birinci Kesim		İkinci Kesim		Birinci Kesim		İkinci Kesim	
	N	Ort.Hız	N	Ort. Hız	N	Ort.Hız	N	Ort.Hız
Etkileşim yok	67	1.20	664	1.15	676	1.13	676	1.15
Yaya - yaya	72	1.12	40	1.14	92	1.02	48	1.08
Yaya - araç	15	1.05	196	1.11	180	1.10	232	1.07
Yaya-yaya-arac	-	-	4	0.77	16	0.93	8	0.91

Tablo 6'daki değerler incelendiğinde, etkileşime maruz kalmayan yayaların daha yüksek geçiş hızına sahip olduğu görülebilir. Yaya-yaya etkileşimi; özellikle yaya hacminin fazla olduğu anlarda meydana gelmiştir. Yayalar bu durumda hareketlerinde hafif duraksamış, hız azaltmış veya doğrultu değiştirme davranışı sergilemiştir. Yaya-arac etkileşiminde; yayalar araçla etkileşim yaşadığı anda, kimi zaman durup aracın geçmesini beklemiş kimi zamansa koşarak araç gelmeden hareketini tamamlama eğilimine girmiştir. Yayaya göre durma ve koşma eylem davranışı farklılık göstereceği için yaya-arac etkileşiminde farklı hız değerleri elde edilmiştir. Yine de yaya-yaya etkileşimine göre daha düşük geçiş hızı hesaplanmıştır.



Şekil 6. Etkileşim Parametresinin Ortalama Geçiş Hızı Üzerine Etkisi

Araçların gelme yönü de yaya güvenliği için önemlidir. Yayanın rahat görüş açısı içindeki düz yoldan gelen araçlara yaya önlem alabilir ve yavaşlamadan hızlı bir geçiş yapabilir. Diğer tarafta ise, araçların sağa dönüş yaptığı kısımlarda yayanın sol-arkasından gelen araçlar, yaya güvenliği için oldukça tehlike arz etmektedir. Yaya-yaya-araç etkileşiminde her iki durumda söz konusu olduğundan daha fazla gecikme yaşanmış yani geçiş süresi artmıştır. Ortalama geçiş hızı oldukça düşük hesaplanmıştır.

K-G birinci kesimde (Şekil 6.a); etkileşimin olmadığı geçişlerde yaya geçiş hızları daha yüksek hesaplanmıştır. Burada araç geçişleri yaya görüş açısı içinde yer almaktadır. Ayrıca araçla etkileşim durumunda yaya hızı en düşüktür. G-K birinci kesimi (Şekil 6.d) ile K-G birinci kesimi (Şekil 6.a) aynı kesimde, farklı yönden gelen yaya hareketleridir ve aynı benzer davranışı sergilemektedirler. Fakat (Şekil 6.d) bir miktar hızlarda yavaşlama söz konusu olmuştur. Bunun sebebi olarak güneyden gelen yayaların yaya geçidi korkuluğu ile karşılaşmalarından meydana geldiği yorumu yapılabilir. K-G ikinci kesim (Şekil 6.b) ile G-K ikinci kesimde (Şekil 6.c) aynı bölgeyi ifade etmektedir ve yaya davranışları benzerdir. Fakat G-K yönü için araçlar yayaların görüş alanı dışında sol arka taraftan geldiği için yayaların daha kontrollü geçme ihtiyacını ortaya koymuştur. Bu durumda G-K yönünde hızların bir miktar yavaş olmasında neden olmuştur.

4. Sonuç ve Öneriler

Çalışma da ortalama geçiş hızı 1.14 m/s bulunmuştur. Çeşitli ülkelerde ve şehirlerde yapılan geçiş hızı çalışmalarıyla kıyaslandığında, daha düşük bir değer elde edilmiştir (Cresswell vd., 1978; Wilson&Grayson, 1980; Bennett vd., 2001; Tarawneh, 2001; Gates vd., 2006; Montufar vd., 2007; Daamen&Hoogendoorn, 2007; Ren vd., 2011; Marisamynathan&Perumal, 2014; Dünder, 2016). Türkiye'de farklı iller de yapılan bazı yaya geçiş hız çalışmalarına göre ise yüksek hesaplanmıştır (Saphoğlu&Faisal, 2020; Önelçin, 2014). Yine de TSE tarafından önerilen 1.4 m/s'lik hız değerinin oldukça altında olduğu görülmektedir.

Yaya geçiş hızını etkileyen faktörler (cinsiyet, yaş, grup davranışı, telefonla meşguliyet, elinde yük durumu) incelendiğinde istatistiksel olarak hepsinin geçiş hızı üzerinde anlamlı bir fark oluşturduğu görülmüştür. Erkeklerin, kadın yayalara; telefonla meşgul olmayanların, olan yayalara; elinde yük olmayanların, elinde yük olan yayalara; bireysel hareket edenlerin, grup halinde hareket eden yayalara göre daha yüksek geçiş hızına sahip oldukları görülmüştür. Yaş faktörü arttıkça da yaya hızında azalma meydana gelmiştir. Etki büyüklüklerinin hesaplanması ile cinsiyetin ve telefonla meşguliyetin diğer faktörler kadar geçiş hızını etkilemediği tespit edilmiştir. Bununla birlikte incelenen bireysel faktörlerin kendi içinde önem sıralamasına 'Cohen d' analizi ile bakıldığında en önemli etkinin yaş parametresi olduğu, sonrasında ise yaya grup davranışı ve elde yük olup olmaması durumu olarak tespit edilmiştir. Bu nedenle, Mersin

ilinde yaya geçidi geometrileri ve yaya geçiş süreleri tasarlanırken, yaş parametresi öncelikli olmak üzere, yaya grup davranışı ve elinde yük bulunması parametrelerinin veri toplarken dikkate alınması, araçlar için oluşturulmuş dinamik sinyal sürelerine yaya güvenliğini artırıcı önlemler alınmasını destekleyecektir.

Hafta içi yaya ve araç hacminin fazla olması, yaya hareketlerinin kısıtlanmasına ve geçiş hızlarının azalmasına sebep olmuştur. Bu nedenle araç ve yaya hacminin de geçiş hızı üzerinde etkisi olduğu görülmüştür. Gelecekte yapılacak çalışmalarda, veri temininin hafta içi günlerde ve farklı mevsim şartlarında alınması ayrıca yaya hacmiyle de ilişki kurulması, sinyal süresi iyileştirme çalışmalarında faydalı olabileceği düşünülmektedir.

Yaya geçidi hareketine başlanılan yönün etkisi de çalışma içerisinde yer almıştır. Güneyden kuzey yönüne hareket eden yayaların ortalama geçiş hızları daha düşük hesaplanmıştır. Bunun sebebi olarak; yaya geçidinin kuzey yönü kaldırımında yaya geçidi sınırlandırma elemanının bulunduğu görülmüş ve kısa süreli araç park durumları tespit edilmiştir. Bu durumların yaya hızlarını yavaşlattığı fark edilmiştir. Kavşak geometrisinin ve görüş açılarının yaya hızı üzerindeki etkisi tespit edilmiştir.

Çalışmada araç-yaya ve yaya-yaya etkileşim faktörlerinin de yaya geçiş hızları üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Etkileşime girmeyen yayalar daha yüksek geçiş hızına sahipken, araçlarla olan etkileşim daha çok gecikmeye sebep olmaktadır. Ayrıca araçlarla etkileşim, yaya güvenliği yönünden en tehlikeli olanıdır. Yayanın sol arkasından gelen araçlar (sağa dönen araçlar olduğunda) yayanın ani hareket değişimine (durma veya koşma) girmesine ve yayanın daha kontrol ihtiyacı geçmesine neden olmuş, geçiş hızını oldukça etkilemiştir.

Sinyal durumuna göre kurallı geçen yayaların kuralsız geçen yayalara göre daha yüksek geçiş hızlarına sahip oldukları görülmüştür. Sinyal süresi beklemek istemeyen sabırsız yayalar, kuralsız geçiş davranışı sergileyerek zamandan avantaj sağlayacaklarını düşünseler de bu durumun tersi söz konusu olmuştur. Beklenenin aksine kurallı geçişler zaman yönünden yayanın lehinedir ve dikkate değer bir çıkarımdır.

Geçiş şekline göre yayalar; yaya geçidinden normal geçebilmelerinin yanından buldukları yerden yaya geçidine kadar gelmeden açılı da geçebilmektedirler. Açılı geçişin yaya yönünden avantajlı olacağı düşünülse de geçişlerini daha fazla sürede tamamlamakta, daha fazla araç yolunda bulunmaktadır. Bu nedenle daha çok araçlarla etkileşim içine girmekte ve güvenliğini tehlikeye atmaktadırlar. Kümülatif yüzde grafikleri ile de ortaya konmuştur ki açılı geçişler de daha düşük geçiş hızları hesaplanmıştır.

Çalışma sonucunda, içsel dürtü ile hareket ettikleri düşünülen yayaların çevre ve yol geometrik etkileri ile hareket davranışlarının önemli ölçüde değiştiği görülmüştür. Ayrıca Mersin ili merkez kavşağında yapılan bu çalışmanın diğer illerdeki kavşaklarda yapılan çalışmalarla farklılık gösterdiği durumlar mevcuttur. Bu da yayaların davranışlarının bölgeden bölgeye, şchirden şchire farklılık gösterebileceği düşüncesini desteklemektedir. Bu nedenle gelecekte yapılacak çalışmalarda farklı bölgelerden alınacak kavşak ve yaya hareket verileri yaya davranışlarının daha iyi analiz edilebilmesini sağlayabilir.

Yayaların yoğun olarak trafiğe dâhil olduğu kent merkezlerinde, savunmasız yol kullanıcısı olan yayaların güvenliğini ön planda tutmak, bu çalışmada olduğu gibi mikro düzeyde çalışmalar yapılarak tasarlanmalıdır. Böylece yeni yaya geçitlerinin tasarımında daha verimli ve sürdürülebilir kavşak yönetimi söz konusu olabilir.

Teşekkür

Mersin Ulaşım Daire Başkanlığı-Ulaşım Koordinasyon Merkezi'ne (UKOME), seçilen yaya geçidindeki video-kamera görüntülerinin alınmasında verdikleri destek için teşekkür ederiz.

Referanslar

Akgüngör, A.P. (2007). Road traffic accidents and safety programme in Turkey. *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*, 14(2), 119-121.

Alhajyaseen W.K.M., Asano, M., Nakamura, H., & Kang, N. (2011). Gap acceptance models for left-turning vehicles facing pedestrians at signalized crosswalks. Presented at the 3rd International Conference on Road Safety and Simulation RSS2011, Transportation Research Board TRB, 16.

Alhajyaseen, W.K.M., Asano, M., & Nakamura, H. (2013). Left-turn gap acceptance models considering pedestrian movement characteristics. *Accident Analysis and Prevention*, 50, 175– 185.

Antic, P., Pesic, D., Milutinovic, N., & Maslac, M. (2016). Pedestrian behaviours: validation of the serbian version of the pedestrian behaviour scale. *Transportation Research Part F*, 41, 170- 178.

- Asano, M.I., Alhajyaseen, W.K.M., & Nakamura, H. (2015). Analysis and modeling of pedestrian crossing behavior during the pedestrian flashing green interval. *IEEE Transactions On Intelligent Transportation Systems*, 16(2).
- Asher, L., Aresu, M., Falaschetti, E., & Mindell, J. (2012). Most older pedestrians are unable to cross the road in time: a cross-sectional study. *Age Ageing*, 41(5), 690–694.
- Bennett, S., Felton, A., & Akçelik, R. (2001). Pedestrian movement characteristics at signalized intersections, 23rd Conference of Australian Institutes of Vehicles, Transportation Research Board.
- Chandraa, S., & Bhartib, A.S. (2013). Speed distribution curves for pedestrians during walking and crossing. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 104, 660 – 66.
- Chu, X., Guttenplan, M., & Baltes, M.R. (2004). Why people cross where they do: The role of street environment. *Transportation Research Board of the National Academies*, 3–10.
- Cresswell, C., Griffiths, J.D., & Hunt, J.G. (1978). Site evaluation of a pelican crossing simulation model. *Traffic Engineering and Control*, 19, 546–549.
- Cynecki, M.J. (1980). Development of conflicts analysis technique for pedestrian crossings. *Transportation Research Record*, 743, 12–20.
- Daamen, W., & Hoogendoorn, S.P. (2007). Pedestrian free speed behavior in crossing flows. In *Traffic and Granular Flow*, Springer, Berlin, Germany, 299–304.
- Díaz, E.M. (2002). Theory of planned behavior and pedestrians' intentions to violate traffic regulations. *Transportation Research Part F*, 5(3), 169–175.
- Dündar, S. (2016). Analysis of pedestrian crossing speed - The case of İstanbul. ICE Publishing. doi:10.1680/jmuen.15.00036.
- Fruin, J.J. (1971). Designing for pedestrians: a level of service concept. *Highway Research Record*, 355, 1–15.
- Garber, N., & Hoel, L. (2009). *Traffic and highways engineering*, West Publishing Company, Virginia.
- Gates, T.J., Noyce, D.A., Bill, A.R., & Van, E.N. (2006). Recommended walking speeds for pedestrian clearance timing based on pedestrian characteristics. *Transportation Research Record*, 1982, 38–47.
- Granie, M.A., Pannetier, M., & Gueho, L. (2013). Developing a self-reporting method to measure pedestrian behaviors at all ages. *Accident Analysis and Prevention*, 50, 830–839.
- Hamed, M. (2001). Analysis of pedestrians behavior at pedestrian crossings. *Safety Science*, 38(1), 63–82.
- HCM, (2010). *Highway Capacity Manual*. Transportation Research Board, National Research, Washington.
- Holland, C., & Hill, R. (2007). The effect of age, gender and driver status on pedestrians intentions to cross the road in risky situations. *Accident Analysis and Prevention*, 39(2), 224–237.
- Hulley, S.B., Cummings, S.R., Browner, W.S., Grady, D., Hearst, N., & Newman, T.B. (2001). Getting ready to estimate sample size: Hypotheses and underlying principles. In *Designing Clinical Research*, 2nd Ed. Lippincott Williams&Wilkins, 55–56.
- Karataş, P., & Yaman, H.T. (2018). Variability in Sidewalk Pedestrian Level of Service Measures and Rating. *Journal of Urban Planning and Development*, 144(4).
- Kayri, M. (2009). Araştırmalarda gruplar arası farkın belirlenmesine yönelik çoklu karşılaştırma (Post-Hoc) teknikleri, *Fırat University Journal of Social Science*, 19(1), 51–64.
- Kılıç, S. (2014). Etki büyüklüğü. *Journal of Mood Disorders*, 4(1).
- Lee, J.Y.S., & Lam, W.H.K. (2008). Simulating pedestrian movements at signalized crosswalks in Hong Kong, *Transportation Research Part A*, 42, 1314–1325.
- Malin, F., Silla, A., & Mladenović, M. N. (2020). Prevalence and factors associated with pedestrian fatalities and serious injuries: case Finland. *European Transport Research Review*, 12(1), 1–17.

- Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways, (2009). <http://mutcd.fhwa.dot.gov> (Erişim tarihi:10 Şubat 2020)
- Marisamynathan, P.V. (2014). Study on pedestrian crossing behavior at signalized intersections. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 1(2), 103-110.
- Montufar, J., Arango, J., Porter, M. & Nakagawa, S. (2007). The normal walking speed of pedestrians and how fast they walk when crossing the street. *Transportation Research Board Annual Meeting CD-ROM*.
- Muley, D., Kharbeche, M., Alhajyaseen, W.K.M., & Salem, M.A. (2017). Pedestrians crossing behavior at marked crosswalks on channelized right-turn lanes at intersections. *Procedia Computer Science*, 109, 233–240.
- Navin, F.D., & Wheeler, R.J. (1969). Pedestrian flow characteristics. *Traffic Engineering and Control*, 39, 30–36.
- Nordfjarn, T., & Şimşekoğlu, Ö. (2013). The role of cultural factors and attitudes for pedestrian behaviour in an urban Turkish sample. *Transportation Research Part F*, 21, 181–193.
- Önelçin, (2014). Sinyalize kavşaklarda yayaların karşıdan karşıya geçme davranışlarının incelenmesi ve yayaların güvenli aralık algılarının belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Ren, G., Zhou, Z., Wang, W., Zhang, Y., & Wang, W. (2011). Crossing behaviors of pedestrians at signalized intersections. *Transportation Research Record:Journal of the Transportation Research Board*, 2264, 65-73.
- RiLSA, (1992). Road and Transportation Research Association. Guidelines for Traffic Signals RiLSA.
- Rosenbloom, T., Nemrodov, D., & Barkan, H. (2004). For heaven's sake follow the rules: Pedestrians behavior in an ultra-orthodox and a non-orthodox city. *Transportation Research Part F*, 7(6), 395–404.
- Saphoğlu, M., & Faisal, A.R. (2020). Sinyal kontrollü ve kontrolsüz kesimlerde yayaların karşıdan karşıya geçiş davranışlarının değerlendirilmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(2), 309-320.
- Schwebel, D.C., Stavrinou, D., & Byington, K.W. (2012). Distraction and pedestrian safety: how talking on the cell phone, texting and listening to music impact crossing the street. *Accident Analysis and Prevention*, 45, 266–271.
- Solmazer, G., Azık, D., Fındık, G., Üzümcüoğlu, Y., Ersan, Ö., Kaçan, B., Özkan, T., Lajunen, T., Öz, B., Pashkevich, A., Pashkevich, M., Mylona, V., Georgogianni, D., Krasniqi, E.B., Krasniqi, M., Makris, E., Shubenkova, K., Xheladini, G., (2020). Cross-cultural differences in pedestrian behaviors in relation to values: A comparison of five countries. *Accident Analysis and Prevention*, 138.
- SPSS for Windowa Paket Programı, 2002.
- Tarawneh, M.S. (2001). Evaluation of pedestrian speed in Jordan with investigation of some contributing factors. *Journal of Safety Research*, 32(2), 229–236.
- Teknomo, K. (2006). Application of microscopic pedestrian simulation model. *Transportation Research Part F*, 9, 15–27.
- Tiwari, G., Bangdiwala, T., Saraswat, A., & Gaurav, S. (2007). Survival analysis: Pedestrian risk exposure at signalized intersections. *Transportation Research Part F*, 10(2), 77–89.
- Türkiye İstatistik Kurumu, (2019), “Nüfus İstatistikleri Karayolu”, <http://www.tuik.gov.tr>.
- Wilson, D.G. & Grayson, G.B. (1980). Age-related differences in the road crossing behavior of adult pedestrians. *Transport Research Laboratory, Alexandria, VI, USA, Report LR 933*.