

KENTSEL KAVŞAKLARDAKİ ELEKTRONİK DENETİM SİSTEMLERİNİN TRAFİK KAZALARINA ETKİSİ: ANKARA ÖRNEĞİ (1)

Ömür KAYGISIZ*, Nebi SÜMER**

Alındı: 04.02.2015; **Son Metin:** 08.11.2016

Anahtar Sözcükler: Trafik kazası; kavşak kazası; elektronik denetim sistemleri; Ankara.

1. Bu çalışma birinci yazarın ODTÜ Doktora Sonrası Araştırma Programı (DOSAP) kapsamında, Psikoloji Bölümü Trafik ve Ulaşım Psikolojisi Programı MODSİMMER İnsan Faktörleri Laboratuvarında yürütülmüştür. Yazarlar, hakemlere değerli önerileri ve katkıları için teşekkür ederler.

GİRİŞ

İmar planları başta olmak üzere farklı ölçekteki mekânsal planlara bağlı olarak kentsel alanlardaki yol ağı ve kavşaklar şekillenmektedir. Bu nedenle, planlama sürecinde gerek arazi kullanımına gerekse yol ağı ve kavşak tasarımına yönelik alınan kararlar, trafik ve ulaşım temelli kentsel yaşam kalitesini doğrudan etkilemektedir (Litman, 2012; Dumbaugh ve Rae, 2009). Ulaşım maliyetinin ve trafik kazalarının artması, kas gücü ile hareketliliğin (Örneğin: bisiklet kullanma, yürüme) azalması, kentlerin aşırı yayılması, mekânların parçalanması, hava kirliliği, gürültü kirliliği, görüntü kirliliği ve insanların bireyselleşmesi (kimi zamanlarda asosyalleşmesi) kentsel mekân kullanıma ilişkin sorunlardan bazılarıdır (Knoflacher, 1998; Durning, 1996).

Sosyo-ekonomik maliyet göz önüne alındığında trafik kazaları, bu sorunlar içinde özellikle Türkiye için öncelikli sorunlardan birisidir. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) (2013) verilerine göre, dünya genelinde yılda ortalama 1,24 milyondan fazla kişi trafik kazalarında ölmekte ve 20 ile 50 milyon arasındaki kişi de yaralanmakta ve/ya sakat kalmaktadır. Ayrıca Türkiye'nin de içinde yer aldığı gelişmekte olan ülkeler, dünyadaki motorlu taşıtların yarısına sahip olmasına karşın, trafikteki ölümlerin %80'i bu ülkelerde meydana gelmektedir (DSÖ, 2013). DSÖ (2013) raporuna göre 2010 yılında 100.000 kişi başına Türkiye'de 12, AB üyesi 28 ülkede ortalama 7 trafik ölümü gerçekleşmiştir. Bu rakamla Türkiye, 183 DSÖ ülkesi arasında 64. sırada bulunmaktadır. AB üyesi 28 ülke ile birlikte değerlendirildiğinde ise Türkiye'nin kişi başına trafik ölümleri bakımından Yunanistan'dan sonra en yüksek ikinci orana sahip ülke olduğu görülmektedir (Sümer ve Kaygısız, 2014).

Türkiye'de kentsel kavşaklar, trafik kazalarının sıklıkla gerçekleştiği yerlerdir. Kavşaklarda meydana gelen tüm ölümlü veya yaralanmalı kazaların %93'ü kentsel kavşaklarda meydana gelmektedir. Yine kentsel alanlardaki ölümlü veya yaralanmalı trafik kazalarının %45'i kavşaklarda

* Traffic Research Center, Turkish National Police Agency, Ankara, TURKEY.

** Middle East Technical University, Ankara, TURKEY.

meydana gelmekte ve bu kazalardaki ölümler, kentsel alandaki trafik ölümlerinin %27'sini oluşturmaktadır (TUİK, 2013a). Bu nedenle, Türkiye'de trafik kazalarını azaltmaya yönelik önlemler içerisinde kentsel kavşaklarda trafik güvenliğinin artırılmasına öncelik verilmesi gerekmektedir. Türkiye'de kavşaklardaki trafik kazalarını önlemek amacıyla temelde üç tür yöntemle trafik akışı kontrol edilmektedir: 1) Trafik ışıklarıyla, 2) Geçiş üstünlüğünü belirten ışiksiz levhalarla (trafik tanzim işaretleriyle) ve 3) Her ikisinin de bulunmadığı kontrolsüz kavşaklardaki yasal düzenlemelerle. Ancak sürücülerin trafik kurallarını ihlal etmeleri nedeniyle her üç yöntemin de yeterince etkili olmadığı ve kavşak kazalarının varlığını sürdürdüğü görülmektedir. 2012 yılı verilerine göre, kazaya karışan sürücülerin kusur oranları kavşaklarda geçişleri düzenleyen kuralların ihlal edilmesinde yoğunlaşmaktadır. Belirtilen yılda meydana gelen ölümlü veya yaralanmalı trafik kazalarındaki sürücü kusurlarının %14,9'u kavşaklarda geçiş üstünlüğüne uymamaya ve %2,6'sı da kırmızı ışık ihlaline bağlıdır (TUİK, 2013a).

Batı ülkelerinde yapılan çalışmalar Elektronik Denetleme Sistemlerinin (EDS) kavşak ihlallerini ve kazalarını azaltmada etkili bir mühendislik önlemi olduğunu göstermektedir (Elvik vd., 2009). Bu nedenle EDS, Türkiye'de son yıllarda yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Sistemin Türkiye'de kapsamlı olarak kullanıldığı illerden birisi de Ankara'dır. Son dönemdeki (2007-2012 dönemi) trafik güvenliği verilerine göre Ankara, gerek 100.000 kişi başına toplam trafik kazası, gerekse 100.000 kişi başına ölümlü veya yaralanmalı yaya kazası değeri en yüksek olan ildir. Ayrıca aynı dönemde il geneli olay yeri trafik ölümlerinde (290'dan 201'e gerileyerek) %31 azalış sağlanmasına karşın; ölümlü veya yaralanmalı kazalarda %25, maddi hasarlı kazalarda %60 ve trafik yaralanmalarında %32 artış gerçekleşmiştir (Sümer vd., 2014). Tüm bunlar değerlendirildiğinde Ankara'daki trafik güvenliği sorununun genel olarak artarak varlığını koruduğu görülmektedir.

Ankara'da, 2012 yılı Şubat ayı verilerine göre, toplam 1.397.655 motorlu taşıt bulunmaktadır. Bu taşıtların %72'sini otomobil oluşturmaktadır. Türkiye genelinde ise toplam taşıt sayısının yaklaşık yarısı otomobil türü taşıtlardır. Ankara genelinde yıllar içinde taşıt sayısı belirgin biçimde artmıştır. 2008 yılı sonu ile 2012 yılı Şubat ayı arasındaki yaklaşık 4 yıllık dönem karşılaştırıldığında, taşıt sayısının %15 arttığı görülmektedir. Ayrıca 2011 yılı verilerine göre Türkiye'de 1.000 kişi başına düşen otomobil sayısı 109 iken, Ankara'da bu rakam 202'dür. Bu değerlerle Ankara, hem toplam taşıt sayısı içinde otomobil oranının, hem de kişi başına düşen otomobil sayısının Türkiye'de en yüksek olduğu şehirdir. Taşıt sayısındaki artışa paralel olarak Ankara'da sürücü sayısı da yıllar içerisinde ciddi olarak artmıştır. 2008 yılı sonunda il genelinde sürücü sayısı 1.743.408 iken, bu rakam 2012 yılı Şubat ayına kadar % 15 artarak 2.006.739'a ulaşmıştır (Ankara İl Emniyet Müdürlüğü, 2012; TUİK, 2013b; TUİK, 2013c).

Ankara'da EDS, Kent Güvenlik Yönetim Sistemi (KGYS) bileşeni olarak hizmet vermektedir. 2010 yılı Aralık ayında faaliyete geçen KGYS'de 1.400 adet kamera bulunmaktadır. Bu kameraların 88'i hız ihlali, 300'ü kırmızı ışık ihlali tespiti için trafik denetimlerinde kullanılmaktadır. Sistemin kurulduğundan sonraki 17 ay değerlendirildiğinde, sistemle aylık ortalama 4.000.000 TL trafik idari para cezası kesildiği görülmektedir. Ayrıca sistemin kurulduğu sonrasında kırmızı ışık ihlallerinde %45, hız ihlallerinde %68, toplam ihlalde ise %48 oranında azalma sağlandığı ifade edilmektedir (Baştuğ ve Felek, 2012).

Sistem 2010 yılında kurulmuş olması nedeniyle, 2009 ile 2011 yılı verileri karşılaştırıldığında, sistemin kurulumu sonrasında Ankara genelinde trafik güvenliği durumunu belirten temel rakamların genel olarak iyileştiği görülmektedir. 2009 yılına göre 2011 yılında Ankara genelinde; 100.000 taşıt başına düşen ölü sayısı %30 ve 100.000 kişi başına düşen ölü sayısı %26 azalmış, buna karşın 100.000 kişi başına düşen yaralı sayısı ile 100.000 kişi başına düşen maddi hasarlı kaza sayısı %5'er oranda artmıştır. Ayrıca benzer karşılaştırma Türkiye geneli verileriyle yapıldığında, yukarıda belirtilen tüm değişkenlerde Ankara'nın eğiliminin, Türkiye'nin genel eğiliminden daha iyi olduğu görülmektedir. Örneğin: 100.000 kişi başına düşen ölü sayısında Türkiye genelinde % 14 oranında düşüş sağlanırken, Ankara'da %26 oranında düşüş sağlanmıştır (TUİK, 2010; TUİK, 2011; TUİK, 2012; TUİK, 2013b; TUİK, 2013c).

Bu çalışmada Ankara ilinde kavşaklardaki EDS'nin farklı kaza türleri üzerindeki etkisi incelenmiş ve böylece bu sistemlerin ne oranda etkili olduğu rakam bazında anlaşılmaya çalışılmıştır. EDS, ülkemiz için görece yeni bir uygulama olduğundan bu sistemlerin etkinliğini araştıran çalışmalar sınırlıdır. Bu araştırma literatürdeki bu eksikliği gidermeye katkı sağlayacaktır. Çalışmada, ışıklı kavşaklardaki EDS'nin trafik kazalarının sıklığına etkisi araştırılarak sistemin genel olarak trafik güvenliğine katkısının belirlenmesi amaçlanmaktadır. Örneklem alanı olarak son dönemde EDS'nin kurulduğu en büyük kentlerden biri olan Ankara seçilmiştir. Aşağıda öncelikle ilgili literatürdeki konuya ilişkin önceki araştırmalar özetlenmiştir. Daha sonra Ankara örneğinde yapılan çalışmanın yöntemi ve uygulanan analizler verilmiştir. Son olarak, elde edilen bulgular ve bunlara dayanarak sonraki çalışmalar için öneriler tartışılmıştır.

LİTERATÜR TARAMASI

Kavşaklardaki kırmızı ışık ihlalleri en sık gözlenen ihlaller arasındadır. Işıklı kavşaklardaki yaralanmalı kazaların yaklaşık 1/3'ünde kavşaklardaki kırmızı ışık ihlallerinin etkisi vardır (Elvik vd., 2009). Bu nedenle kırmızı ışık ihlalini tespit ederek kavşak güvenliğini arttırmak amacıyla çok sayıda ülkede ışıklı kavşaklarda EDS kurulmuştur. Ancak kavşaklardaki EDS'nin trafik güvenliğine katkısı tartışmalı bir konudur (Høye, 2013). Bu nedenle, geçmişte yapılan pek çok çalışmada (Elvik vd., 2009; Høye, 2013; Arup, 1992; Burkey ve Obeng, 2004; Chin, 1989; Cunningham ve Hummer, 2010; Garber vd., 2007; Giæver ve Tveit, 1998; Kloeden vd., 2009; Retting vd., 1999a; Retting vd., 1999b; Vinzant ve Tatro, 1999) kavşaklarda EDS kullanımının trafik güvenliğine etkisi konusu ele alınmıştır. Yapılan çalışmalarda genel olarak iki konuda etkinlik ölçülmektedir: Kırmızı ışık ihlalleri ve kavşak kazaları. Çeşitli çalışmalar (Arup, 1992; Chin, 1989; Giæver ve Tveit, 1998; Retting vd., 1999a; Retting vd., 1999b; Kennedy ve Sexton, 2009) EDS'nin kırmızı ışık ihlalini %20 ila %80 arasında azalttığını göstermektedir. Avustralya'da yapılan bir çalışmada (Lau, 1986) kavşaklardaki EDS'nin kırmızı ışık ihlallerine etkisi taşıt türlerine göre incelenmiştir. Sistemin kurulumundan sonraki dönemde kırmızı ışık ihlallerinin değerlendirildiği çalışmada, EDS'nin ağır taşıtlara oranla hafif taşıtlar üzerinde daha etkili olduğu ve kurulumdan sonraki ilk yedi haftada etkinliğinin arttığı bulunmuştur.

Ancak EDS'nin doğrudan kazaları azaltma üzerine etkisi konusundaki bulgular karmaşıktır ve araştırmacılar arasında bir görüş birliği yoktur. Bazı çalışmalarda (Elvik vd., 2009; Høye, 2013; Kennedy ve Sexton, 2009)

kavşaklardaki yandan çarpışmaları azalttığı görülmektedir. Høye'e (2013) göre yandan çarpışmalar, kavşaklardaki EDS'lerin hedef kazalarıdır. Bu tür kazalar genel olarak, diğer kavşak kazalarından daha fazla hasara neden olmakta ve oluşum nedeni olarak temelde kırmızı ışık ihlali gösterilmektedir. Diğer taraftan EDS'lerin olduğu kavşaklarda arkadan çarpma kazalarının arttığı görülmektedir (Høye, 2013; Garber vd., 2007).

EDS'lerin her türden kavşak kazalarının toplamı üzerindeki etkisinde ise birbiriyle çelişen sonuçlar elde edilmiştir. Bazı çalışmada azalma tespit edilirken bazı çalışmalarda ise beklenenin tersine toplam kaza sayısının arttığı veya değişmediği görülmüştür. Bunun EDS olan kavşaklarda arkadan çarpma kazalarında bir artış olması ve bu durumun dik açılı kazalardaki azalışı dengelemesi, hatta önüne geçmesi ile ilişkili olabileceği sonucuna varılmıştır (Elvik vd., 2009; Burkey ve Obeng, 2004; Cunningham ve Hummer, 2010; Garber vd., 2007; Kloeden vd., 2009; Vinzant ve Tatro, 1999; Erke, 2009; Kennedy ve Sexton, 2009).

Bu alanda yapılan en son kapsamlı meta analizi çalışmasında Høye (2013), yaralanmalı kazalarda %13 oranında azalma ve sınıflama yapmaksızın tüm kazalarda %6 oranında artış olduğunu göstermiştir. Ancak her iki yüzde değişimin de istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirtilmiştir. Ayrıca Høye (2013), EDS'in sağ açılı çarpışmaları anlamlı olmayan düzeyde (%13 oranında) azalttığını, arkadan çarpmaları ise anlamlı düzeyde (%39 oranında) arttırdığını, yaralanmalı dik açılı çarpışmaların anlamlı düzeyde (%33 oranında) azaldığını ve yaralanmalı arkadan çarpmaların anlamlı düzeyde (%19 oranında) arttığını tespit etmiştir. Høye (2013) çalışmasında ayrıca kentteki bazı kavşaklarda EDS bulunmasının sürücülerin olmayan kavşaklarda da EDS bulunabileceği beklentisi ile kavşak ihlallerinden kaçınması durumunu değerlendiren yayılma etkilerini (*spillover effect*) ve ortalamaya yaklaşmayı (*regression to the mean*) kontrol etmiştir. Çalışma bulguları yayılma etkilerinin sağdan çarpma kazaları için oluşabileceğini gösterse de, arkadan çarpma ve diğer kazalarda bu etkinin olmadığını ortaya koymaktadır. Öte yandan, ortalamaya yaklaşma etkisinin önemli bir düzenleyici (moderatör) değişken olduğu, bu nedenle de ortalamaya yaklaşma kontrol edilmeden çalışmaların meta analize dahil edilmediğini belirtmiştir (Høye, 2013). Son olarak Høye'e (2013) göre, EDS olan her bir kavşak için uyarı levhası konulmasından ziyade, EDS'nin olduğunu belirten uyarı levhalarının elektronik denetimin yapıldığı alanın ana girişine konulması durumunda EDS'nin etkisinin daha olumlu olması beklenmektedir.

Benzer şekilde Erke (2009), meta-analizi çalışmasında kavşaklarda kurulan EDS'nin yandan çarpma kazalarını yaklaşık %10 azalttığını, arkadan çarpma kazalarını ise yaklaşık %40 arttırdığını ve tüm kaza türlerindeki toplam etkide ise %15 artma olduğunu ortaya koymuştur. Ancak Erke (2009) de, elde edilen sonuçların istatistiksel olarak anlamlı olmadığını belirtmiştir.

Kennedy ve Sexton (2009), bu alanda yürütülen bir grup çalışmayı değerlendirmiş ve kavşaklardaki EDS'lerin etkinliği konusunda literatürdeki çalışmaların genel olarak istatistiksel gücü düşük ve kontrolü yetersiz olması nedeniyle sonuçlarının yeterince güvenilir olmadığını belirtmişlerdir. Bu araştırmacılara göre, literatürdeki çalışmalara bakılarak; kavşaklardaki EDS'lerin kırmızı ışık ihlallerini yaklaşık %50 oranında azaltarak trafikteki düzeni sağladığı ve sağ açılı çarpışmaları yaklaşık %30 oranında azaltarak güvenliği iyileştirdiği yönünde bir fikir birliği olduğu söylenebilir. Ancak bu iyileşme, arkadan çarpma kazalarındaki

artışla ve çeşitli çalışmalarda belirtilen toplam kazalardaki az miktardaki artışla dengelenmektedir. Arkadan çarpışmaların genel olarak yandan çarpışmalardan daha az şiddetli olduğu göz önüne alındığında, kırmızı ışık ihlalinin olduğu yerlere EDS kurulması, fayda-maliyet geri dönüşü bakımından makul bir uygulama olarak kabul edilmektedir (Kennedy ve Sexton, 2009).

Diğer bir çalışmada ise Elvik vd. (2009), çeşitli çalışmaların (Burkey ve Obeng, 2004; Garber vd., 2007; Council vd., 2005; Retting ve Kyrychenko, 2002; Shin ve Washington, 2007) sonuçlarından faydalanarak kavşaklardaki EDS'lerin trafik kazasına tahmini etkisini belirlemişlerdir. Ortalamaya yaklaşma, yayılma etkisi ve diğer etkenlerin kontrol edildiği çalışmaya (Elvik vd., 2009) göre; EDS kurulumundan sonra toplam kaza %15, yaralanmalı kaza %13 ve arkadan çarpma kazası %43 oranlarında artmakta, yandan çarpma kazası ise %10 oranında azalmaktadır. Ayrıca toplam kaza ve yaralanmalı kazadaki artış ile yandan çarpma kazalarındaki azalış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamakta, buna karşın arkadan çarpma kazalarındaki artış anlamlı olarak tespit edilmektedir (Elvik vd., 2009).

Kavşaklardaki EDS'lerin trafik kazalarına etkisi konusunda yapılan bazı çalışmalar (Shin ve Washington, 2007; McGee ve Eccles, 2003) ise EDS'lerin yakınında bulunan ancak EDS kurulmamış olan ışıklı kavşaklardaki kaza sıklığını da etkilediğini göstermiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde kesin bir yargıya varılamamakla birlikte, çevredeki (komşu) kavşaklardaki kaza sıklığını kontrol eden çalışmaların sonuçları ile kontrol etmeyen çalışmaların sonuçlarının birbiriyle tutarlı olmadığı görülmektedir.

Washington ve Shin (2005), konuyu başka bir yönden ele almış ve kavşaklardaki EDS'lerin daha görünür olmasının ve kavşağa yaklaşırken önceden bildirilmesinin, hem ışıklara uyma hem de trafik kazalarını azaltma etkisi gösterdiğini bulmuştur. Trafik hızı ile hacminin yüksek olduğu ve sinyal fazının uzun olduğu kavşaklarda yaptığı çalışmada Washington ve Shin (2005), görünür ve önceden levhalarla bildirilmiş kavşaklardaki sistemlerin, bildirilmemiş olanlara göre yandan çarpma kazalarını daha fazla azalttığını ve arkadan çarpma kazalarını daha fazla arttırdığını bulmuştur.

Özetlemek gerekirse, ilgili literatür genel olarak trafik güvenliğini arttırmak amacıyla ışıklı kavşaklara EDS kurulmasının tartışmalı bir strateji olduğunu ortaya koymaktadır. Bu konudaki yaygın görüş, ışıklı kavşaklara EDS yapılması sonrasında kırmızı ışık ihlallerinin belirgin şekilde azaldığı, arkadan çarpmaların arttığı ve yandan çarpmaların azaldığı yönündedir. Ancak toplam kaza miktarında azalma olduğunu belirten çalışma sayısı oldukça azdır. Bazı çalışmalar yandan çarpma kazalarının arkadan çarpma kazalarından daha ağır hasarlara yol açtığından, EDS yapılması ile kavşaktaki toplam kaza sayısında bir azalma olmasa ya da az miktarda artış olsa dahi, yandan çarpma kazalarının azalmasını bir kazanım olarak değerlendirmektedir. Ayrıca literatürdeki çalışmalar, kavşaktaki EDS'nin görünür olması durumunda etkinliğinin artacağını, EDS'lerin hafif taşıtlar üzerinde kırmızı ışık ihlallerini azaltmada daha etkin olduğunu, belli bir bölgede bazı kavşaklara EDS kurulmasının çevresindeki kurulmamış olan kavşakların da kaza sayısını etkileyebileceğini göstermektedir.

ARAŞTIRMANIN AMACI

Bu araştırmanın amacı, Ankara ilinde EDS kurulumu yapılan 21 kavşaktaki taşıt ve yaya kazaları sıklığı ile bu kavşakların çevresinde

bulunan ancak EDS kurulumu yapılmamış olan 44 ışıklı kavşaktaki kaza sıklığını karşılaştırarak ışıklı kavşaklardaki EDS kurulumunun etkinliğini incelemektir. Ankara ilinde EDS kurulumu 2010 yılında gerçekleştirildiği için ölçümler; EDS'nin henüz bulunmadığı 2009 yılından, EDS kurulumunun yapıldığı 2010 yılından ve EDS'nin yıl boyu kullanıldığı 2011 yılından alınmıştır. Bu kapsamda, henüz EDS bulunmadığından 2009 yılında iki kavşak türü arasında anlamlı farklılık beklenmemektedir. 2010 ve 2011 yılında ise EDS bulunan kavşaklarda bulunmayan kavşaklara oranla daha az taşıt ve yaya kazası olması beklenmektedir. EDS'nin, yılın ve EDS ile yıl arasındaki ortak etkinin gücünü ayrıntılı olarak incelemek amacıyla iki kaza değişkeni (taşıt ve yaya kazaları) üzerinde iki yönlü, 2 (EDS=Var, Yok) X 3 (yıl= 2009, 2010, 2011), ANOVA analizi yapılmıştır.

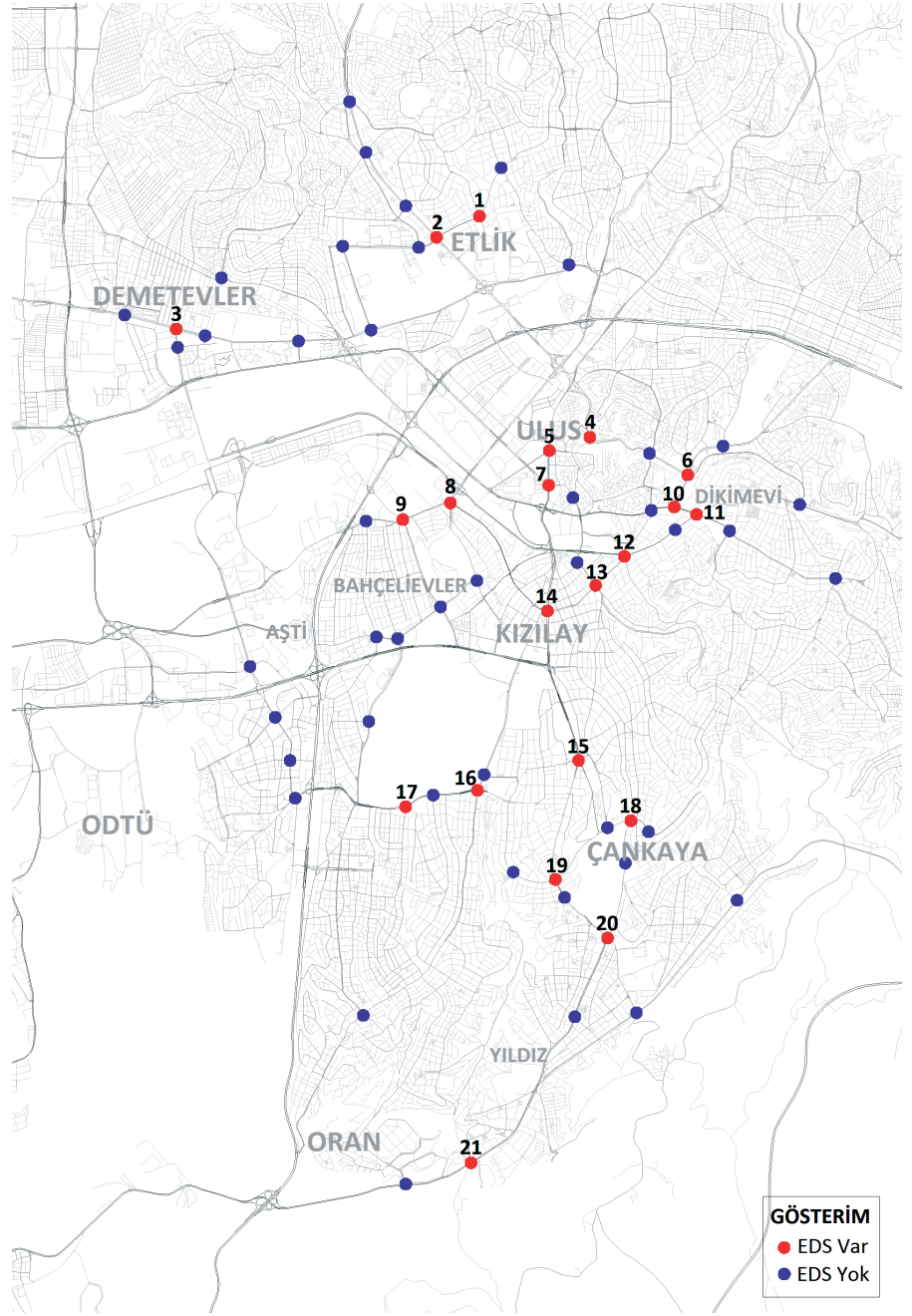
YÖNTEM

Çalışmada yedi aşamalı bir süreç izlenmiştir. İlk olarak, Ankara kentine ait 2009-2010-2011 yıllarında meydana gelen ölümlü veya yaralanmalı trafik kaza verileri, Emniyet Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Daha sonra, temin edilen verilerdeki kaza konum bilgilerinden (X ve Y koordinat bilgilerinden) faydalanılarak MapInfo Professional 10,5 ve Google Earth yazılımları aracılığıyla her yıl için kaza noktası haritaları oluşturulmuştur. Ancak oluşturulan haritalarda kaza verilerinin bazılarının konumunun yol ağı ile örtüşmediği anlaşılmıştır. Bu nedenle, üçüncü aşamada veri iyileştirmesi yapılmıştır. Bu aşamada sayısal yol haritası ile örtüşmeyen kaza noktaları tespit edilmiş ve bu veriler adres bilgilerinden faydalanılarak yeniden konumlandırılmıştır.

Dördüncü aşamada, çalışmanın yapılacağı kavşaklar belirlenmiştir. Bu kavşaklar, Ankara ilinde EDS kurulumu yapılan 21 kavşak ve bu kavşakların çevresindeki trafik koşulları ve yapısal özellikleri bakımından bu kavşaklara benzer olan ancak EDS kurulumu yapılmamış ışıklı kavşaklardır. Yapılan alan çalışmasında belirtilen nitelikte EDS kurulumu yapılmamış 44 ışıklı kavşak olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla çalışma, EDS kurulumu yapılan 21 kavşak ile EDS kurulumu yapılmamış 44 kavşak üzerinde gerçekleştirilmiştir. Beşinci aşamada, çalışmanın yapılacağı kavşaklardaki trafik kazaları tespit edilmiştir. Öncelikle kavşak alanı tanımlanmıştır. Kavşak merkezinden farklı büyüklükteki yarıçapların denenmesi sonrasında, kavşak merkezinden 75 metre yarıçap içinde kalan alanın kavşak olarak değerlendirilebileceği saptanmıştır. Bu nedenle belirtilen alan içindeki kazalar, MapInfo Professional 10,5 yazılımıyla kaza haritalarından yıl bazında tespit edilmiş ve oluşturulan kavşak kazası veri tabanına aktarılmıştır. **Resim 1**'de çalışmanın gerçekleştirildiği kavşaklar sunulmuştur.

Altıncı aşamada, kavşak ve kaza verilerinin genel özellikleri değerlendirilerek uygun analiz yönteminin ve değişkenlerin belirlenmesi sağlanmıştır. Bu süreçte öncelikle EDS kurulumu yapılan kavşakların genel özelliklerine göre kaza durumu değerlendirilmiştir. Daha sonra, çalışma kapsamındaki tüm kavşaklardaki kazaların mevsime, güne, saate ve oluşum türüne göre dağılımı incelenmiştir.

Son olarak, kavşak verisinin analizi gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada, Ankara ilinde EDS kurulumu yapılan 21 kavşak ile bu kavşakların çevresinde bulunan ancak EDS kurulumu yapılmamış olan 44 ışıklı kavşaktaki ölümlü veya yaralanmalı trafik kazaları incelenmiştir. EDS kurulumu 2010 yılında gerçekleştirildiği için ölçümler, EDS'nin



Resim 1. Çalışma kapsamındaki kavşaklar.

bulunmadığı 2009 yılından, EDS kurulumunun yapıldığı 2010 yılından ve EDS'nin yıl boyu kullanıldığı 2011 yılından alınmıştır. Yaya ve taşıt kazaları olarak iki değişkenle gerçekleştirilen analizlerde SPSS 20,0 yazılımı kullanılmıştır. EDS kurulumu ve yıllar arasındaki etkiyi hem ayrı ayrı hem de ortak etkileri bakımından incelemek için iki kaza değişkeni (taşıt ve yaya kazaları) üzerinde iki yönlü ANOVA analizi yapılmıştır.

KAVŞAK VE KAZA VERİLERİNİN ÖZELLİKLERİNE İLİŞKİN BULGULAR

Bu bölümde EDS'nin genel etkisinin anlaşılabilmesi için çalışma kapsamındaki kavşakların ve kazaların özellikleri betimleyici istatistikle

No	Genel Özellikleri							Kaza Durumu				
	Arazi Kullanım Türü	Kol Sayısı	Orta Ada Varlığı	Bölünmüş Kol Sayısı	Tek Yönlü Kol Sayısı	Dönüş Yasaklı Yön Sayısı	Çatışma Sayısı*	2009	2010	2011	Toplam	2009 – 2011 Değişimi (%)
1	Konut Altı Ticaret	5	Var	4	-	-	30	4	7	3	14	-25
2	Konut Altı Ticaret	4	Var	4	-	-	20	6	2	1	9	-83
3	Konut Altı Ticaret	4	Var	3	-	-	20	4	3	1	8	-75
4	Karma Kullanım	4	Var	4	-	-	20	3	0	2	5	-33
5	MİA	4	Var	4	-	-	20	4	7	7	18	75
6	Karma Kullanım	4	Var	4	-	-	20	3	5	7	15	133
7	MİA	4	Yok	4	-	1	26	13	11	7	31	-46
8	Karma Kullanım	4	Yok	4	-	1	26	3	5	5	13	67
9	Karma Kullanım	4	Var	4	-	-	20	4	5	4	13	0
10	Konut Altı Ticaret	4	Var	4	-	-	14	6	5	1	12	-83
11	Karma Kullanım	4	Var	4	-	-	20	4	3	8	15	100
12	Karma Kullanım	5	Var	4	1	-	28	4	3	3	10	-25
13	MİA	4	Yok	4	-	1	26	12	9	14	35	17
14	MİA	4	Var	4	-	4	12	16	12	16	44	0
15	MİA	5	Var	-	5	-	11	0	1	0	1	-
16	Karma Kullanım	4	Var	4	-	-	20	1	3	3	7	200
17	Konut Altı Ticaret	3	Yok	3	-	-	9	3	1	8	12	167
18	Karma Kullanım	4	Yok	4	-	-	26	3	1	4	8	33
19	Konut Altı Ticaret	4	Var	2	2	-	11	1	1	5	7	400
20	Konut Altı Ticaret	4	Var	4	-	-	20	2	3	2	7	0
21	Karma Kullanım	4	Var	4	-	-	20	1	2	6	9	500

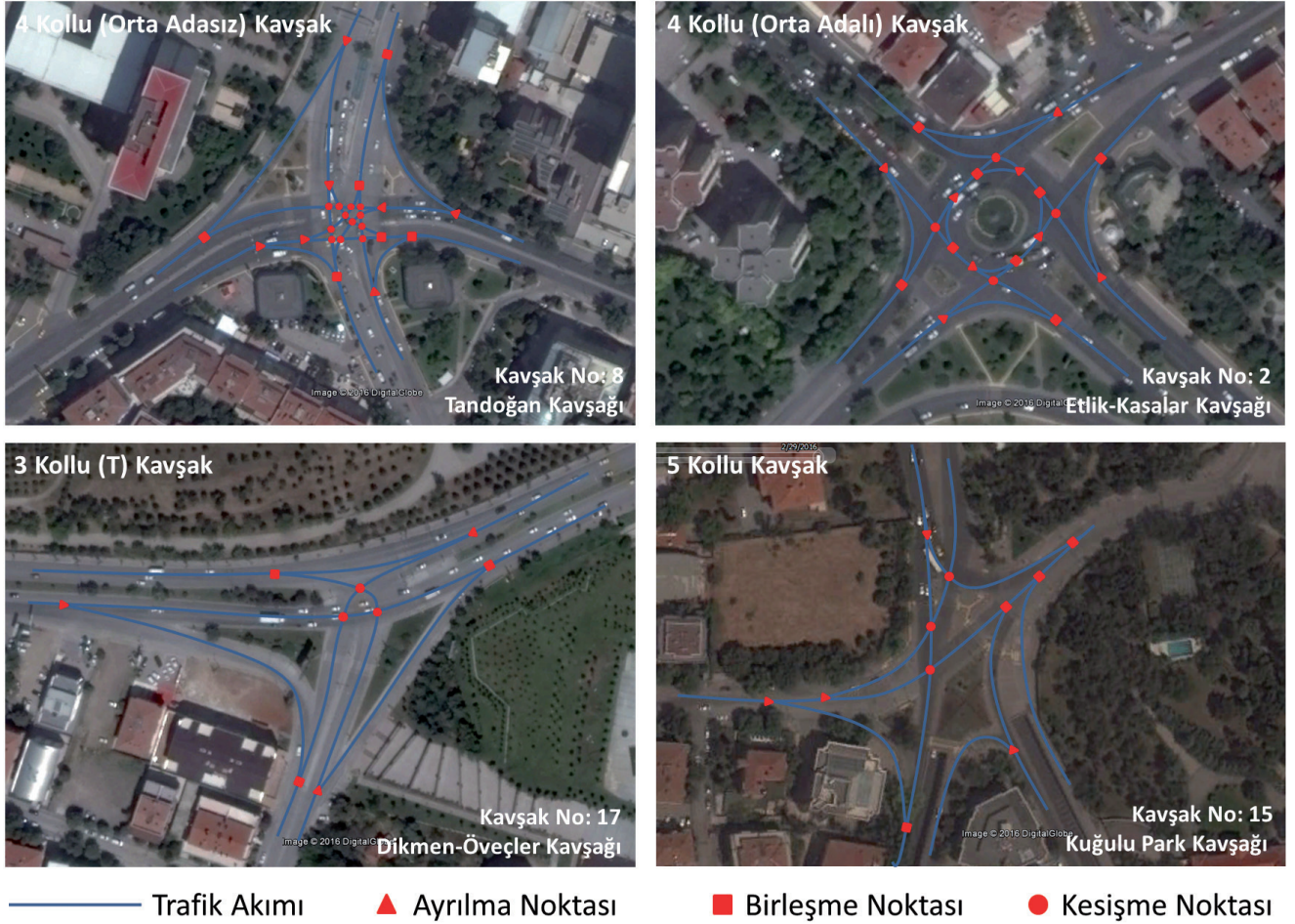
*Çatışma sayıları, kavşak kollarındaki dönüş yasakları dikkate alınarak hesaplanmıştır. Tahmin edilebileceği gibi, kavşakta dönüş yasağı olması durumunda çatışma sayısı azalmaktadır.

Tablo 1. EDS olan kavşakların genel özellikleri ve kaza durumu

araştırılmıştır. Öncelikle Ankara ilinde EDS kurulumu yapılan 21 kavşağın genel özelliklerine göre kaza durumu değerlendirilmiştir. Daha sonra, EDS kurulumu yapılan 21 kavşaktaki ve bu kavşakların çevresinde bulunan ancak EDS kurulumu yapılmamış olan 44 ışıklı kavşaktaki kazaların mevsime, güne, saate ve oluşum türüne göre dağılımı incelenmiştir. Böylelikle çalışma verilerine uygun analiz yönteminin ve değişkenlerin belirlenmesi sağlanmıştır.

Kavşak özelliklerinin EDS etkinliğine etkisini değerlendirebilmek için kavşakların; arazi kullanımı, kol sayısı, orta ada varlığı, bölünmüş kol sayısı, tek yönlü kol sayısı, çatışma sayısı ve dönüş yasaklı yön sayısı bilgileriyle ölümlü veya yaralanmalı kaza sayısı bilgileri incelenmiştir. **Tablo 1**'de belirtildiği gibi, çalışma kapsamındaki EDS olan kavşakların 1'i 3 kollu, 17'si 4 kollu ve 3'ü 5 kolludur. Bu kavşakların 5'inde orta ada bulunmamakta, diğerlerinde orta ada bulunmaktadır. Kavşak kollarının %88'i bölünmüş ve %9'u tek yönlüdür. Ayrıca 1 kavşakta dört yönde, 3 kavşakta bir yönde dönüş yasağı uygulanmaktadır.

Kavşaklardaki trafik güvenliğini etkileyen diğer önemli bir kavşak özelliği de çatışma sayısıdır. Çatışma sayısı, kavşaklardaki trafik akımlarının ayrıştığı, birleştiği ve kesiştiği noktaların toplam sayısıdır. Bu nedenle kol sayısına, orta ada varlığına, tek yönlü kol sayısına ve dönüş yasağı olma durumuna göre kavşaklardaki çatışma sayısı değişiklik göstermektedir.



Resim 2. Kavşak türü örnekleri ve çatışma noktaları.

Resim 2’de farklı kavşak türleri için çatışma sayılarının nasıl belirlendiği gösterilmiştir. Çalışma kapsamındaki EDS olan kavşaklardaki çatışma sayıları 9 ila 30 arasında değişmektedir. Tablo 1’e göre çatışma sayısı en az olan 3 kollu 17 no.lu kavşak, en fazla olan 5 kollu 1 no.lu kavşaktır.

Ayrıca kavşakların kentte bulunduğu konumun ve sahip olduğu arazi kullanımının kaza sayılarını etkilediği görülmektedir. EDS kurulu kavşakların 5’i merkezi iş alanında (MİA), 9’u karma kullanım alanında ve 7’si konut altı ticaret alanında yer almaktadır. MİA’da yer alan kavşaklarda üç yılda ortalama 26 ölümlü veya yaralanmalı kaza gerçekleşirken, bu değer karma kullanım alanındaki kavşaklar için 11 ve konut altı ticaret alanındakiler için ise 10’dur. Ayrıca üç yılda toplam 44 kazayla en fazla kaza, kentin merkezinde yer alan 14 nolu Kızılay Kavşağında meydana gelmiştir. Dört kollu, orta adası bulunan, sola dönüşlerin her dört kol için de yasaklı olduğu bu kavşakta toplam 12 çatışma noktası bulunmaktadır. Yine MİA’da yer alan 13 nolu Kolej ve 7 nolu Opera Kavşakları, kaza sayısı en fazla olan ikinci ve üçüncü kavşaklardır. Kentte en fazla kazanın olduğu EDS kurulu kavşaklar MİA’da yer aldığı gibi, üç yılda 1 kazayla en az kazanın olduğu 15 nolu Kuğulu Kavşağı da MİA’da yer almaktadır. Hepsi tek yönlü 5 kolu ve orta adası olan bu kavşakta, trafik akımının bir kısmı zemin altına alındığından, toplam 11 çatışma noktası bulunmaktadır (Tablo 1, Resim 1).

Ayrıca, tüm bunlardan ve **Tablo 1**'den yararlanarak, farklı yapısal özelliğe ve arazi kullanımına sahip kavşaklara EDS kurulmasının kaza sıklığına etkisi değerlendirilmiştir. Ancak EDS'nin kaza sıklığına etkisinin kavşak özelliklerine göre değiştiğini ortaya koyan bir göstergeye rastlanmamıştır.

Kavşaklara EDS kurulması sonrası, kazaların sıklaştığı zaman diliminin değişmesi ve kaza oluşum türünün farklılaşması mümkündür. Bu nedenle, çalışma kapsamındaki EDS olan 21 kavşak ile EDS olmayan 44 kavşaktaki kazaların yıllık dağılımı mevsime, güne, saate ve kaza oluşum türüne göre incelenmiştir. EDS kurulumu sonrasında EDS olan ve EDS olmayan kavşaklardaki kaza sıklığında aşağıda belirtilen değişikliklerin olduğu görülmektedir (**Tablo 2**):

- EDS kurulumu sonrası; kaza sıklığında EDS olan kavşaklarda güz mevsiminde %13, EDS olmayan kavşaklarda baharda %19 ve kışın ise %21 oranında azalma olmuştur. Buna karşın EDS olan kavşaklarda yaz kazaları %43, EDS olmayan kavşaklarda ise güz kazaları %15 artmıştır.
- EDS olan kavşaklarda hafta içi kaza sıklığında belirgin bir değişiklik olmamış, hafta sonu kazaları %46 artmıştır. EDS olmayan kavşaklarda ise EDS kurulumu sonrası hafta içi kazaları %17 azalırken, hafta sonu kazaları %16 artmıştır.
- Saat dilimlerine göre kaza dağılımları değerlendirildiğinde, EDS olan kavşaklarda %43 oranıyla kazaların en fazla 23.00-05.00 diliminde EDS kurulumu sonrası artış gösterdiği, buna karşın 05.00-11.00 dilimde %14 azalış gösterdiği anlaşılmaktadır. EDS olmayan kavşaklarda ise 11.00-17.00 ve 17.00-23.00 kazalarında EDS kurulumu sonrası yaklaşık %20 azalış gözlenirken, 05.00-11.00

Tablo 2. Kavşak kazalarının mevsime, güne, saate ve oluşum türüne göre yıllık dağılımı

	EDS Var (N= 21)				EDS Yok (N= 44)			
	2009	2010	2011	Değişim (%)	2009	2010	2011	Değişim (%)
Kaza Mevsimi								
- Bahar	25	28	29	16	37	35	30	-19
- Yaz	21	24	30	43	32	29	32	0
- Güz	32	17	28	-13	34	24	39	15
- Kış	19	20	20	5	39	29	31	-21
Kaza Günü								
- Hafta içi	73	72	72	-1	99	81	82	-17
- Hafta Sonu	24	17	35	46	43	36	50	16
Kaza Saati								
- 05.00-11.00	22	12	19	-14	30	27	36	20
- 11.00-17.00	24	30	24	0	45	35	35	-22
- 17.00-23.00	28	32	31	11	48	37	37	-23
- 23.00-05.00	23	15	33	43	19	18	24	26
Kazanın Oluşum Türü								
- Yayaya Çarpma	40	45	39	-3	36	28	21	-42
- Sabit Cisme Çarpma veya Yoldan Çıkma	11	4	11	0	16	10	13	-19
- Arkadan Çarpma	10	6	27	170	14	14	20	43
- Yandan Çarpma	36	33	28	-22	75	60	74	-1
- Karşılıklı Çarpışma	-	1	2	-	1	5	4	300

ve 23.00-05.00 kazalarında sırasıyla, %20 ve %26 oranlarında artış gözlenmiştir.

- EDS olan kavşaklarda %42 oranıyla üç yılda en fazla yayaya çarpma kazası meydana gelmiştir. Ancak yayaya çarpma kaza sıklığında EDS olan kavşaklarda EDS kurulumu sonrası belirgin bir değişiklik olmamıştır. Buna karşın, EDS olmayan kavşaklarda %42 azalış olmuştur. Ayrıca EDS olan kavşaklarda arkadan çarpma kazalarında %170, EDS olmayan kavşaklarda %43 artış gerçekleşmiştir. Son olarak, EDS olan kavşaklar için kaza türleri arasında en büyük azalış %22 oranıyla yandan çarpma kazalarında sağlanmıştır.

Sonuç olarak, kavşakların ve kazaların genel özelliklerini ortaya koyan betimleyici istatistiklerde EDS'nin kaza sıklığına etkisinin kavşak özelliklerine göre değiştiğini ortaya koyan bir göstergeye rastlanmamıştır. Buna karşın, EDS kurulumu sonrası gerek EDS olan kavşaklardaki, gerekse bu kavşakların çevresindeki EDS olmayan kavşaklardaki kazalar; mevsime, güne, saate ve oluşum türüne göre değerlendirildiğinde, belirgin oranda artış veya azalış olan değişkenlerin olduğu görülmektedir. Ancak, değişkenlerdeki kaza sayılarının düşüklüğü dikkate alınarak, belirtilen artış veya azalışlara temkinli yaklaşılması gerektiği değerlendirilmektedir.

Tüm bunlar göz önüne alındığında, veri analizinin yaya kazaları ve taşıt kazaları olarak iki grupta gerçekleştirilebileceği görülmüştür. Aynı zamanda, EDS kurulumu ve yıllar arasındaki etkiyi hem ayrı ayrı hem de ortak etkileri bakımından incelemek için taşıt ve yaya kazaları üzerinde iki yönlü, 2 (EDS = Var, Yok) X 3 (yıl = 2009, 2010, 2011), ANOVA analizi yapılmasının uygun olacağı anlaşılmıştır.

EDS'NİN ETKİNLİĞİNE İLİŞKİN BULGULAR

Çalışmada EDS kurulumunun hem yaya hem de taşıt kazalarına etkisi üç açıdan analiz edilmiştir. İlk olarak, her üç yıl için de EDS olan ve olmayan kavşaklardaki taşıt ve yaya kaza sayıları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı değerlendirilmiştir. İkinci olarak, çalışma kapsamında olan tüm kavşaklardaki ortalama taşıt ve yaya kazası sayısının üç yıl içindeki (EDS kurulumu öncesi yıl, kurulum yılı ve kurulum sonrası yıl) istatistiksel olarak değişimi incelenmiştir. Son olarak da, EDS kurulumu ve yıl arasındaki ortak etki değerlendirilmiş ve EDS kurulumu öncesi, kurulum sırası ve kurulum sonrası yıldaki ortalama taşıt ve yaya kazası sayılarının istatistiksel olarak farklılığı araştırılmıştır.

Çalışmada elde edilen bulgular iki grupta toplanmıştır. İlk grupta taşıt kazası, ikinci grupta yaya kazası değerlendirilmiştir. Yapılan analizlerde taşıt kazası bakımından hem EDS, hem yıl, hem de EDS ve yıl arasındaki ortak etkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulunmuştur. Daha açık ifade etmek gerekirse; ilk olarak, her üç yıl için de EDS olan ve olmayan kavşaklardaki yıllık taşıt kazası sayılarının istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılaşmadığı bulunmuştur. İkinci olarak, çalışma kapsamında olan tüm kavşaklardaki ortalama taşıt kazası sayısının üç yıl içinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde değişmediği saptanmıştır. Son olarak, EDS kurulumu ve yıl arasındaki ortak etki değerlendirilmiş ve EDS kurulumu öncesi, kurulum sırası ve kurulum sonrası yıldaki ortalama taşıt kazası sayılarının EDS'nin olup olmamasına bağlı olarak farklılaşmadığı anlaşılmıştır (**Tablo 3**).

Kaza Yılı/Türü	EDS				F(2)(1,63)	Eta (3)
	Var N= 21		Yok N= 44			
	Ort	S	Ort	S		
2009²						
Taşıt Kaza	2,71	2,70	2,39	2,21	0,27	0,01
Yaya Kaza	1,90	2,05	0,84	1,01	7,94**	0,11
2010						
Taşıt Kaza	2,10	1,79	2,02	2,39	0,02	0,00
Yaya Kaza	2,14	2,15	0,63	0,78	17,12***	0,21
2011						
Taşıt Kaza	3,24	2,76	2,53	2,26	1,24	0,02
Yaya Kaza	1,86	2,63	0,48	0,82	10,17**	0,14

Tablo 3. EDS'nin kavşak kazası sıklığına etkisi

2. +p <0,10, *p<0,05, ** p<0,01, *** p<0,001

3. 2009 yılında her iki grupta da EDS yoktur. Bu nedenle bu yıla ait ortalamalar arasındaki farklılık iki kavşak grubu arasındaki EDS kurulumu önceki farklılığı göstermektedir.

Yaya kazaları bakımından ise EDS etkisinin anlamlı olduğu sonucuna varılmıştır (F(1,189) = 33,76, p<0,001). EDS bulunan kavşaklarda üç yıl içerisindeki kavşak başına ortalama yaya kaza sayısının (ortalama=1,97), bulunmayan kavşaklardan (ortalama=0,61) daha yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca yaya kazaları üzerinde hem yıl hem de EDS ile yıl arasındaki ortak etkinin ise istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ortaya konmuştur.

Ayrıntılı analizlere bakıldığında ise, **Tablo 3'**de görüldüğü gibi, 2009 yılında henüz EDS kurulmamışken ilgili kavşak grupları arasında yaya kazaları bakımından zaten anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. Diğer bir deyişle, henüz EDS yokken bile 21 kavşakta ortalama yaya kazalarının (ortalama = 1,90) diğer 44 kavşak ortalamasından (ortalama = 0,84) daha yüksek olduğu görülmektedir (F(1, 63) = 7, 94, p <0,01). Bu farkın EDS kurulduktan sonra da devam ettiği hatta biraz arttığı anlaşılmaktadır. Şöyle ki, kavşak türünün açıkladığı varyans, yani farkın etkisi, 2009 yılında yaklaşık %11 iken (Eta² = 0,11) EDS'nin kurulduğu 2010 yılında EDS bulunan kavşaklarda yaya kazaları daha da arttığı ve etki genişliğinin %21'e (Eta² = 0,21) yükseldiği görülmüştür. Bu fark 2011 yılında ise %14'e gerilemiştir (Eta² = 0,14). Ancak istatistiksel bakımdan EDS'lerin kavşaklardaki taşıt kazası ortalamasına bir etkisinin bulunmadığı, yaya kazalarında ise bir yıl içinde küçük bir artışa yol açsa da sonuçta mevcut durumu pek değiştirmedeği söylenebilir.

Özetlemek gerekirse, analiz bulguları taşıt kazası bakımından hem EDS hem yıl hem de EDS ve yıl arasındaki ortak etkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını göstermektedir. Yaya kazaları bakımından ise EDS etkisinin anlamlı olduğu görülmüştür. EDS bulunan kavşaklarda üç yıl içerisindeki ortalama yaya kazasının bulunmayan kavşaklardan daha yüksek olduğu görülmektedir. Ancak ilgili kavşak gruplarında EDS yerleştirmeden önce de yaya kazaları bakımından anlamlı bir farklılık olduğu saptanmıştır. Ayrıca yaya kazaları üzerinde yıl ve EDS ile yıl arasındaki ortak etki anlamlı değildir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, kavşaklara EDS kurulmasının trafik kazalarının sıklığına etkisi incelenerek elektronik denetimin trafik güvenliğine özel etkisi Ankara ölçeğinde incelenmiştir. Çalışmada Ankara ilinde EDS kurulmuş 21 ışıklı kavşaktaki ve bu kavşakların çevresinde bulunan ancak EDS kurulmamış 44 ışıklı kavşaktaki ölümlü veya yaralanmalı trafik kazaları

incelenmiştir. EDS kurulumu 2010 yılında gerçekleştirildiğinden ölçümler, EDS'nin bulunmadığı 2009 yılından, EDS kurulumunun yapıldığı 2010 yılından ve EDS'nin yıl boyu kullanıldığı 2011 yılından alınmıştır. Öncelikle EDS'nin genel etkisinin anlaşılabilmesi için çalışma kapsamındaki kavşakların ve kazaların özellikleri betimleyici istatistikle incelenmiştir. Böylelikle çalışma verilerine uygun analiz yönteminin ve değişkenlerin belirlenmesi de sağlanmıştır. Daha sonra EDS kurulumu ve yıllar arasındaki etkiyi hem ayrı ayrı hem de ortak etkileri bakımından incelemeye yönelik analiz gerçekleştirilmiştir.

Kavşakların ve kazaların genel özelliklerini ortaya koyan betimleyici istatistiklerde EDS'nin kaza sıklığına etkisinin kavşak özelliklerine göre değiştiğini ortaya koyan bir göstergeye rastlanmamıştır. Ancak, EDS kurulumu sonrası; gerek EDS olan kavşaklardaki kazalar, gerekse bunların çevresinde EDS olmayan kavşaklardaki kazalar; mevsime, güne, saate ve oluşum türüne göre değerlendirildiğinde, bazı değişkenlerde belirgin oranda artış veya azalma görülmüştür. Değişkenlerdeki kaza sayılarının düşüklüğü dikkate alınarak, belirtilen artış veya azalışlara temkinli yaklaşılması gerektiği değerlendirilmiştir. Ayrıca, belirtilen betimleyici istatistiklere ilişkin bulgular incelenmiş ve EDS etkinliğini incelemek için taşıt ve yaya kazaları üzerinde iki yönlü, 2 (EDS = Var, Yok) X 3 (yıl = 2009, 2010, 2011), ANOVA analizi yapılmasının uygun olduğu anlaşılmıştır.

EDS etkinliğine ilişkin sonuçlar taşıt kazası bakımından hem EDS hem yıl hem de EDS ve yıl arasındaki ortak etkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını göstermektedir. Yaya kazaları bakımından ise EDS etkisinin anlamlı olduğu bulunmuştur. EDS bulunan kavşaklarda üç yıl içerisindeki ortalama yaya kazasının bulunmayan kavşaklardan daha yüksek olduğu görülmektedir. Ancak, ilgili kavşak gruplarında EDS yerleştirmeden önce de yaya kazaları bakımından anlamlı bir farklılık olduğu saptanmıştır. Yaya kazaları üzerinde yıl ve EDS ile yıl arasındaki ortak etki anlamlı değildir. Yayanın EDS'nin farkında olması, sürücülerin kurallara uyacağı beklentisini arttırdığından bu kavşakları daha güvenli algılaması ve bu nedenle de gerekli önlemleri almaması nedeniyle daha fazla riske maruz kalmış olabileceği ileri sürülebilir.

Çalışmada ışıklı kavşaklara EDS kurulmasının kavşak güvenliğine belirgin bir katkısı tespit edilmemiş olsa da, Ankara İli geneli trafik kazası durumunun EDS kurulumu sonrası iyileşmiş olduğu görülmektedir. 2009 yılına göre 2011 yılında Ankara genelinde; 100.000 taşıt başına düşen ölü sayısı %30 ve 100.000 kişi başına düşen ölü sayısı %26 azalmış, buna karşın 100.000 kişi başına düşen yaralı sayısı ile 100.000 kişi başına düşen maddi hasarlı kaza sayısı %5'er oranda artmıştır. Ayrıca il genelindeki belirtilen değerlerdeki iyileşme oranları ülke ortalamalarının üstündedir. Örneğin, en temel trafik güvenliği göstergesi olan 100.000 kişi başına düşen ölü sayısında Türkiye genelinde %14 oranında düşüş sağlanırken, Ankara'da %26 oranında düşüş sağlanmıştır (TUİK, 2010; TUİK, 2011; TUİK, 2012; TUİK, 2013b; TUİK, 2013c).

Gerek bu çalışmanın sonuçları, gerekse konuya ilişkin literatürde yer alan çeşitli çalışmalar, trafik güvenliğini arttırmak amacıyla ışıklı kavşaklara EDS kurulmasının tartışmalı bir strateji olduğunu ve bu konuda veri bazlı ayrıntılı çalışmalar ve yeniden düzenlemeler yapılmasının ihtiyaç olduğunu ortaya koymaktadır. Her ne kadar bazı çalışmalarda (Elvik vd., 2009; Høye, 2013; Washington ve Shin, 2005) EDS sonrası özellikle yandan çarpma kazalarının azaldığı yönünde sonuçlar elde edilmiş olsa da, bu çalışmada ve son dönemde yapılan çeşitli çalışmalarda (Elvik vd., 2009;

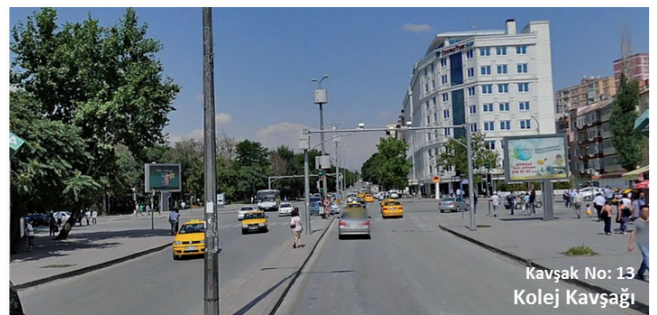
Burkey ve Obeng, 2004; Cunningham ve Hummer, 2010; Garber vd., 2007; Kloeden vd., 2009; Vinzant ve Tatro, 1999; Erke, 2009) kavşaklardaki trafik güvenliğinin belirgin biçimde arttığı yönünde sonuçlar elde edilememiştir. Ankara ilinden elde ettiğimiz bulgular bu alandaki diğer ülkelerde yapılan çalışmaların sonuçlarıyla tutarlıdır.

EDS'nin etkin olabilmesi için öncelikle bölgedeki kaza sayısı fazla olan kavşaklara kurulum yapılması gerekmektedir. Çalışmada incelenen EDS olan kavşaklar ile EDS olmayan kavşakların kurulum öncesinde (2009 yılı) kaza sayıları değerlendirildiğinde, EDS olan kavşaklardaki taşıt kazasının ortalama %13, yaya kazasının ortalama %126 oranlarında daha fazla olduğu görülmektedir. Bu oranlar EDS kurulan kavşakların kaza sayısı yüksek kavşaklardan seçildiğini, bu bakımdan görece uygun kavşaklara kurulum yapıldığını göstermektedir.

EDS olan kavşaklardaki etkinliğin artması için sistemin görünür olması ve öncesinde trafik uyarı işaretleriyle sürücü bilgilendirilerek farkındalığının artırılması oldukça önemlidir (Washington ve Shin, 2005). Ancak, çalışmanın gerçekleştirildiği EDS olan kavşaklarda sistemin görünür olmadığı ve öncesinde dikkat çekici ve farkındalığı artırıcı düzeyde yatay ve dikey işaretlemenin bulunmadığı gözlemlenmiştir (**Resim 3**). Bu eksikliğin çalışmada elde edilen EDS'nin kavşaktaki trafik güvenliğini arttıramadığı sonucuna etken olduğu değerlendirilmektedir. Bu nedenle gelecekteki çalışmalarda önceden uyarı ve bilgilendirme yapılan EDS'li kavşakların etkinliğinin de incelenmesi gerekmektedir.

Çalışmada sadece ölümlü veya yaralanmalı kazalar değerlendirilmiş, maddi hasarlı kazalar dahil edilmemiştir. Ayrıca, veri özelliklerini inceleme aşamasında veri yapısının kavşak özellikleri ve ayrıntılı kaza türü etkisini test etmeye uygun olmadığı görüldüğünden; kavşaklar tek grupta, kazalar ise yaya ve taşıt olarak iki grupta analiz edilmiştir. Ancak veri özellikleri incelendiğinde, EDS kurulumu sonrası özellikle arkadan çarpma kazalarının %170 arttığı, yandan çarpma kazalarının %22 azaldığı görülmektedir. Aynı zamanda EDS'ler, kentin arazi kullanımının sadece

Resim 3. Kavşaklardaki EDS'lerin görünümü (Yandex, 2011).



MİA, karma kullanım ve konut altı ticaret alanlarında yer almaktadır. Karma kullanım ve konut altı ticaret alanlarında yer alan kavşaklardaki üç yıllık ortalama ölümlü veya yaralanmalı kaza sayısı birbirlerine yakinken, MİA'da bu değer yaklaşık 2,5 kat fazladır (**Tablo 2**). En yüksek kaza türünün maddi hasarlı kazalar olduğu dikkate alındığında, bu tür kazalar dahil edildiğinde EDS'lerin etkisi farklılaşabilir. Bu nedenlerle sonraki çalışmalarda; maddi hasarlı kazalar, kaza türlerindeki (özellikle arkadan çarpma ve yandan çarpma kazalarındaki) değişimler, kavşak tipine ve arazi kullanımına göre olası farklılaşmalar da dikkate alınarak EDS'lerin etkisinin incelenmesi önerilmektedir.

Ülkedeki mekânsal planlama uygulamaları ışığında çalışma sonuçları yorumlanacak olursa, kentlerde yaşanan kavşak kazası problemine sadece EDS ile çözüm aranmasının etkili bir yöntem olmadığı öne sürülebilir. Kentsel kavşaklardaki güvenlik zafiyetinin gidermek için trafik ışığı konulması ve sonrasında da trafik ışığına uyum konusunda yaşanan kural ihlallerinin ortadan kaldırılması için EDS kurulması, kentlinin trafik kurallarına uyumunu artırarak trafik güvenliği sorununu çözmeyi amaçlayan yaklaşımın kavşaklardaki uygulamasıdır. Bu yaklaşımda güvenlikle ilgili sorumluluğun büyük kısmı yol kullanıcılarına (özellikle sürücülere) yüklenmekte, planlama ve uygulama süreçlerinde güvenlikten daha fazla hareketlilik önemsenmekte ve sistemin tasarımındaki güvenlik kusurları göz ardı edilmektedir (Johansson, 2009; Larsson vd., 2010). Bu eleştirilerden yola çıkarak güvenlik öncelikli yeni bir yaklaşım geliştirilmiştir. Bu yeni yaklaşımda ise güvenlik sorumluluğunun büyük kısmı ulaşım sistemini tasarlayanlar üzerine yüklenmektedir. Ayrıca bu yaklaşımda sistemi tasarlayanların kullanıcı hatalarını öngörmesi ve herhangi bir hatanın ölüm veya ciddi yaralanma ile sonuçlanmayacak şekilde sistemin tasarlanması gerektiği vurgulanmaktadır (Elvebakk ve Steiro, 2009; Johansson, 2009). Son dönemde yapılan pek çok çalışma (EİKÖ, 2008; Johansson, 2009), güvenlik öncelikli yaklaşımın daha başarılı sonuçlar verdiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca trafik güvenliğinde başarı sağlamış pek çok ülkenin (Örneğin: Norveç, Danimarka, Hollanda ve İsveç) bu yeni yaklaşımla planlama politikası geliştirdiği görülmektedir (EİKÖ, 2008).

Konu bu kapsamda değerlendirildiğinde, Ankara kentinin genel olarak hareketlilik öncelikli bir karayolu ulaşım sistemine sahip olduğu görülmektedir. Çok sayıdaki eş düzey kavşağın katlı kavşağa dönüştürülmesi, taşıt yollarının genişletilmesi ve hız sınırlarının arttırılması kentteki önceliğin hareketlilik olduğunu ortaya koyan son dönemdeki temel uygulamalardır. Kent genelinde gerçekleştirilen bu uygulamaların çalışma kapsamındaki kavşakların kaza sayısını etkilemesi mümkündür. Bu nedenle bulgular değerlendirilirken bu sınırlılık dikkate alınmalıdır.

Belirtilen yeni yaklaşımın kentsel kavşak uygulamalarına örnek olarak geleneksel dört kollu (ışıklı veya ışıksız) bir kavşağın, ışıksız standart bir dönel kavşağa dönüştürülmesi verilebilir. Bu müdahale sonrası kavşağı yüksek hızla ve doğrusal geçmek mümkün olmayacağından, trafik akımlarının çatışma sayısı 32'den 8'e düşeceği ve olası çarpışmalarda çarpma açısı dik olamayacağından dolayı güvenliğin artacağı değerlendirilmektedir (Vanderbilt, 2008; Elvik vd., 2009).

Bu nedenlerle kentsel mekânların oluşum sürecinin ilk basamağını oluşturan planlama sürecinde, özellikle uygulama imar planı hazırlanırken, kavşak kazası problemi göz önüne alınmalıdır. Konuya ilişkin literatürde

yer alan çeşitli çalışmalar (Kaygısız, 2012; Elvik vd., 2009; Robinson vd., 2000; Vanderbilt, 2008), genel olarak, planlama sürecinde dört kollu (+) kavşaklardan kaçınılması, buna karşın üç kollu (T) kavşağın ve modern dönel kavşağın desteklenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu çalışmalarda aynı zamanda trafik hızı ve hacminin kavşak güvenliğini etkileyen önemli değişkenler olduğu gösterilmiştir. Tüm bunlar değerlendirildiğinde, daha güvenli olduğu kanıtlanmış olan kavşak türlerinin planlama sürecinde tercih edilmesi ve EDS kurulumu yapılacak kavşakların seçimi sürecinde kaza sayısı bilgisine ek olarak; trafik hızı, trafik hacmi ve kavşak türü bilgilerinden de yararlanılması önerilmektedir.

Sonuç olarak, genel kaza riski bakımından Ankara'nın görece iyileşmesine karşın kavşaklarda kurulan EDS'lerin bu iyileşmeye istatistiksel olarak anlamlı bir katkısı olmadığı bulunmuştur. Bu nedenle kavşaklardaki EDS'lerin yer seçimi, görünürlük ve kavşaklardaki yapısal sorunlar dikkate alınarak iyileştirme çalışmalarının yapılması ve planlama, tasarım ve uygulama süreçlerinde kavşak kazası probleminin öncelikle göz önüne alınması gerektiği değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

- ANKARA İL EMNİYET MÜDÜRLÜĞÜ (2012) *Ankara Şehir İçi Trafik Sorunlarını Çözme Komisyonu Sonuç Raporu*, Ankara.
- ARUP (1992) *Red Light Camera Evaluation Study: Implementation in Brisbane*, report no. 6221, Arup Transportation Planning for Queensland Transport, Melbourne.
- BAŞTUĞ, Y., FELEK, M. (2012) Trafik Denetimlerinde Yeni Dönem: Trafik Elektronik Denetleme Sistemleri, *İller ve Belediyeler Dergisi* (770) 21-4.
- BURKEY, M.L., OBENG, K. (2004) *A Detailed Investigation of Crash Risk Reduction Resulting from Red Light Cameras in Small Urban Areas*, updated final report, Greensboro Urban Transit Institute, North Carolina Agricultural/Technical State University, Carolina.
- CHIN, H.C. (1989) Effect of Automatic Red-Light Cameras on Red-Running, *Traffic Engineering and Control* (30) 175-9.
- COUNCIL, F.M., PERSAUD, B., LYON, C., ECCLES, K., GRIFFITH, M.S., ZALOSHINJA, E., MILLER, T. (2005) Implementing Red Light Camera Programs: Guidance From Economic Analysis of Safety Benefits, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* (1922) 38-43.
- CUNNINGHAM, C.M., HUMMER, J.E. (2010) Evaluating the Effectiveness of Red-Light Running Camera Enforcement in Raliegh, North Carolina, *Journal of Transportation Safety & Security* 2(4) 312-24.
- Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) (2013) *Global Status Report on Road Safety 2013: Supporting a Decade of Action*, DSÖ Yayınları, Cenevre.
- DUMBAUGH, E., RAE, R. (2009) Safe Urban Form: Revisiting the Relationship Between Community Design and Traffic Safety, *Journal of the American Planning Association* 75(3) 309-29.
- DURNING, A.T. (1996) *The Car and the City: 24 Steps to Safe Streets and Healthy Communities*, report no: 3, Northwest Environment Watch, Seattle.

- Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (EİKÖ) (2008) *Towards Zero: Ambitious Road Safety Targets and The Safe System Approach*, EİKÖ Yayınları, Paris.
- ELVEBAKK, B., STEIRO, T. (2009) First Principles, Second Hand: Perceptions and Interpretations of Vision Zero in Norway, *Safety Science* 47(7) 958-66.
- ELVIK, R., VAA, T., ERKE, A., SORENSEN, M. (2009) *The Handbook of Road Safety Measures: Second Edition*, Emerald Group Publishing, Bingley.
- ERKE A. (2009) Red Light for Red-Light Cameras? A Meta-Analysis of The Effects of Red-Light Cameras on Crashes, *Accident Analysis and Prevention* (41) 897-905.
- GARBER, N.J., MILLER, J.S., ABEL, R.E., ESLAMBOLCHI, S., KORUKONDA, S.K. (2007) *The Impact of Red Light Cameras (Photo-Red Enforcement) in Virginia*, final report no: VTRC 07-R2, Virginia Transportation Research Council, Virginia.
- GLÆVER, T., TVEIT, O. (1998) *Erfaringer Med Automatisk Rødløskontroll – Vurdering av Videre Drift*, no: STF22-A97067, The Foundation for Scientific and Industrial Research (SINTEF), Trondheim.
- HØYE, A. (2013) Still Red Light for Red Light Cameras? An Update, *Accident Analysis and Prevention* (55) 77-89.
- JOHANSSON, R. (2009) Vision Zero-Implementing a Policy for Traffic Safety, *Safety Science* (47) 826-31.
- KAYGISIZ, Ö. (2012) *Kentsel Arazi Kullanımı Trafik Kazası İlişkisi: Eskişehir Örneği*, yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- KENNEDY, J., SEXTON, B. (2009) *Literature Review of Road Safety at Traffic Signals and Signalised Crossings*, report no: PPR436, Transport Research Laboratory, Berkshire.
- KLOEDEN, C.N., EDWARDS, S.A., MCLEAN, A.J. (2009) *Evaluation of South Australian Red Light and Speed Cameras*, report no: CASR011, Centre for Automotive Safety Research, University of Adelaide, Adelaide.
- KNOFLACHER, H. (1998) Wechselbeziehungen Zwischen Raumplanung, Verkehr und Energie, *SIR-Mitteilungen und Bericht* (26) 17-21.
- LARSSON, P., DEKKER, S.W., TINGVALL, C. (2010) The Need for a Systems Theory Approach to Road Safety, *Safety Science* 48(9) 1167-74.
- LAU, H. (1986) *Evaluation of a Red Light Camera at a Pedestrian Operated Signal Crossing*, report no: GR/86/14, Road Traffic Authority, Victoria.
- LITMAN T. (2012) *Land Use Impacts on Transportation*, Victoria Transport Policy Institute, Victoria [<http://www.vtpi.org/landtravel.pdf>] Erişim Tarihi (30.01.2015).
- MCGEE, H.W., ECCLES, K.A. (2003) *Impact of Red Light Camera Enforcement on Crash Experience*, Transportation Research Board, Washington DC.
- RETTING, R.A., KYRYCHENKO, S.Y. (2002) Reductions in Injury Crashes Associated with Red Light Camera Enforcement in Oxnard, California, *American Journal of Public Health* (92) 1822-5.

- RETTING, R.A., WILLIAMS, A.F., FARMER, C.M., FELDMAN, A.F. (1999a) Evaluation of Red Light Camera Enforcement in Fairfax Virginia, *ITE Journal* (69) 30-4.
- RETTING, R.A., WILLIAMS, A.F., FARMER, C.M., FELDMAN, A.F. (1999b) Evaluation of Red Light Camera Enforcement in Oxnard California, *Accident Analysis and Prevention* (31) 169-74.
- ROBINSON, B.W., RODEGERDTS, L., SCARBOROUGH, W., KITTELSON, W. (2000) *Roundabouts: An Informational Guide* report no: FWHARD-00-067, U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, , Washington.
- SHIN, K., WASHINGTON, S. (2007) The Impact of Red Light Cameras on Safety in Arizona, *Accident Analysis and Prevention* 39(6) 1212-21.
- SÜMER, N., KAYGISIZ, Ö. (2014) *Trafik Denetimlerinin Kazalara Etkisi, Emniyet Genel Müdürlüğü, Trafik Araştırma Merkezi Müdürlüğü Yayınları, Ankara.*
- SÜMER, N., KAYGISIZ, Ö., SÖNMEZ, M., VURSAVAŞ, F. (2014) *Türkiye'de İllerin Trafik Güvenliği Durumu: 2007-2012, Emniyet Genel Müdürlüğü, Trafik Araştırma Merkezi Müdürlüğü Yayınları, Ankara.*
- Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK) (2010) *Trafik Kazaları İstatistiği 2009, TUİK Yayınları, Ankara.*
- Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK) (2011) *Trafik Kazaları İstatistiği 2010, TUİK Yayınları, Ankara.*
- Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK) (2012) *Trafik Kazaları İstatistiği 2011, TUİK Yayınları, Ankara.*
- Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK) (2013a) *Trafik Kazaları İstatistiği 2012, TUİK Yayınları, Ankara.*
- Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK) (2013b) *Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları. [http://tuikapp.tuik.gov.tr/adnksdagitapp/adnks.zul] Erişim Tarihi (30.04.2013).*
- Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK) (2013c) *İllere Göre Araç Sayısı Sonuçları. [http://tuikapp.tuik.gov.tr/ulastirmadagitimapp/ulastirma.zul] Erişim Tarihi (30.04.2013).*
- VANDERBILT, T. (2008) *Traffic: Why We Drive The Way We Do (And What it Says About Us)*, Knopf Doubleday Publishing Group, New York.
- VINZANT, J.C., TATRO, B.J. (1999) *Evaluation of the Effects of Photo Radar Speed and Red Light Camera Technologies on Motor Vehicle Crash Rates*, Arizona State University and B.J. Tatro Consulting, Arizona.
- WASHINGTON, S., SHIN, K. (2005) *The Impact of Red Light Cameras (Automated Enforcement) on Safety in Arizona*, report no: FHWA-AZ-05-550, Arizona Department of Transportation, Arizona.
- Yandex (2011) *Sokak Görünümleri. [http:// https://harita.yandex.com.tr/] Erişim Tarihi (15.03.2016).*

Received: 04.02.2015; Final Text: 08.11.2016

Keywords: Traffic crashes; junction crash;
red light camera; Ankara.

EFFECTS OF RED LIGHT CAMERA ENFORCEMENT ON TRAFFIC CRASHES: ANKARA CASE

Junctions in urban areas, especially in the metropolitan cities are one of the most critical locations, for both transportation mobility and traffic safety. In recent years, the red light camera enforcement systems (RLCES), implemented in the major junctions are expected to contribute to urban traffic safety. This study aims to investigate the effectiveness of the RLCES at junctions in Ankara on both general traffic safety and the prevalence of car crashes and pedestrian accidents. The traffic safety indicators that were measured on 21 junctions where RLCES were installed were compared with 44 conventional red light signalized junctions located around the junctions with RLCES. Considering that RLCES were installed in 2010, the data on car crashes and pedestrian accidents were collected in three years period, beginning from 2009, when there was no RLCES, 2010 representing the installment year, as well as 2011 following the installment. Analyses were conducted separately on car crashes and pedestrian accidents. To better understand the effects of RLCES, junction type, year, and their interactions, 2 (junctions with and without RLCES) X 3 (year: 2009, 2010, 2011) ANOVAs were run on the number of car crashes and pedestrian accidents. Results demonstrated that there was no significant main effect of RLCES, year, and their interaction on car accidents. However, presence of RLCES had a significant effect on pedestrian accidents. Unexpectedly, the junctions having RLCES had higher pedestrian accidents on average (Mean = 1.97) than those with no RLCES (Mean = 0.61). Results were discussed considering the previous findings in Western countries.

KENTSEL KAVŞAKLARDAKİ ELEKTRONİK DENETİM SİSTEMLERİNİN TRAFİK KAZALARINA ETKİSİ: ANKARA ÖRNEĞİ

Kentsel kavşaklar, özellikle metropollerde hem ulaşım hareketliliği hem de trafik güvenliği bakımından en kritik mekânlardan birisidir. Son yıllarda yaygın olarak kavşaklarda kurulan Elektronik Denetim Sistemleri'nin (EDS) trafik güvenliğine katkıda bulunması beklenmektedir. Bu çalışmanın amacı, kentsel ışıklı kavşaklara kurulan EDS'nin genel olarak trafik güvenliği ve özel olarak da taşıt ve yaya kazası sıklığı üzerindeki etkisini araştırmaktır. Çalışmada, Ankara ilinde EDS kurulumu yapılan 21 kavşaktaki ölümlü veya yaralanmalı trafik kazaları, bu kavşakların çevresinde bulunan ancak EDS kurulumu yapılmamış olan 44 ışıklı kavşaktaki kazalar ile karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. EDS kurulumu 2010 yılında gerçekleştirildiği için ölçümler; EDS'nin bulunmadığı 2009 yılından, EDS kurulumunun yapıldığı 2010 yılından ve EDS'nin yıl boyu kullanıldığı 2011 yılından alınmıştır. Analizler, yaya ve taşıt kazaları olarak iki grupta gerçekleştirilmiştir. EDS kurulumu ve yıllar arasındaki etkiyi hem ayrı ayrı hem de ortak etkileri bakımından incelemek için iki kaza değişkeni (taşıt ve yaya kazaları) üzerinde iki yönlü, 2 (EDS = Var, Yok) X 3 (yıl = 2009, 2010, 2011), ANOVA analizi yapılmıştır. Sonuçlar, taşıt kazası bakımından hem EDS hem yıl hem de EDS ve yıl arasındaki ortak etkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını göstermektedir. Yaya kazaları bakımından ise EDS etkisinin anlamlı olduğu ancak yıl ve ortak etkinin anlamlı olmadığı bulunmuştur. Beklenenin aksine, EDS bulunan kavşaklarda üç yıl içerisindeki kavşak başına ortalama yaya kazasının (Ort =1,97) bulunmayan kavşaklardan (Ort = 0,61) daha yüksek olduğu görülmektedir. Bulgular, Batı ülkelerindeki benzer çalışmaların bulgularını ışığında tartışılmıştır.

ÖMÜR KAYGISIZ; B.CRP, M.CRP, Ph.D.

Received his B.CRP (2003), M.CRP (2008) and Ph.D. (2012) degrees from the Faculty of Architecture at Gazi University. He also conducted postdoctoral researches in the Department of Psychology at Middle East Technical University and also in the Department of City and Regional Planning at Vienna University of Technology. His main areas of interest are spatial analysis, road safety and transportation planning. omurkaygisiz@gmail.com

NEBİ SÜMER; B, Psych, M.A., PhD.

Received his bachelor's degree in Psychology from Middle East Technical University (1985), M.A. in Developmental Psychology from Hacettepe University in 1988 and Ph.D. in social psychology from Kansas State University. Major research interests include close relationships and transportation safety, especially aberrant driver behavior and hazard perception. nsumer@metu.edu.tr