KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Trafik Kazalarına Etki Eden Parametrelerin Faktöriyel Tasarım Yöntemi ile İncelenmesi

Merve Burçin CENİKLİ

Haziran 2019

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında Merve Burçin CENİKLİ tarafından hazırlanan TRAFİK KAZALARINA ETKİ EDEN PARAMETRELERİN FAKTÖRİYEL TASARIM YÖNTEMİ İLE İNCELENMESİ adlı Yüksek Lisans Tezinin Anabilim Dalı standartlarına uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Orhan DOĞAN
Anabilim dalı Başkanı

Bu tezi okuduğumu ve tezin Yüksek Lisans Tezi olarak bütün gereklilikleri yerine getirdiğini onaylarım.

Prof.Dr.Ali Payidar AKGÜNGÖR
Danışman

Jüri Üyeleri
Başkan : Prof.Dr.Ali Payidar AKGÜNGÖR
Üye : Doktor Öğretim Üyesi Erdem DOĞAN
Üye : Doktor Öğretim Üyesi Seda HATİPOĞLU

Bu tez ile Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onaylamıştır.

Prof. Dr. Recep ÇALIN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

TRAFİK KAZALARINA ETKİ EDEN PARAMETRELERİN FAKTÖRİYEL TASARIM YÖNTEMİ İLE İNCELENMESİ

CENİKLİ, Merve Burçin
Kırıkkale Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek lisans Tezi
Danışman: Prof. Dr. Ali Payidar AKGÜNGÖR
Haziran 2019 108 sayfa

Bu tez çalışmasında trafik hakkında genel bilgiler verilmiş olup trafik kazalarına etki eden kişi, araç ve çevresel faktörler incelenmiştir. Trafik güvenliği etmenlerinden yol unsuru detaylı bir biçimde ele alınarak trafik kazaları üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Faktöriyel tasarım yöntemi hakkında bilgi verilerek içerisinde yol geometri unsurlarını barındıran altı model incelenmiştir. İçeriğinde yatay kurbta meydana gelen, ana yoldan tali yola dönüş parametrelerini barındıran, sabit cisme çarpma ve banket varlığında meydana gelen kazaları tahmin eden modellerdeki parametrelerin duyarlılıkları incelenmiştir. Modellerin değerlendirilmesi sonucunda ortalama trafik hacminin kazaların meydana gelmesinde en etkili parametre olduğu ortaya konulmuştur. Ayrıca yatay kurbu oluşturan parametreler ve yol elemanlarının da kazalarda etkili olduğu sonuçlarına ulaşılmış ve çözüm önerileri sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Trafik kaza modeli, faktöriyel tasarım yöntemi, trafik kazası, duyarlılık analizi

ABSTRACT

INVESTIGATION OF PARAMETERS AFFECTING THE TRAFFIC ACCIDENTS BY FACTORIAL DESIGN METHOD

CENİKLİ, Merve Burçin
Kırıkkale University
Graduate School Of Natural and Applied Sciences
Deparment of Civil Engineering, M.Sc. Thesis
Supervisor: Prof. Dr. Ali Payidar AKGÜNGÖR
June 2019 103 pages

In this thesis study, an outline of traffic was given and person, vehicle, environmental factors affecting the traffic accidents were investigated. One of the traffic safety factors, the road component, was scrutinized and its effects on traffic accidents were evaluated. The outline of factorial design method was given and six models including road geometry components were surveyed. The sensitivity of parameters consisted of models predicting accidents in horizontal curve, including parameters of turning from main road to minor road, crashing to fixed bodies and accidents happening in the presence of banquette were examined. As a result of models' study, the average traffic volume was exhibited as the predominant parameter on traffic accidents. Furthermore, it was determined that parameters of horizontal curve and road elements have an impact on accidents. The solution recommendations were proposed.

Keywords: Traffic Accident Model, Factorial Design Method, Traffic Accident, Sensitivity Analysis

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimin hazırlanması sırasında bana her zaman vakit ayıran, bilgi, tecrübe ve fikirlerinden yararlandığım değerli danışman hocam Prof. Dr. Ali Payidar AKGÜNGÖR' e, manevi desteklerini esirgemeyen arkadaşlarıma, her zaman ve her durumda yanımda olan aileme ve çalışmalarım esnasında en güzel zamanlarından aldığım oğullarım Mustafa Alp ve Mert Kıvanç'a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	Sayfa
ÖZET……..	i
ABSTRACT……...	ii
TEŞEKKÜR……...	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ……...	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ……	v
ŞEKİLLER DİZİNİ……..	vii
1.GİRİŞ……..	1
1.1.Kaynak özetleri……	6
2.TRAFİK VE TRAFİK KAZALARI……	8
2.1. İnsan Kaynaklı Kusurlar…….	13
2.2. Araç Kusurları…….	15
2.3. Çevresel Kusurlar……	16
2.4.Yol Kusurları……	17
2.4.1.Yol Kaplaması ve Durumu……..	18
2.4.2. Yatay Güzergah Tasarımı……	20
2.4.3.Yol Enkesiti Tasarımı- Platform Özellikleri……	21
2.4.4.Banket Tasarımı……..	23
2.4.5. Yatay Kurb Tasarımı……...	25
2.4.6. Düşey Eksen Tasarımı…….	29
2.4.7. Kavşak Tasarımı……..	33
2.4.8. Geçit Varlığının Olması……..	35
2.4.9. Yol Kenarı Elemanları Tasarımı…….	36
2.5. Diğer Etmenler……	37
2.5.1. Hız……	37
2.5.2. Trafik Hacmi……	41
3.MATERYAL VE YÖNTEM…….	43
3.1. Faktöriyel tasarım metoduna giriş ve metodun tarihsel gelişimi……	43
3.2.Faktöriyel tasarım yöntemi……..	44
3.3.Seçilen kaza modellerinin faktöriyel tasarım metoduyla değerlendirilmesi	47
3.3.1. Üç faktörlü (Trafik hacmi-kurb yarıçapı-kurb uzunluğu) modelin incelemesi…….……..	47
3.3.2. Üç faktörlü (Trafik hacmi-eğrilik-kurba dair segment uzunluğu) modelin incelemesi……..	51
3.3.3. Dört faktörlü (kavşak varlığında sola dönüşte meydana gelen kazalar) modelin incelemesi……..……..	54
3.3.4. Beş faktörlü (Sabit cisimle çarpışma şeklindeki kazalar) modelin İncelemesi…….……	60
3.3.5. Beş faktörlü (Banket varlığındaki çarpışmalar) modelin incelemesi…….	69
3.3.6. Altı faktörlü (Kurb varlığı-banket genişliği etkenleri) modelin incelemesi…….	76
4. SONUÇ VE ÖNERİLER……..	94
KAYNAKLAR……...	97
ÖZGEÇMİŞ…….....	101

ÇİZELGELER DİZİNİ

ÇİZELGE	Sayfa
1.1. Türkiye'ye ait kayıtlı taşıt sayısı ve trafik kazasına karışan taşıt sayısı……	1
1.2. 2017 yılına ait Avrupa ülkelerine ait trafik kaza bilgileri ve bin kişiye düşen otomobil sayısı……..	2
1.3. Taşıma türleri ve özellikleri……..	4
1.4. Türkiye'de 01/01/2019 tarihi itibariyle satıh cinsine göre yol ağı……	5
2.1. İnsanların ölüm nedenlerinin yüzde dağılım oranları……	9
2.2. 2008-2017 yılları trafik kaza istatistikleri…….	10
2.3. Yıllar itibariyla meydana gelen ölümlü ve yaralanmalı trafik kazalarındaki kusur oranları 2008-2017…….	11
2.4. 2018 yılı uygulanan trafik cezalarının dağılımı……..…..	13
2.5. Yolun geometrik durumuna göre kaza dağılımı……	20
2.6. Şerit genişliği-Kaza sayısı ilişkisi…….	21
2.7. Şerit genişliği-Kaza sayısında meydana gelen azalma ilişkisi……..	21
2.8. Şerit genişliği değişimi- kaza sayısında meydana gelen değişiklik ilişkisi……	22
2.9. Kaplama genişliğinin kaza oranına etkisi……..	22
2.10. Banket genişliğinin kaza sayısı ilişkisi……	24
2.11. Banket genişliği ve kaplama durumu ile kaza azalması ilişkisi……..	25
2.12. Yatay güzergah durumuna göre kaza dağılımı……	26
2.13. Düşey güzergah durumuna göre kaza dağılımı……...	29
2.14. Kavşak durumuna göre kaza dağılımı…….	33
2.15 Arazi kullanım ve trafik kontrol tipinin kavşaklardaki ölümcül kazalar üzerindeki etkisi…….	34
2.16. Geçit durumuna göre kaza dağılımı……	35
2.17. Araçların hızlarına göre durma mesafeleri……..	38
2.18. Ortalama hız azaltıldığında kazalarda meydana gelmesi beklenen düşüş oranı……...	39
2.19. Bazı ülkelerde hız sınırında yapılan değişikliklerin etkileri……	40
3.1. Tekli parametreler için faktöriyel tasarım matrisi…….	44
3.2. Tekli parametreler için faktöriyel tasarım etki düzeyleri……..	45
3.3. Çoklu parametreler için faktöriyel tasarım düzeyleri matrisi……	46
3.4. 1. Model parametreleri ve parametreler için seçilen alt–üst değerler……...	48
3.5. Parametrelere dair tekil tasarım ve hesaplama matrisi……..	48
3.6. Parametrelere dair çoklu etkileşim hesaplama matrisi……..	49
3.7. 1. Modele dair kaza sayıları ve tekil-çoğul parametre etkileşimleri ile hesap sonuçları……	49
3.8. Parametre etkileri……..	50
3.9. Parametreler için |3σ|ve |4σ| değerlerindeki etkiler……...	50
3.10. 2. Model parametreleri ve parametreler için seçilen alt–üst değerler…….	51
3.11. Parametrelere dair tekli tasarım ve hesaplama matrisi……	52
3.12. Parametrelere dair çoklu etkileşim hesaplama matrisi……	52
3.13. 2. Modele dair kaza sayıları ve tekli-çoklu parametre etkileşimleri ile hesap sonuçları……..	53
3.14. Parametre etkileri ……...	53

ÇİZELGELER DİZİNİ

ÇİZELGE	Sayfa
3.16. 3. Model parametreleri ve parametreler için seçilen alt–üst değerler..……..	54
3.17. Parametrelere dair tekli hesaplama matrisi ……..……...	55
3.18. Parametrelere dair çoklu etkileşim hesaplama matrisi …….....	56
3.19. 3. Modele dair kaza sayıları ve tekli-çoklu parametre etkileşimleri ile hesap sonuçları …….……	57
3.20. Parametre etkileri …….……...……..	58
3.21. Parametreler için |3σ|ve |4σ| değerlerindeki etkiler ……...……	58
3.22. 4. Model parametreleri ve parametreler için seçilen alt–üst değerler …….…..	61
3.23. Parametrelere dair tekli hesaplama matrisi……..	61
3.24. 4. Modele dair tekli-çoklu parametre etkileşimleri ……...….	63
3.25. Kaza sayıları, tekli ve çoklu parametre etkileşimleri …….	64
3.26. Parametre etkileri ……...……	66
3.27. Parametreler için |3σ|ve |4σ| değerlerindeki etkiler ……...…….	67
3.28. 5. Model parametreleri ve parametreler için seçilen alt–üst değerler…….	69
3.29. Parametrelere dair tekil hesaplama matrisi ……	70
3.30. Kaza sayıları, tekli ve çoklu parametre etkileşimleri …...……..	71
3.31. Parametre etkileri ……	73
3.32. Parametreler için |3σ|ve |5σ| değerlerindeki etkiler ……..……..	74
3.33. 6.Model parametreleri ve parametreler için seçilen alt–üst değerler …….	77
3.34. Parametrelere dair tekil hesaplama matrisi ……..……...	77
3.35. 6. Modele dair tekli-çoklu parametre etkileşimleri ……...…….	79
3.36. Kaza sayıları ile modele dair tekli-çoklu parametre etkileşimlerinin çakıştırılması ...…….	81
3.37. Parametre etkileri ……...……	91
3.38. Parametreler için |3σ|, |4σ|ve |5σ| değerlerindeki etkiler ……..……..	93

ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİL	Sayfa
2.1. Dünyada sebeplerine göre ölüm oranları…….……..	9
2.2. Kazaya etki eden faktörlerin şematik gösterimi …….……..	11
2.3. Araç güvenlik sistemlerinin araç hakimiyetine etkisi……...	16
2.4. Yol kaplamasına etki eden faktörler……..	18
2.5. Banket ve şerit genişliğinin kaza oranına etkisi……	24
2.6. Banket kaplama durumunun ve şerit genişliğinin kaza oranına etkisi …….	25
2.7. Kurb yarıçapının kaza oranına etkisi ……	27
2.8. Kurb yarıçapına göre kurbların tehlike açısından sınıflandırılması ……...…..	28
2.9. Görüş mesafesi-kaza oranı ilişkisi ……	28
2.10. Eğrilik değişim oranı-kaza ilişkisi …….…….	29
2.11. Eğim durumuna göre kaza ve kaza maliyet oranı ilişkisi …….…..	30
2.12. Eğim durumuna kaza oranı ilişkisi …….……	30
2.13. Düşey eğim ve kaçış rampası tasarımı …….……..	32
2.14. Tırmanma şeridinin kaza oranı ile ilişkisi ……..……	32
2.15. Görüş mesafesi …….…..	33
2.16 Engelsiz bölge genişliği kaza oranı ilişkisi …….……	37
2.17. Bir yayanın, arabanın etki hızının fonksiyonu olarak ölme olasılığı …….....	41
2.18. Türkiye yıllara göre trafik hacim haritası ……..…….	42
2.19. YOGT ile kaza oranı ilişkisi ……..…….	42
3.1. Dört faktörlü (Kavşak dönüşlerinde meydana gelen kazalar modeli için normal olasılık ölçeğinde çizilen parametre etkileri…….....	59
3.2. Beş faktörlü (Sabit cisimle çarpışma şeklindeki kazalar) modeli için normal olasılık ölçeğinde çizilen parametre etkileri ……..……..	68
3.3. Beş faktörlü (banket varlığındaki çarpışmalar) model için normal olasılık ölçeğinde çizilen parametre etkileri …….……...	75
3.4. Beş faktörlü (banket varlığındaki çarpışmalar) model için normal olasılık ölçeğinde çizilen parametre etkileri ……	40

1.GİRİŞ

Ulaştırma; bir kişiyi ya da bir cismi başka bir yere aktarma olarak tanımlanabilir. Trafik her gün gelişen ve yeni keşifler olan dünyamız için hem kolaylaştırıcı bir etki hem de ciddi bir sorun teşkil etmektedir.

Ülkemizde araç sahipliği hızla artmakta ve bu durum trafik sıkışıklığı, hava kirliliği, zaman kaybı, ülke ekonomisinden ulaştırmaya alınan büyük bir payı ve trafik kazalarını beraberinde getirmektedir. Araç sahipliği insanlar üzerinde güç, rahatlık, özgürlük, zenginlik gibi birçok algıyı uyandırır. Bu nedenle araç sahipliğini kısıtlayabilmek mümkün olmayacağı için trafiği düzenleyerek güvenliği sağlamak esas olmalıdır.

Artan nüfus, kentleşme ve sosyal, ekonomik gelişmeler araç sahipliği ile beraber trafik yükünü, trafikte geçirilen süreyi ve trafik güvenliği unsurunu beraberinde getirmektedir. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için yol yapım politikaları ve trafik güvenliği unsurları ülke ekonomisi ve ülke güvenliği konusunda önemli bir yer tutmaktadır. Yol yapım maliyetleri ülke ekonomisinde ciddi bir pay almakla beraber yol yapımında meydana gelebilecek iyileştirmeler yol güvenliğinin artması ile ekonomik ve sosyal kazanımlar sağlayacaktır. Yol tasarımı ve güvenlik esasları için gelecek planlaması önemli bir yer tutmaktadır. Bu politikalar için değerlendirmeler yapılarak tahminler çerçevesinde düzenlemeler yapılmaktadır.

Çizelge 1.1. Türkiye'ye ait kayıtlı taşıt sayısı ve trafik kazasına karışan taşıt sayısı [1]

Yıl	Kayıtlı taşıt sayısı	Trafik kazasına karışan taşıt sayısı	(%)
2008	13.765.395	135.144	1,0
2009	14.316.700	146.964	1,0
2010	15.095.603	156.436	1,0
2011	16.089.528	179.311	1,1

2012	17.033.413	210.609	1,2
2013	17.939.447	251.729	1,4
2014	18.828.721	264.936	1,4
2015	19.994.472	290.072	1,5
2016	21.090.424	295.727	1,4
2017	22.218.945	294.515	1,3

Araç sahipliğinin artması trafik hacmini arttırmaktadır bu durumda mevcut yollardaki trafik yoğunluğunu arttırmakta ve trafik güvenliğini birinci derecede etkilemektedir. Çizelge 1.1 ‘ de ülkemizde yıllara göre araç sahipliğinin arttığı görülmektedir. Artan araç sahipliği, trafik güvenliği önlemleri ve sürdürülebilir ulaşım politikalarının gerekliliğini beraberinde getirmektedir.

Çizelge 1.2. 2017 yılına ait Avrupa ülkelerine ait trafik kaza bilgileri ve bin kişiye düşen otomobil sayısı [2]

Ülke	Ölümlü Yaralanmalı Kaza Sayısı	Ölü Sayısı	Bin Kişiye Düşen Otomobil Sayısı	Bir Milyon Otomobile Düşen Ölü Sayısı	Bir Milyon Kişiye Düşen Ölü Sayısı
TÜRKİYE	182.669	7.427	149	617	92
ALMANYA	305.659	3.459	548	77	42
AVUSTURYA	37.960	479	546	101	55
BELÇİKA	40.303	732	501	130	65
BULGARİSTAN	7.226	708	442	229	99
ÇEK CUMH.	21.561	734	485	148	70
DANİMARKA	2.853	178	419	75	31
ESTONYA	1.391	67	514	101	51
FİNLANDİYA	5.164	266	594	82	49
FRANSA	56.600	3.461	479	108	52
G.KIBRIS RUM CMH.	600	57	575	118	67
HIRVATİSTAN	11.038	348	358	234	83
HOLLANDA	18.523	531	477	66	31
İNGİLTERE	146.203	1.804	477	58	28
İRLANDA	5.459	166	425	84	35
İSPANYA	97.756	1.689	481	76	36
İSVEÇ	14.672	259	474	56	26
İTALYA	174.539	3.428	616	92	56

LETONYA	3.692	188	345	281	95
LİTVANYA	3.031	242	431	198	83
LÜKSEMBURG	983	36	661	95	63
MACARİSTAN	16.333	644	325	204	65
MALTA	1.380	11	634	41	25
POLONYA	32.967	2.938	546	144	77
PORTEKİZ	31.955	593	439	131	57
ROMANYA	28.944	1.893	261	376	96
SLOVAKYA	5.172	310	375	156	57
SLOVENYA	6.578	120	523	112	58
YUNANİSTAN	11.440	793	479	154	73
AB 28 ÜLKELERİ	1.090.042	26.134	498	104	51

Çizelge 1.2 ‘de görüldüğü üzere 1000 kişiye düşen araç sayısı 661 ile ilk sırada ülke Lüksemburg iken bu oran ülkemiz için 149 adet ve bir milyon otomobile düşen ölü sayısı 25 ile Malta en düşük değere sahipken ülkemiz için bu sayı 92 olarak görülmektedir. Ülkemizde diğer ülkelere oranla araç sahipliği daha düşükken ölüm oranları oldukça yüksektir. Bunun nedeni ise ülkemizde karayolu ağırlıklı ulaştırma sistemlerinin hakim olmasıdır.

Ulaştırma türleri altyapı çeşitlerine göre şöyle sıralanabilir;

1)Karayolu Ulaştırması
   a)Karayolu Ulaştırması
   b)Demiryolu Ulaştırması
2)Su Ulaştırması
   a)Denizyolu Ulaştırması
   b)İç-Su Yolu(Göl, nehir, kanal vb.) Ulaştırması
3)Havayolu Ulaştırılması
4)Boru Ulaştırılması

Ülkelerdeki ulaşım politikaları ve türleri gelişmişlik ve ihtiyaçlara göre oluşum göstermektedir. Ülkemizde en gelişmiş olan sistem karayolu ulaşımıdır. 2017 Trafik Kaza Özetinde veriler yük ve yolcu taşımacığı olarak iki sınıfta incelenmiş olup yük taşımacığı sınıfında karayolu ulaşımı %90.00, denizyolu ulaşımı %5.60, demiryolu

ulaşımı %4.40 ve yolcu taşımacılığında karayolu ulaşımı %88.90, denizyolu ulaşımı %0.50, demiryolu ulaşımı %1.00 ve havayolu ulaşımına %9.60 oranında ağırlık göstermiştir [2]. Ulaştırma türleri arasındaki olumlu ve olumsuz taraflar Çizelge 1.3.'da gösterilmektedir.

Çizelge 1.3. Taşıma türleri ve özellikleri

Taşıma türü	Maliyet	Hız	Ulaşılabilirlik	Güvenlik	Yatırım Maliyeti
Karayolu	Orta	Hızlıdır.	Hızlı ve kişiye özel hizmet sunar, toplu taşıma olarak da geniş ağa sahiptir.	Düşük	Yüksek maliyetlidir. Yatırımlar. Devlet eliyle yapılmaktadır.
Demiryolu	Düşük	Yavaştır.	Tarifelidir. Hizmet alanı dardır.	Güvenilir	Yatırım maliyeti yüksek olmakla beraber arazi uygunluğu gerektirebilir. Yatırımlar devlet tarafından yapılır.
Havayolu	Yüksek	Çok Yüksek	Tarifelidir. Hizmet alanı her geçen gün artmaktadır.	Güvenilir	Yatırım maliyeti çok yüksektir. Havaalanı yatırımları devlet kanalıyla yapılmaktadır ancak seyahatler özel girişimciler vasıtasıyla yapılmaya başlandığından rekabet oluşmaktadır.
Denizyolu	Düşük	Yavaş	Tarifelidir. Hizmet alanı dardır.	Güvenilir	Yatırım maliyeti çok çok düşüktür. Üç tarafı denizlerle çevrili ülkemizde ne yazık ki geniş ağa sahip değildir.

Ülkemizin kurulduğu yıllardaki demiryolu kullanımı, sonradan benimsenen ulaşım politikaları ve yol yatırımları sebebiyle yerini kara ulaşımına bırakmıştır. Kişilerin gelir düzeyinin artmasıyla araç sahipliği artmakta, ulaşım için harcanan süre artmakta ve dolayısıyla trafik kazasına karışma ihtimali de artmaktadır.

Çizelge 1.4. Türkiye'de 01/01/2019 tarihi itibariyle satıh cinsine göre yol ağı [3].

Satıh Cinsine Göre Yol Ağı(Km.)	
Otoyollar	2.159
Devlet Yolu	31.021
İl Yolu	34.153
Toplam	67.333

Karayolu ağının bu denli gelişmiş olmasına karşılık demiryolu ağımız 2017 itibariyle konvansiyonel hat toplamı 11.395 km., Yüksek hızlı tren hattı 1.213. km. olmak üzere toplamda 12.608 km. dir [4]. Ülkemiz için demiryolu uzunluklarının karayolu ağımıza kıyasla çok geride olduğu görülmektedir.

Ülkemizin gelişmekte olan birçok ülkede olduğu gibi artan nüfus, kentleşme ve sanayideki gelişmeler araç sahipliğini de aynı oranda arttırmış ve bu durum trafik hacminin büyümesini beraberinde getirmiştir. Artan trafik hacmi ise zorunlu olarak karayolu ağının genişlemesine sebep olmuştur. Ülkemiz dünya ülkeleri arasında ortalama bir karayolu uzunluğuna sahiptir.

Ülkemizde havayolu ulaşımı, maliyetlerin yüksek olması sebebiyle diğer ulaşım sistemlerine göre daha az tercih edilmektedir. Havayolu ulaşımı, yeni havayolu şirketlerinin varlığı ile beraber artan rekabet ile artık eskiye oranla daha çok kullanılmaktadır. Havaalanlarının ulaşılabilirliğinin artması ile havayolu ulaşımının kullanımı kolaylaşmaktadır. Denizyolu halen ülkemizde çok fazla tercih edilmese de hızlı feribotlar, arabalı vapurlar vb. sistemlerle diğer ulaşım yöntemleri ile entegrasyon sağlanmaya çalışılmaktadır. Demiryolu ağının arttırılması ülkemizin hedefleri arasında bulunmaktadır. Birçok şehirde genişleyen demiryolu ağı ile şehiriçi toplu taşıma sistemlerinde raylı sistemler, dış hava koşulları ve trafik yoğunluğundan etkilenmeden rahatlıkla kullanılmaktadır. Yapılan yüksek hızlı tren yatırımları ile zamandan oldukça kar sağlanmaktadır. Ülkemizde T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı kontrolündeki 2003-2017 yılları arasında yatırımlarda karayolu için 238.4, demiryolu için 71,7, havayolu için 35,5 ve denizyolu için 4,6 Milyar TL yatırım yapılarak ulaştırma hususunda gelişme katedilmiştir.[5]

1.1.Kaynak özetleri

Yol tasarımı ile ilgili planlama ve yeni geliştirilecek projeler için yol hakkında yapılmış çalışmalar ve kaza tahmin modelleri önemli bir kaynak oluşturmaktadır. Trafik güvenliği politikaları oluşturulması ve gelecekte meydana gelebilecek etmenlerin belirlemesinde istatistiki veriler ve kaza tahmin modelleri kullanılmaktadır.

Literatür incelendiğinde farklı unsurları içerisinde barındıran birçok model bulunmaktadır. 1938 yılında birçok ülke verileri kullanılarak Smeed tarafından ölüm, araç sayısı ve nüfus parametrelerini içeren model oluşturmuştur.

$$F=k.(M^{0,33)}.(I^{0,67}) \qquad (1.1)$$

F : Ölü sayısı
M:Araç sayısı
I :Nüfus
k : Ülke bazında değişen katsayı

Eşitlik 1.1 de gösterilen bu modele diğer adıyla Smeed Kanunları denilmektedir [6]. Aynı model Andreassen tarafından model verisinin bir yıllık olduğu ve ülkeler bazında değişiklik gösterebileceği savunarak farklı bir model geliştirmiştir [7]. Mekky ise gelişmekte olan ülkelerde hızlı olarak artan araç sahipliği ile beraber artan ölüm oranı üzerine bir model oluşturmuştur [8]. Partyka, çalışan nüfus ile çalışabilecek ancak halihazırda çalışmayan ve çalışamayacak nüfus parametrelerine bağlı model geliştirmiştir. Valli, Hindistan ve büyük şehirleri için Smeed ve Andreassen modelleri yardımıyla yeni kaza tahmin modelleri önererek kaza ve ölüm sayıları hakkında tahminler oluşturmuştur [10]. Zegeer tarafından yapılan çalışmalarda ise Eşitlik 1.2 ‘de görülen yol geometrisi, trafik değerleri ve doğal arazi yapısının da kazalar üzerindeki etkisini gösteren kaza modelleri geliştirmiştir [11-12].

$$KS=0.0019.(YOGT).\ (0,8786)^{W}.(0.9192)^{PA}.(0,9316)^{UP}.(1.2365)^{H}.(0,8822)^{TER1}.(1.3221)^{TER2} \quad (1.2)$$

KS :Kaza sayısı(Kaza/Mil/Yıl)
YOGT:Yıllık ortalama günlük trafik(
W : Şerit genişliği(ft.)
PA : Kaplamalı banket genişliği (ft.)
UP : Kaplamasız banket genişliği(ft.)
H : Yol Kenarı tehlike derecesi(1-7 aralığı)
TER1 : Düz arazi durumu için; diğer 0
TER2 : Engebeli arazi durumu için; diğer 0

Kardiyali şerit genişliği, kavşak sayısı, trafik hacmi, yolun şerit sayısı ve orta şeridin bulunması parametrelerini barındıran

$$R=2,661+0,061.RF+0,5745.J+0,0012\ YOGT+0,608\ SL+0,557IL \quad (1.3)$$

R : Kaza oranı(Milyon araç/kilometre)
RF :Tırmanma ve inme (kilometre, metre)
J :Kavşak sayısı
YOGT: Yıllık ortalama trafik hacmi
SL : Tek şerit için 1, diğer haller için 0
IL : Orta şerit varlığında 1, diğer haller için 0

modeli oluşturmuştur. Benzer şekilde Jacobs ve Kardiyali boy kesit değişimi, ortalama eğrilik ve kavşak durumu verilerini içeren modelini oluşturmuştur. [13]. Akgüngör ve Yıldız, kısmi faktöriyel metot yardımıyla Zegeer modelindeki en etkin parametrenin yıllık ortalama trafik olduğu sonucuna ulaşmışlardır [14]. Yine benzer şekilde Akgüngör ve Doğan; Smeed ve Andreassen modeli yardımıyla Smeed Benzeşim Modeli adında Türkiye'de kullanılmak üzere kaza, araç, ölü ve yaralı sayılarını tahmin eden kaza tahmin modeli oluşturmuşlardır [15]. Camkesen tarafından İstanbul'da belirlenen kesitlerde meydana gelen kazalar alan yöntemi ile incelenmiş ve kaza raporlarına göre similasyon modelleme metodu kullanılarak kaza modelleri oluşturulmuştur [16]. Mirasyedi; Türkiye'de meydana gelen kazalara

mevsimlerin etkisini incelemiş ve regresyon analizi yardımıyla kaza modelleri geliştirerek her mevsim için Yaralı –Kaza sayısı eğrilerini oluşturmuştur [13]. Bağırgan, iki şeritli şehirlerarası bölünmemiş yollar için kazaya etki eden yol geometrik özellikleri bulanık mantık (fuzzy) yaklaşımı ile incelenerek yeni bir model oluşturmuştur [17] .Doğan; regresyon analizi, yapay sinir ağları ve genetik algoritma teknikleri ile Türkiye'de meydana gelen kazalar için ölü ve yaralı sayılarını tahmin etmek üzere Smeed Andreassen modellerini geliştirmiştir. [18]. Çodur, kazalara etki eden faktörleri inceleyerek, bu faktörlerin birbiri ile olan ilişkisini inceleyen modeller oluşturmuştur.Erzurum ili için kaza veri tabanı oluşturmuş ve bu veri sonuçları ile Yapay Sinir Ağları ,Genelleştirilmiş Lineer Regresyon Analizi ve Coğrafi Bilgi Sistemleri yöntemleri karşılaştırılarak etkili parametreler bulunmuştur [19].

2.TRAFİK VE TRAFİK KAZALARI

Trafik; ulaşım yollarında bulunan taşıt, yaya, yolcu ve diğer elemanların tümü olarak tanımlanabilir.

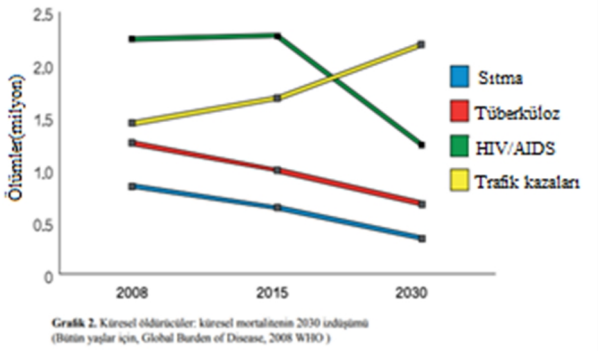
Trafik kazaları beklenmedik zaman ve tahmin edilemeyen yerlerde bir kişinin, bir nesnenin ya da bir aracın zarara uğramasıdır. Dünya Sağlık Örgütüne göre karayolu trafik kazaları tek başına tüm dünyada meydana gelen ölümlerin %2.1'ine yol açmakta ve ölüm nedenleri arasında 11. sırada gelmektedir [20]. Türkiye'de 1965 yılında her 36 dakikada bir trafik kazası olurken, 2010 yılında her 1,2 dakikada, 2018 yılında her 0,44 dakikada bir trafik kazası yaşanmıştır [21].

Her yıl en az 500.000 kişi veya yaklaşık dakikada 1 kişi trafik kazalarında ölürken 15 milyon kişi veya 2 saniyede 1 kişi az veya çok şiddetli yaralanmakta ve tüm dünyada meydana gelen maddi kayıpların toplamı geri kalmış ülkelerin yıllık milli gayri safi hasılasından daha büyük olmakta ve gelişmekte olan ülkelerin yıllık gayri safi milli hasılasının yüzde birkaçını teşkil etmektedir. [22]

Çizelge 2.1. İnsanların ölüm nedenlerinin yüzde dağılım oranları [23]

Ölüm Nedenleri	Yüzde Oran
Boğulma	7,00%
Yangın	6,00%
Düşme	8,00%
Zehirlenme	7,00%
Trafik Kazası	23,00%
Savaş	3,00%
Şiddet	11,00%
Suikast	17,00%
Kasıtsız Yaralama	18,00%
Toplam	100,00%

Trafik kazaları, hem sebep oldukları can kayıpları hem de ekonomiye getirdiği yük açısından da ülkemiz için önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Dünya Bankasının yaptığı bir araştırmaya göre Türkiye'nin trafik kazaları sonucunda meydana gelen zararların sosyo-ekonomik maliyeti Gayri Safi Milli Hasılanın % 2,2"sini oluşturmaktadır [23]. Kazalar sadece mühendislik problemi olmaktan öte bir toplum sorunudur.



Şekil.2.1. Dünyada sebeplerine göre ölüm oranları [21]

Çizelge 2.2. 2008-2017 yılları trafik kaza istatistikleri [1]

Yıl	Toplam Kaza Sayısı	Maddi Hasarlı Kaza Sayısı	Ölümlü Yaralanmalı Kaza Sayısı	Ölü Sayısı	Yaralı Sayısı
2002	439.777	374.029	65.748	4.093	116.412
2003	455.637	388.606	67.031	3.946	118.214
2004	537.352	460.344	77.008	4.427	136.437
2005	620.789	533.516	87.273	4.505	154.086
2006	728.755	632.627	96.128	4.633	169.080
2007	825.561	718.567	106.994	5.007	189.057
2008	950.120	845.908	104.212	4.236	184.468
2009	1.053.346	942.225	111.121	4.324	201.380
2010	1.106.201	989.397	116.804	4.045	211.496
2011	1.228.928	1.097.083	131.845	3.835	238.074
2012	1.296.634	1.143.082	153.552	3.750	268.079
2013	1.207.354	1.046.048	161.306	3.685	274.829
2014	1.199.010	1.030.498	168.512	3.524	285.059
2015	1.313.359	1.130.348	183.011	7.530	304.421
2016	1.182.491	997.363	185.128	7.300	300.812
2017	1.202.716	1.020.047	182.669	7.427	300.383

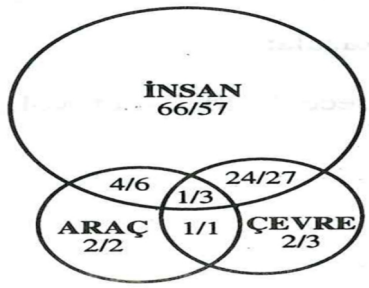
Türkiye'de ve Dünyada trafik kazaları sebebiyle yaşamını yitirenler ve kaza sebebiyle yaralanma sonucunda maddi ve manevi çok fazla kayıp yaşanmaktadır. Kazalar için ülkelerin bütçelerinden ayırdıkları pay, ülkelerin gelişmişlik düzeyinin artması ile kaza maliyetleri için kullanılmayıp kazaların önlemesi için alınan tedbirler hususunda harcanmaktadır. İngiltere'de trafik cezalarından oluşan gelir, kaza önleme sistemlerinde kullanılmaktadır [24]. Trafik kazalarının kaza olarak adlandırılması için dış etkilerden arınmış ve gerçekten tesadüfi olarak gerçekleşmiş olması beklenir; kazaya sebebiyet verebilecek etmenlerin bulunması halinde (alkol, araç hataları vb.) ciddi cezai yaptırımlar uygulanmalıdır.

İnsan, canlı ölümleri ve maddi kayıplar göz önünde bulundurulursa yol güvenliğinin önemi bir kez daha önem kazanmaktadır. Yol geometrik özelliklerinin iyileştirilmesi ve gerekli tedbirler, trafik güvenliği eğitimleri, istatistiki çalışmalar, cezai yaptırımların getirdiği maddi yük, yol güvenliğinin topluma sağlayacağı olumlu

etkiden kat kat azdır bu durum göz önüne alınarak gerekli tedbirler ve düzenlemeler yapılarak gerekli kazanımlar sağlanmalıdır.

Kaza sebepleri basitçe şu şekilde sıralanabilir;

1) İnsan kaynaklı kusurlar
   a)Sürücü kusurları
   b)Yaya kusurları
   c)Yolcu kusurları
2) Araç kusurları
3) Çevresel kusurlar
4) Yol kusurları
5) Diğer etmenler



65 Sabey ve Staughton

57 Treat

Şekil.2.2. Kazaya etki eden faktörlerin şematik gösterimi [22].

Çizelge 2.3. Yıllar itibariyla meydana gelen ölümlü ve yaralanmalı trafik kazalarındaki kusur oranları 2008-2017 [1]

Yıl	Toplam	Sürücü kusuru	Toplam kusura oranı	Yolcu kusuru	Toplam kusura oranı	Yaya kusuru	Toplam kusura oranı	Yol kusuru	Toplam kusura oranı	Araç Kusuru	Toplam kusura oranı
2002	538.346	521.227	96,82%	1.254	0,23%	12.867	2,39%	1.332	0,25%	1.666	0,31%
2003	568.364	551.467	97,03%	882	0,16%	13.208	2,32%	1.255	0,22%	1.552	0,27%
2004	640.906	623.578	97,30%	710	0,11%	13.987	2,18%	1.216	0,19%	1.415	0,22%
2005	730.623	711.572	97,39%	769	0,11%	14.882	2,04%	1.603	0,22%	1.797	0,25%
2006	851.150	834.681	98,07%	739	0,90%	13.789	1,62%	1.100	0,13%	841	0,10%
2007	922.004	903.860	98,03%	795	0,90%	15.086	1,64%	994	0,11%	1.269	0,14%
2008	167.231	151.386	90,53%	713	0,43%	13.995	8,37%	698	0,42%	439	0,26%
2009	155.982	139.758	89,60%	640	0,41%	14.181	9,09%	958	0,61%	445	0,29%
2010	157.970	141.728	89,72%	564	0,39%	14.171	9,86%	992	0,69%	515	0,36%
2011	174.605	157.494	90,20%	677	0,39%	14.860	8,51%	1.044	0,60%	530	0,30%
2012	181.266	161.076	88,86%	797	0,44%	17.672	9,75%	1.124	0,62%	597	0,33%
2013	183.030	162.327	88,68%	774	0,42%	16.458	8,99%	1.913	1,05%	1.558	0,85%

2014	193.215	171.236	88,62%	901	0,47%	18.115	9,38%	1.841	0,95%	1.122	0,58%
2015	210.498	187.980	89,30%	915	0,43%	18.522	8,80%	1.916	0,91%	1.165	0,55%
2016	213.149	190.954	89,58%	869	0,41%	18.612	8,73%	1.717	0,81%	997	0,47%
2017	213.325	191.717	89,87%	782	0,37%	18.095	8,48%	1.619	0,76%	1.112	0,52%

Yıllar itibarıyla meydana gelen ölümlü ve yaralanmalı trafik kazalarındaki kusur oranları Çizelge 2.3 'de görüleceği üzere 2017 yılı için %89,87 oranında sürücü, %0,37 oranında yolcu ve %8.48 oranında yaya olmak üzere %98,72 oranında insan faktöründen kaynaklanmaktadır. Taşıt ve yol için düşen pay sırasıyla %0,76, %0,52 değerlerindedir ve oldukça azdır. Aslında olması beklenen durumun, kazanın tesadüfi, rastgele ve nadir gerçekleşmesi gereken bir eylem olduğudur ve bu durum için beklenen kesinlikle bu şekilde iki uç arasında olmayıp hata paylarının etkenler içerisinde daha yaygın olmasıdır. Kazaların tesadüfi ve planlanamayan olaylar olması sebebiyle tahminler ve planlar istatistiki sonuçlara dayandırılmaktadır. Ancak istatistikler de kaza tespit raporları, hastane verileri esas alınarak oluşturulmaktadır. Doğru kaza tahminlerinin ve trafik planlamasının yapılması için doğru istatistiki modellerin seçilmesi, kaza unsurlarının iyi değerlendirilmiş ve güvenilir olması gerekmektedir. Kaza tespit raporlarını ülkemizde geçmiş dönemlerde trafik polisleri son zamanlarda ise kazaya karışan sürücülerin kendisi oluşturması sebebiyle yol, taşıt ve altyapı unsurları göz önünde bulundurulmamaktadır.

Gelişmiş ülkelerde trafik kazalarının tek etkeni insan olarak görülmemektedir. Örneğin ABD'de kazalara altyapı etkisi %30,Rusya'da %70,Fransa'da %26 ve Dünya ortalamasında %22 kabul edilmektedir[25].

Daha doğru ve objektif kaza verilerine ulaşmamız için tarafsız, işin uzmanı kişilerce oluşturulan kaza tespit raporları oluşturulacak veritabanına aktarılmalı ve kazanın oluş şekli, yeri, yolcu ve varsa yayaların mevcut hali, yol tespitleri (aydınlatma, yol yüzeyi durumu, yol çalışması vb.) şiddeti, hava koşulları, sürücülerin durumu (alkol, uyuşturucu madde alımı vb.), emniyet kemeri ve bebek koltuğu gibi araç içi önlemlerin durumu, araç için lastik, yük, fren uzunluğu gibi etmenler dikkate alınmalıdır.

2.1. İnsan Kaynaklı Kusurlar

Yapılan istatistikler incelendiğinde en yüksek hata payının insan faktöründen kaynaklandığı görülmektedir. Bu insan payı içerisinde de sürücüler aracın birinci derecede hakimi konumunda olması sebebiyle fazlaca önem arzetmektedir. Kazalara etki eden insan faktörleri için fiziksel özellikler ve geçici olan fiziksel özellikler etkili olmaktadır. Yolcu, yaya ve sürücü olarak kişiye bağlı fiziksel özellikler olarak görme, işitme yetileri, değişebilen reaksiyon hızı, özgüven, yaş unsuru vb. sayılabilir. Geçici fiziksel özellikler olarak da alkol alımı, yorgunluk, mevsimsel şartlar etkilidir. Alkol alımı reaksiyon hızını ve algılamayı düşürmektedir. Yorgunluk, uykusuzluk seyir halinde uyuklamayı, dikkat eksikliğini getirir. Mevsimsel şartlar insanlar üzerinde psikolojik olarak etkilidir. Sıcak havalar uyuşukluk, bunalma hissini, soğuk havalarsa depresyon, sinirlilik halini hissettireceği için ruhsal durumu etkilemektedir.

Çizelge 2.4. 2018 yılı uygulanan trafik cezalarının dağılımı [26]

Trafik Ceza Bilgisi	2018 (Aralık)	2018 (Toplam)
Yayalara Uygulanan	305	4.699
Yolculara Uygulanan	1.452	24.562
Sürücülere Uygulanan	221.673	3.846.897
Araç Plakasına Uygulanan	754.438	10.648.530
Toplam	977.868	14.524.688

Trafik cezaları Çizelge 2.4' de görüleceği üzere %73,31 oranında araç plakasına (dolaylı olarak sürücülere), %26,49 oranında sürücülere, %0,17 oranında yolculara ve son olarak %0,03 yayalara ceza uygulanmıştır.

Reaksiyon süresi sürücülere ait en karakteristik özeliklerden birisidir sürücünün yaşı ile ilişkilidir. Reaksiyon süresi; kişinin normal dışı bir durumda olayı algılama ve gerekli tedbirleri alıp karar vermesine ayırdığı süredir. Hızla beraber dikkat artsa da yol çevresini algılama oldukça düşmektedir. Hız arttıkça odaklanma artmakta, çevresel görüntü açısı azalmaktadır bir başka deyişle 40 km/s hızla giden bir sürücü 185m. ötesine odaklanırken görüntü açısı 100^{o} iken, 100 km/s hızla giden bir sürücü

600m. ötesine odaklanırken görüntü açısı 40^{o}'den daha az olmaktadır. Yani hız arttıkça çevre algısı azalmakta ve detaylar giderek azalmaktadır [22].

Sürücüden kaynaklı en önemli kaza sebepleri arasında araç hızı, yol şartları ve trafiğin gerektirdiği şartları sağlamamak %40,34 oranında, kavşaktaki geçiş önceliği gibi trafik kurallarına uymamak %12,99 oranıyla başta bulunmaktadır [2]. Sürücülerin bilinçlendirilmesi, ehliyet alımındaki eğitimlerin, sınavların ve uygulamaların işlevsel olması sağlanmalıdır. Örnek trafik güvenliği uygulamaları çerçevesinde denetimler ve cezai uygulanmalar arttırılarak caydırıcılık sağlanmalıdır. Ehliyet alımı için mevcut kriterler gözden geçirilerek etkin, uygulanablir ve sürdürülebilir bir program ortaya koyularak, pratik ve teorik eğitim etkin olarak sağlanmalıdır.

Sürücü olmak için 18 yaş üzeri olmak gerekirken yolcu ve yaya olmak için yaş aralığı bulunmamaktadır bu sebeple trafik eğitimlerinin küçük yaşlardan itibaren verilmesi ve kamuoyunun bilinçlenmesi sağlanmalıdır. Yayalardan kaynaklı kazalarda yayaların yaşı önemli bir etkendir. Çocukların yola kontrolsüz çıkışı, okul geçitlerinde gerekli düzenlemelerin yapılmamış olması durumları, yaşlıların sağlık durumlarındaki (fiziksel engelleri, ağır işitme, yavaş intikal süresi, görme duyusundaki kayıplar) zayıflıklar kazaya sebebiyet vermektedir. Okullarda trafik eğitimleri verilmektedir. Emniyet kemeri takılmasının yaygınlaşması için çalışmalar ve kamu spotları yapılmaktadır.

Yolcu kusurları incelendiğinde kask kullanmamak %16,97 ve emniyet kemeri takmamak %16,61 oranında olduğu görülmüştür [2]. Emniyet kemeri takanların 100 km/s hızına kadar olan kazalarda kurtulma şansı vardır. Emniyet kemeri takmadan yolculuk edenlerin 20 km/s'den itibaren kaza anında ölme riski vardır. Emniyet kemeri kullanımının zorunlu olmasıyla beraber 0-12 yaş çocukların kullanımı için araç içi çocuk koltuklarının zorunlu hale gelmesi gereklidir. Aileler bu konuda bilinçlendirilmeli ve gerekli cezai işlem başlatılmalıdır. Toplu taşıma araçları da bu duruma elverişli hale getirilmelidir.

2012 yılı Karayolu Trafik Güvenliği Stratejisi ve Eylem Planı çerçevesinde Milli Eğitim Bakanlığı aracılığıyla öğretimde 4 ve 5. sınıflara haftada 1 saat, lisede Trafik ve İlkyardım dersi, Sağlık Bakanlığı tarafından İlkyardım eğitimleri, EGM kanalıyla ülke genelinde Sürücü ve Yaya Eğitim Seminerleri düzenlenerek binlerce kişiye ulaşılmıştır [27].

2.2. Araç Kusurları

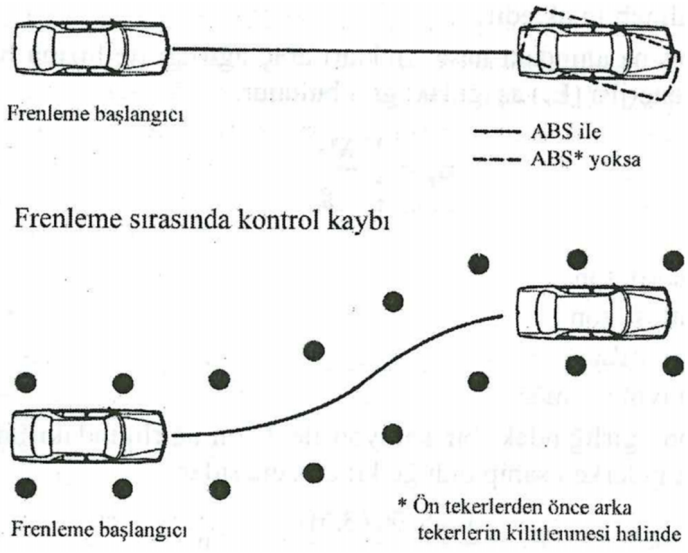
2018 yılı istatistiklerine bakılarak 216.126 kazanın 3.071'ü araç kusurlarından kaynaklandığı görülmektedir [26]. Yıllar bazında değerlendiğinde 2008-2017 yılları arasında %0.3-0.9 arasında değişen oranla en düşük payı araç kusurları oluşturmaktadır. Oysaki gelişmiş ülkelerde bu oran %5'in altında değildir[2].

Araç kusurlarının başında gerekli periyodik bakımların zamanında, uygun ekipmanla ve uzman ekiplerce yapılmamış olması gelmektedir. Araçlar için günlük kontrollerin yapılıyor olması (lastik basıncı, cam sileceği arızası, cam suyu kontrolü, sinyal, far ve uyarıcı lambaların çalışır olması) gerekmektedir. Araç muayenelerinin aksatılmadan yapılması ve araçta bulunması gereken malzemelerin(yedek lastik, ilkyardım çantası, yangın tüpü vb.) eksiksiz olması, mevsim şartlarına uygun şekilde lastik, zincir ve gerekli ekipmanların olması gerekmektedir.

Yeni geliştirilen araçlarda bulunan aktif güvenlik tedbirleri için (ABS (Antibloksystem), ASC/TSC (Antisilip Control/Traction Slip Control), ASC (Automatic Stability Control), EBD (Electronic Brake Force Distiribution), Esp (Elektronic Stability Program), DDC (Driving Dynamic Control) gibi sistemler kullanılmaktadır. Şekil.2.3'de araç güvenlik sistemlerinin araç hakimiyetine etkisi görülmektedir.

Emniyet kemerinin yanı sıra, yan ve ön hava yastıkları, koltuk boyun destekleri ile güvenlik unsurları arttırılmaktadır.

Yapılan istatistikler sonucunda kazaya karışan araç türleri içinde otomobiller %52,6 oranıyla ilk sırada yer almaktadır.



Şekil.2.3. Araç güvenlik sistemlerinin araç hakimiyetine etkisi [22]

Otomobil sayısının çok olması sebebiyle hayatını kaybeden sürücüler sıralamasında ilk sırayı %39 ile otomobil sürücüleri almaktadır ancak bununla beraber motosiklet sürücüleri kazaya karışmada daha düşük orana sahipken sürücü ölümünde %27 ile ciddi bir pay almaktadır. Trafik Kaza Özetleri 2017'ye göre ölümlü-yaralanmalı trafik kazalarına karışan araçların içerisinde Otomobil 155.019 (%52,6), Kamyonet 46.156 (%15,7), Motorsiklet 41.444 (14,1), Otobüs 6.414(%2,2), pay almakta toplamda 294.515 adet araç kazaya karıştığı görülmektedir[2]. Bunun sebebi kazaların şiddeti ve sürücülerin koruma tedbirlerini yeterince almaması olarak gösterilebilir.

2.3. Çevresel Kusurlar

Çevresel kusurlar olarak hava, aydınlatma-gün ışığı durumu ve zaman olarak değerlendirilebilir.

Hava koşullarının insan psikolojisini etkilemesi dışında yol yüzeyini, araç görüş mesafesini, araç hakimiyetini etkilemektedir. Görüş açısından en uygun koşul olan açık havada kaza sayısını en çok olduğu bu durumu sürücülerin kendine olan fazla güveninin, aşırı hızın bir sonucu olduğu bilinmektedir. Bunun yanı sıra elverişsiz

olan karlı, yağmurlu ve sisli havalarda açık havaya oranla daha az kaza olması tedbirli sürüşün bir sonucudur.

Yolun aydınlatılması ve mevcut gün ışığı durumu sürücünün görüşünü ve aracın fark edilmesi için önemli bir unsurdur. Kazaların %67,40' ü gündüz, %30,00'u gece ve %2.60'si alacakaranlıkta olmuştur [2]. Görüşün azaldığı gece ve alacakaranlık toplamının bile gündüz saatlerinden az oluşu da gece sürüşündeki dikkat ve tedbirin bir sonucu olarak görülmektedir.

Trafik Kaza Özetleri 2017 göre en az kaza olan ay %5.50 oranıyla Şubat ayı iken sıralamada en çok kaza olan iki ay %11,40, %10,80 oranlarıyla Temmuz ve Ağustos'tur [2]. Verilerden de görüleceği üzere zamanın kazaya etkisi ayların mevsim şartları ile bağlantılı olmayıp trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişmektedir. Yaz aylarında okulların tatil olması, izin dönemleri ve seyahat tercihlerimiz sebebiyle kara ulaşımı artışı beklenir bu durumda kaza sonucunu getirir.

2.4.Yol Kusurları

Yol trafik unsurunun temel taşlarındandır ve trafik güvenliğini etkileyen önemli faktörlerdendir.Yolun geometrik özellikleri trafik kazalarının azaltılmasında ciddi bir pay almaktadır. Kazaların oluş sebepleri, kaza kara noktalarının belirlenmesi, optimum şerit genişilikleri, yol güvenlik elemanları ve diğer geometrik özellikler kazalar için dikkatli bir şekilde değerlendirilmelidir.

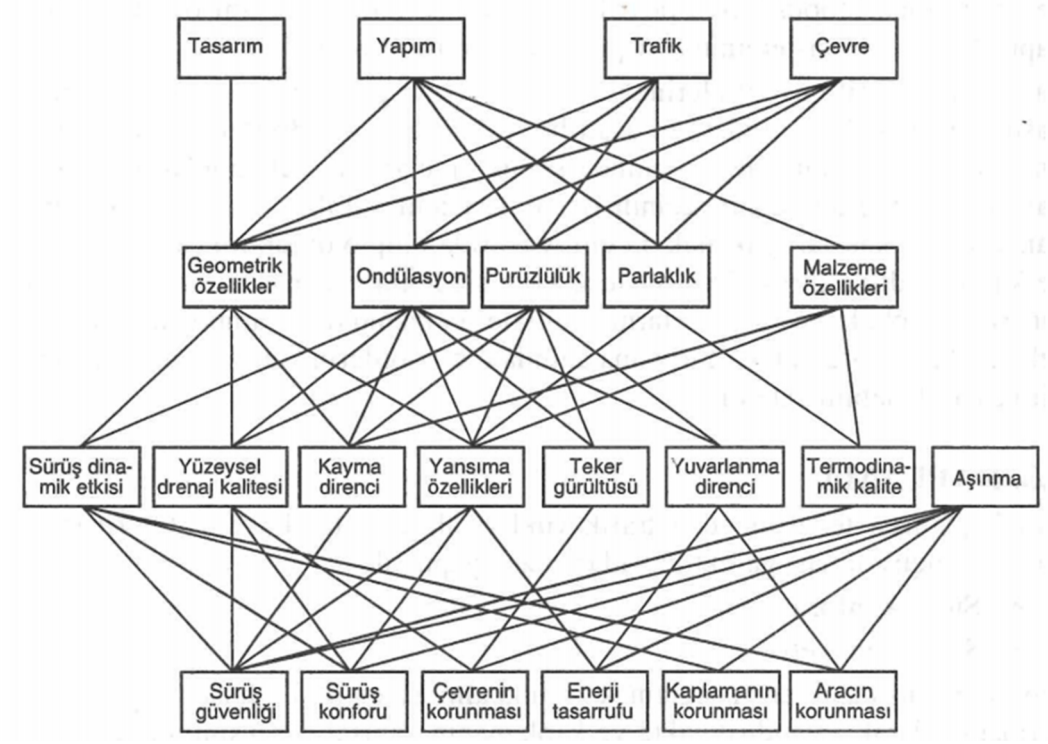
Türkiye'de kazaların %0.40 lik bir kısmı yol hatasından kaynaklanmaktadır. Son on yıl içinde en yüksek oran %0.80 ile 2016 yılı olmuştur ki bu değer dünyanın en güvenli yollarına sahip İngiltere'de ortalama %20 gibi bir orana sahiptir [28].

Yolun unsurları olarak kavşak ve kontrollü geçişlerin tasarımı, köprü ya da alt geçit varlığı, yol kenarı güvenlik elemanları ve yol kenarında bulunan güveliğe etkili etmenler, yol geometrik elemanları ele alınacaktır.

2.4.1.Yol Kaplaması ve Durumu

Kaplama tabakası yolun en üst tabakası olup kaymaya, trafik hacminin aşındırmasına ve iklim şartlarına maruz kalır. Şekil.2.4.'de yol kaplamasına etki eden faktörler görülmektedir. İçeriğindeki malzeme yapısına göre esnek ve rijit olmak üzere iki tür yol üst yapısı kullanılmaktadır. Zemine, trafik hacmine, çevresel şartlara ve ekonomik duruma göre yol üst yapısı seçilmektedir.

Yol kaplaması maruz kaldığı trafik yüklerine karşı deformasyon karşı dirençli olması ile birlikte konforu ve emniyeti sağlamalıdır. Yol kaplaması yüzeyi düzgünlüğü ile sürüş konforunu sağlarken sürtünme unsuruyla emniyetten sorumludur. Yol yüzeyinde meydana gelen çukur, öndülasyon, teker izleri, oturmalar sürüş konforunu düşürerek sürücünün yorulmasına dolayısıyla kaza olma ihtimalini arttırır. Kaplamanın rengi ışığı yansıtması ve yansıtmaması görüş için önemli bir özelliktir.



Şekil.2.4. Yol kaplamasına etki eden faktörler [22]

Kaplama yüzeyinin yanal eğiminin yeterli olmaması halinde su drene olamayacak, hava sıcaklığı düşükse buzlanma olabilecek ve sürtünme azalacaktır. Proje parametrelerinin üzerindeki ağır vasıta trafiği yol üst yapısında bozulmalara, teker izi oluklarına sebep olmakta ve bu durum sürüş konforunu düşürmektedir.

Ağır araç trafiği olan yollarda esnek kaplamalarda aşınma ve teker izleri gibi deformasyonlar oluşabilmektedir. Bu deformasyonlar bazen kaplama bütünlüğünü bozmakla beraber oluşan su birikintileri ve drenaj problemleri nedeniyle yol güveliğini olumsuz etkilemektedir. Uygun olmayan kalitesiz malzeme kullanılması havanın da etkisiyle bitümlü karışım ile agrega bağını ortadan kaldırır ki kayma direncinin azalmasına ve yol konforunun düşmesine sebep olur. Kaplama içerisindeki malzemelerin bütünleşmemiş halde olmaması da trafik güveliğini olumsuz etkilemektedir kaplamadan ayrışmış olan agrega tanecikleri ciddi tehlike oluşturmaktadır.

Yol kaplamasındaki pürüzlülük sürüş güvenliği, lastik ve araç yıpranması, yol tutuşu, araç içi gürültü ve sarsıntı unsurları için etkili olmaktadır. Yol kaplamasının pürüzlülüğü sürtünmeyi arttıracağı için fren mesafesini ve kurblardaki savrulmayı azaltmaktadır.

Yol kaplamasının rengi ve durumu da trafik güvenliğine etkili unsurlardır. Kaplama rengi gece, görüşü ve gün ışığı altında, parlama ve yansıma gibi etkiler yaratabilir.

Trafik Kaza Özetleri 2017'de görüleceği üzere yol sahtında gevşek malzeme olması %44,80 oranı ile ilk sıradadır ancak yerleşim yeri dışında oranın %66,00 olarak artması şehirlerarası yolda hızın fazla olması ve sürüş hakimiyetinin kaybedilmesinin bir sonucudur. Yine yoldaki çukurlar %19,98 ile önem arzetmektedir ancak bu oranın şehiriçinde %25,57 olması yerleşim yerlerinde yollarda münferit çukurların sık rastlanır bir surum olmasındandır [2].

2.4.2. Yatay Güzergah Tasarımı

Yatay güzergah bir geçki boyunca yapılması planlanan yolun etütler sonucu oluşmuş son halidir. Yatay güzergah içerisinde aliymanlar, kurblar, geçitler, köprüler gibi yol unsurlarını barındırmaktadır.

Düşey ve yatay eğim birlikteliğinin ölümcül kazalarla üzerindeki etkisi ITE tarafından Çizelge 2.5.'deki şekilde belirtilmiştir. %56,80 'lik bir oranla en çok kaza oranı yatay ve düşey aliyman birlikteliğinde görülmektedir.

Çizelge 2.5. Yolun geometrik durumuna göre kaza dağılımı [29]

Düşey Aliyman	Yatay Aliyman			Toplam(%)
	Düz (%)	Kurb (%)	Bilinmeyen (%)	
Düz	56,80	13,90	0,00	70,70
Eğimli	13,80	11,40	0,00	25,20
Düşey Kurb	1,80	0,90	0,00	2,70
Bilinmeyen	0,70	0,30	0,40	1,40
Toplam	73,10	26,50	0,40	100,00

Aliyman yolun doğrusal, düz kısımlarını ifade etmektedir. Aliymanda kaza oranının fazla olmasının sebebi hızın artması, dikkat süresinin azalması, reflekslerin yavaşlaması ve sürücünün monoton hale geçmiş olmasıdır. Uzun aliymanların riskli olduğu kadar kurblar arasında yeterli düzlüklerin bulunmaması da tehlike arzetmektedir.

Yatay güzergah belirlenirken yol yönünün seçimi de trafik güvenliğini etkilemekte ve bu durum doğu-batı yönündeki yollarda sabah ve akşam saatlerinde yolculukta sürücünün güneş ışığından direkt etkilenmesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Karşıdan gelen ışığın (güneş ışığı, karşı yönden gelen araçların farları) fazla hissedilmesi de kazaya sebep olan faktörlerdendir.

Yatay güzergah tasarımında aliyman-kurb ilişkisi en optimum şekilde belirlenmelidir. Uzun aliymanlar monotondur, sürücünün hızlı gitmesini ve hızı giderek arttırmasını sağlayabilir, güneş ve araç ışıklarına hep aynı şekilde maruz

kalınması sebebiyle olumsuz etki sağlamaktadır. Tasarımda en güvenli olan aliyman ve kurbların birbirini takip ettiği yollardır.

2.4.3.Yol Enkesiti Tasarımı- Platform Özellikleri

Yol platformunun şerit sayısı, şerit genişliği, kaplama genişliği, bölünmüş, kavşak, geçit içeren yol gibi faktörleri kaza oluşumunda oldukça etkilidir. Şerit genişliği yoldan çıkma, karşı yön ve aynı yönle çarpışma şeklindeki kazaları oldukça etkilemektedir. Şerit genişliği arttıkça kaza sayılarında azalma gözlemlenmiş olup şerit genişliği arttıkça hızın artması sebebiyle yine kaza oranları artmaktadır. Zeeger' e göre Çizelge 2.6'daki şeklinde şerit genişliği arttıkça kaza sayısının azaldığını görülmektedir. 11 ft ile 12 ft. arasındaki kaza sayısı değişimi farkı ciddi boyutta değildir bu durum şerit genişliğinin fazla olduğu durumlarda yapılan değişiklilerin yerince etkili olmadığını göstermektedir.

Çizelge 2.6. Şerit genişliği-Kaza sayısı ilişkisi.[22]

Şerit genişliği(m)	Kaza sayısı/ milyon araç-mil
9 ft (2,74m.)	2,4
10 ft(3,05m.)	1,75
11 ft(3,35m.)	1,43
12 ft(3,65m.)	1,46

Yine aynı şekilde FHWA'ya göre Çizelge 2.7. 'de belirtildiği üzere şerit genişliğinin artmasıyla kaza sayısında %40 oranında azalma görülmüştür.

Çizelge 2.7. Şerit genişliği-Kaza sayısında meydana gelen azalma ilişkisi

Şerit Genişliğinin Artışı(m.)	Kaza Sayısındaki Azalma (%)
0,3	12%
0,6	23%
0,9	32%
1,2	40%

Çizelge 2.8. Şerit genişliği değişimi- Kaza sayısında meydana gelen değişiklik ilişkisi [30]

Şerit genişliği(m)		Kaza Sayısındaki Azalma (%)
Önce	Sonra	
2,10	2,40	10,00%
2,10	2,70	23,00%
2,10	3,00	29,00%
2,10	3,40	39,00%
2,40	3,70	16,00%
2,40	3,00	23,00%
2,40	3,40	36,00%
2,70	3,00	10,00%
2,70	3,40	29,00%
3,00	3,40	23,00%

Yalnızca şerit genişliği bağlı kalmaksızın yol kaplaması, hava şartları, banket varlığı gibi etmenlerde hesaba katılırsa kaza sayılarındaki değişiklikler daha da anlam kazanmaktadır. Örneğin yağışlı ya da buzlanma olasılığı bulunan hava şartlarında şerit genişliği ya da banket varlığı güvenlik adına oldukça önem kazanmaktadır. Yine aynı şartlarda yolun bölünmüş yol olması kaza sayısını azaltmaktadır. Benzer şekilde platform genişliği parametresinin etkisi yıllık trafik hacmi ile beraber değerlendirilmelidir.

Çizelge 2.9. Kaplama genişliğinin kaza oranına etkisi [17]

İki Şeritli Karayollarında Kaplama Genişliği(m.)	Kaza Oranı(milyon taşıt-km başına)
4,50	2,20
5,00	1,70
5,50	1,40
6,00	1,30
6,50	1,10
7,00	1,05
7,50	1,00
8,00	0,90
9,00	0,80

Yolda trafik güvenliğine etki eden bir başka etken de refüj varlığıdır. Otokorkuluklar ile çevrelenen refüjler kaza şiddetini azaltmaktadır. Avustralya da yapılan araştırma sonucunda iki şeritli gidiş geliş yol için sonuçlar aşağıdaki şekildedir;

- Dar boyalı refüj yapılması halinde %30
- Dar yükseltilmiş refüjde %48
- Geniş refüjde %54 oranında kaza azalması gözlenmiştir [22].

2.4.4.Banket Tasarımı

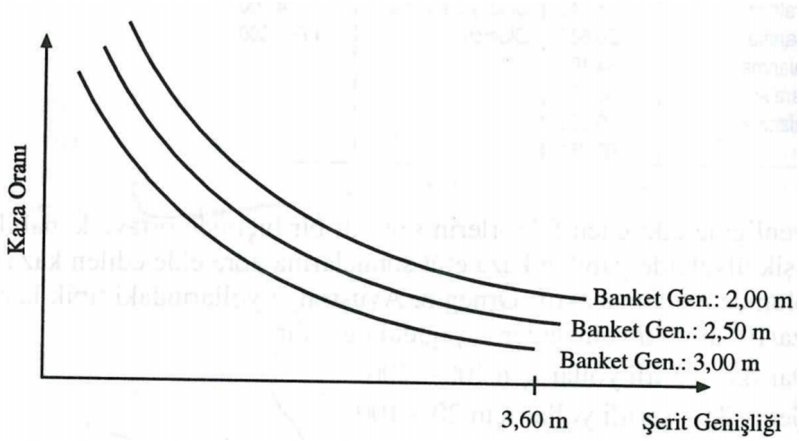
Kazalar için banketin varlığı, banketin kaplamasının tipi ve banket genişliği önemli parametrelerdir. Kaplamalı ve banket genişliği 1.8m.' nin üzerinde olması halinde kazaların bu şartlarda azalması beklenmektedir. Özellikle şerit genişliği az bölünmemiş bir yolda banket varlığı kazaları büyük ölçüde azaltmaktadır. Banketin yapımı yol hacmi ile yakından ilgilidir. Ekonomik fayda da sağlanması isteniyorsa banket yapımı için günlük trafik hacmi yüksek bir yol seçilmelidir. Şerit ve kaplama genişliğinde olduğu gibi birçok parametrenin birlikteliği banket varlığının etkisini daha anlamlı kılmaktadır.

Kaplamalı banketler kaplamasız olanlara kıyasla kontrolü sağlamak açısından kaza sayılarının azalmasında daha etkilidir. Banketin varlığı şerit ve kaplama genişliğinde olduğu gibi diğer etmenlerle beraber kaza sayılarının azalmasında daha etkili olmaktadır. Yoğunluğu fazla bölünmemiş yollarda banket varlığı kaza sayısı azaltmakla beraber kaplamalı banket yapılmış olması bu oranı daha da azaltmaktadır. Banketlerin kaplamasız ve yol kotundan düşük olması durumunda bu unsur bir tehlike haline gelebilmektedir.

Zeeger, Deen ve Mayes'e göre araçların yoldan çıkması ve zıt yöndeki araçların çarpışması Çizelge 2.10' daki gibidir.

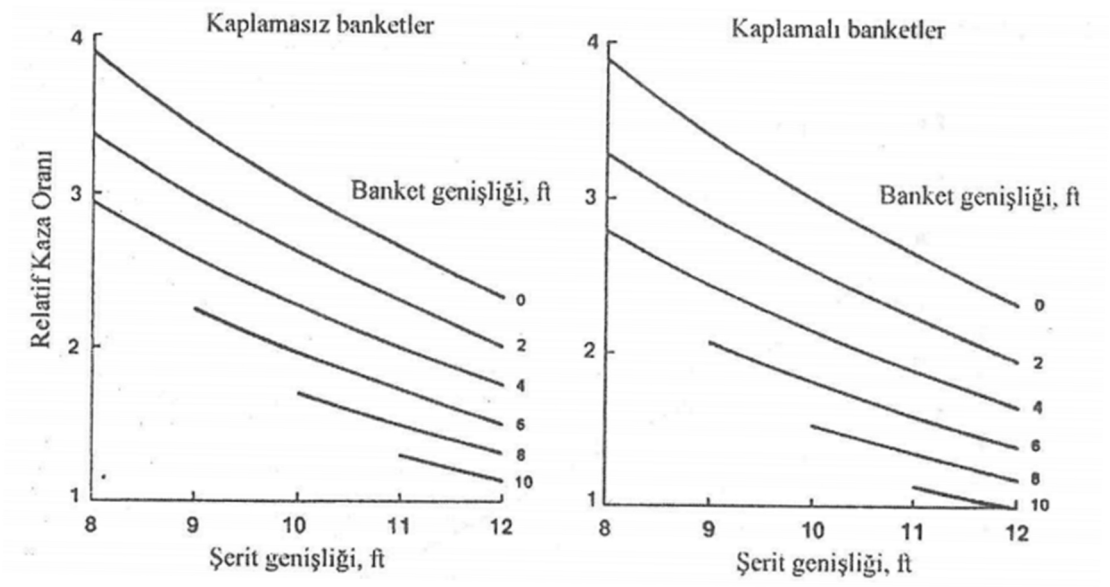
Çizelge 2.10. Banket genişliğinin kaza sayısı ilişkisi [30]

Banket genişliği(m)		Kaza Sayısındaki Azalma (%)
Önce	Sonra	
0,00	0,3-0,9	6,00
0,00	1,2-1,8	15,00
0,00	2,1-2,7	21,00
0,3-0,9	1,2-1,8	10,00
0,3-0,9	2,1-2,7	16,00
1,2-1,8	2,1-2,7	8,00



Şekil.2.5. Banket ve şerit genişliğinin kaza oranına etkisi [22].

Şerit genişliğinden ziyade banket genişliğinin artmış olması durumu kaza sayılarının azalmasında daha etkilidir. Şekil.2.5.'den görüleceği üzere şerit genişliği sabit 3.60 m. iken banket genişliğinin 2.00m den 3.00m.' ye çıkması durumunun kaza oranı için önemli bir değişiklik olduğu görülmektedir. Benzer şekilde Şekil.2.6.'da kaplama durumuna göre kaza oranları incelenmiştir. Banketlerin kaplamalı ve kaplamasız olması husus da kazalar için önemli bir etkendir. 12 ft. şerit ve 10 ft. banket genişliğini sabit tutarak kaplamasız banket olması durumunda kaza oranı 1-2 aralığında iken kaplamalı banketler için bu oran 1 değerindedir.



Şekil.2.6. Banket kaplama durumunun ve şerit genişliğinin kaza oranına etkisi [22]

Çizelge 2.11. Banket genişliği ve kaplama durumu ile kaza azalması ilişkisi [31].

Banket Genişliğinin Artışı(ft.)	Kaza Sayısındaki Azalma (%)	
	Kaplamalı	Kaplamasız
2,00	16,00%	13,00%
4,00	29,00%	25,00%
6,00	40,00%	35,00%
8,00	49,00%	43,00%

Kaplamasız banket genişliğinin 2 ft. artması halinde kazalar %13 azalırken aynı oranda genişletilen kaplamalı banket için kaza sayısı %16 olarak azalmakta olup bu oran 8 ft. iken kaza azalma oranında ciddi düşüş görülerek kaplamasız için %43, kaplamalı banket için %49 olarak azalmaktadır..

2.4.5. Yatay Kurb Tasarımı

Yatay kurblar aliymanların ardından yönü değiştiren yol kesimleridir. Çizelge 2.12'de görüldüğü %84,30 oranıyla en çok kaza aliymanda yaşanmıştır.

Çizelge 2.12. Yatay güzergah durumuna göre kaza dağılımı [2]

Yatay Güzergah Durumu	Kaza Sayısı	Yüzde Oran
Düz Yol	153.999	84,30%
Viraj	21.556	11,80%
Tehlikeli Viraj	7.114	3,89%
Toplam	182.669	100,00%

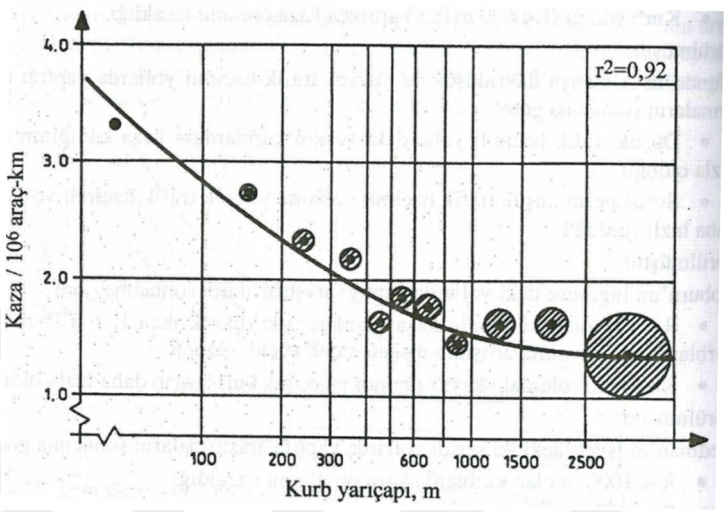
Araçlar kurblarda hareket ederken dışarı savrulma eğilimi gösterirler ve bu durum dever ile engellenir. Kurblar tasarlanırken, tasarım hızı, kurb yarıçapı, dever ve sürtünme faktörü etkilidir ve bu tasarım esasları yol güvenliği ve sürücü, yolcu konforu için önem arzetmektedir. Kurp yarıçapı küçüldükçe keskin kurblar olmakta ve bu da yol güvenliği açısından büyük tehlike arzetmektedir. Aliymanlar için tasarlanan hız ile kurba girildiği zaman devrilme ve yoldan çıkma şeklinde kazalar olabilmektedir. Yatay kurbların varlığının trafik güvenliği üzerindeki etkisi büyüktür ancak kurba bağlı eğrilik değişim oranı, öncesi ve sonrasında aliymanın varlığı ve uzunluğu, eğrilik derecesi, kurb uzunluğu gibi parametlerde etkilidir. Aliyman için tasarlanan hız ile kurbadaki hız arasında büyük farklılıklar olması yol güvenliği için tehlike arz etmektedir.

Babkov tarafından Rusya'da yapılan araştırma sonucunda kurb öncesi ve sonrasının hız farkı;

- %20'den daha az ise güvenli kurb
- %20-%40 arasında kısmı güvenli kurb
- %40-%60 arasında tehlikeli kurb
- %60'dan fazla çok tehlikeli kurb olarak sınıflandırılmıştır [32].

Yoldan çıkma vb. şeklindeki kazaların önlenmesi yol güvenliği ve konforun sağlanması için kurbda şerit genişletmesi ya da geçiş eğrisi uygulanabilir. Geçiş eğrisi ile kurb-aliyman geçişleri kolaylıkla ve en konforlu şekilde sağlanacak, kurplarda yapılan genişletme ile yoldan çıkarak yapılan kazalar engellenecektir. R>400 m. çaplı kurplar için geçiş eğrisinin varlığı etki sağlamazken, R<200 m. olan kurplarda geçiş eğrisi varlığı kaza sayısını azaltıp yol güvenliğini arttırmaktadır.

Keskin kurpların öncesinde yol kenarındaki uyarı işaretlerinin uygun koyulması durumunda kazalarda %20 oranında, şehirdışı yollarda gece yoldan çıkma şeklindeki kazalarda %50 azalma sağlanır. [22]. Yatay kurb yarıçapı azaldıkça kaza oranı artmaktadır. 200 m'den daha küçük yarıçaplar için kaza oranı, 400 m yarıçaptan yaklaşık iki kat daha fazladır [17].



Şekil.2.7. Kurb yarıçapının kaza oranına etkisi[22].

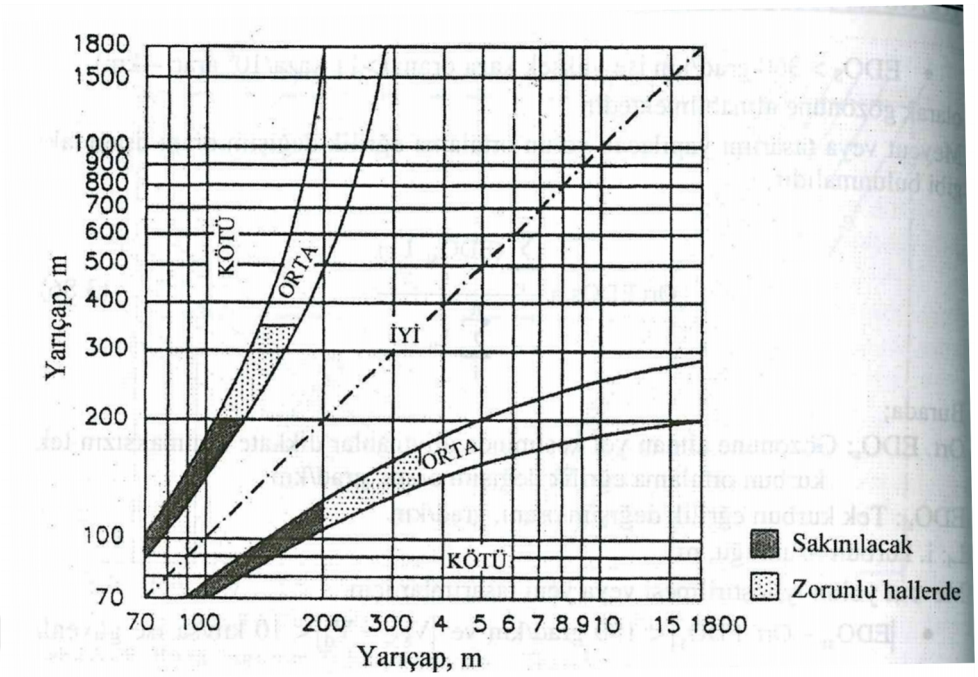
Yatay kurb tasarımında aslında tüm geçkinin tamamında bir diğer önemli hususta görüş mesafesidir. Aliymansız olarak kurpların biriri ardından devam etmesi trafik güvenliği açısından tehlike arzetmekte olup yatay kurblarda minimum görüş mesafesi sebebiyle risk oluşturmaktadır.

Zeeger'in araştırmalarına göre birbirini takip eden R_1/R_2 kurplar için tehlike dağılımı;

$R_1/R_2<0,15$ ise kaza oranı aşırı

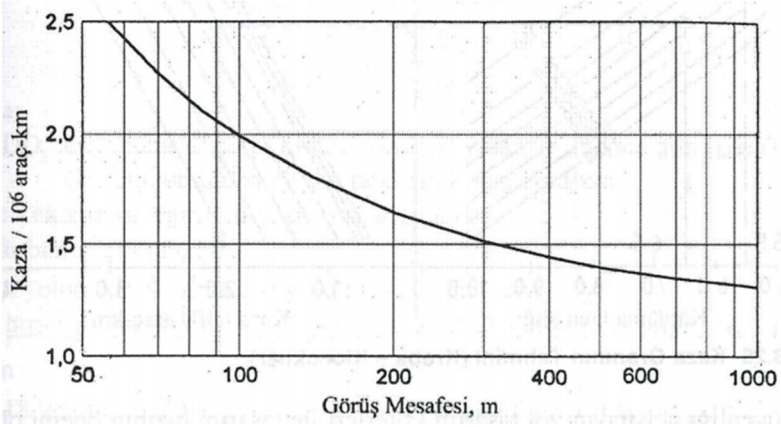
$0,15<R_1/R_2<0,80$ kaza oranı orta şiddette

$R_1/R_2>0,80$ kaza oranı son derece az şeklindedir.



Şekil.2.8. Kurb yarıçapına göre kurbların tehlike açısından sınıflandırılması [22].

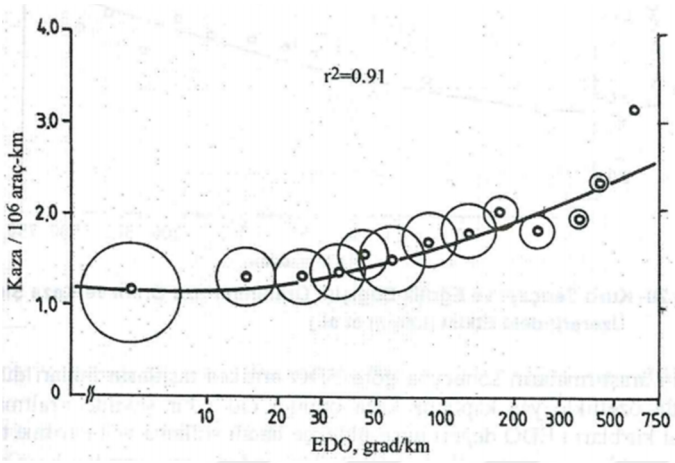
Yine aynı araştırma sonuçların göre kurbun uzunluğunun 4 kat artmasıyla kaza oranını 3 kat arttığı saptanmıştır.



Şekil.2.9. Görüş mesafesi-kaza oranı ilişkisi [22].

Kurblarda meydana gelen kazalarda sollama ve şerit değiştirilmesi esnasında geçiş görüş mesafesinin az olması sebebiyle kazalar meydana gelmektedir. Şekil.2.9.'da görülen görüş mesafesi -kaza oranı ile görüş mesafesinin uzun olmasının kaza

sayısını azalttığı ve 200m.'nin üstünde olması halinde kaza oranında ciddi bir değişiklik yaşanmadığı görülmektedir.



Şekil.2.10. Eğrilik değişim oranı-kaza ilişkisi [22].

Kurblar; trafik güvenliğini kurb eğriliği, eğrilik değişim oranı ve kurb uzunlukları vb. gibi parametler ile etkilemektedir. Eğrilik değişim oranı-kaza ilişkisi Şekil.2.10. 'da gösterilmiş ve eğrilik değişim oranı arttıkça kaza oranı arttığı görülmüştür. EDO>500 grad/km olduğunda kaza oranı ciddi olarak artmaktadır [33].

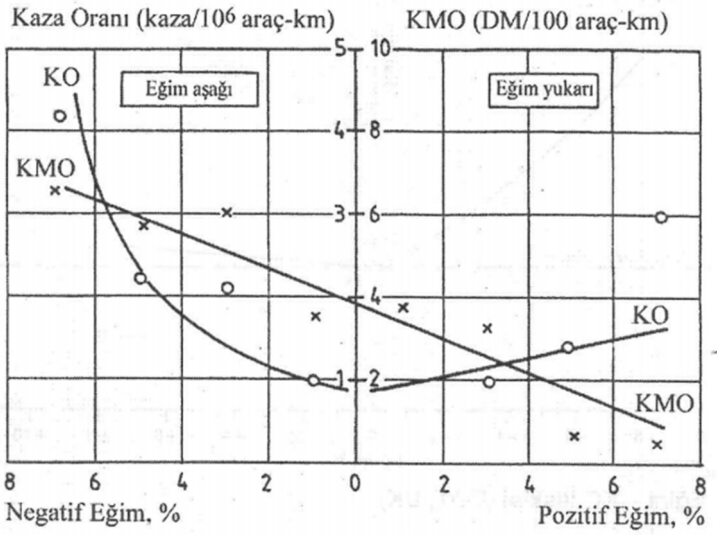
2.4.6. Düşey eksen tasarımı

Arazinin doğal yapısına göre geçkinin düz kısımları düzey kurblarla birleştirilir. Düşey kurba; geçkinin kırmızı kotunun arasındaki doğru parçalarını birbirine bağlayan eğriler olarak adlandırılabilir.

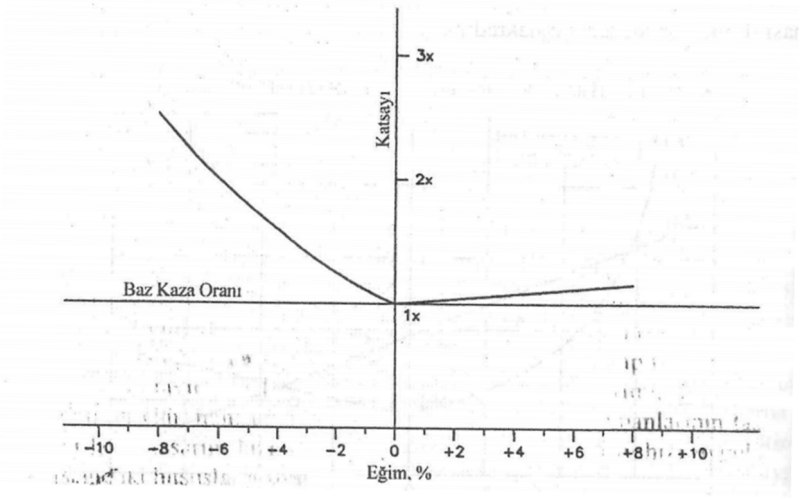
Çizelge 2.13. Düşey güzergah durumuna göre kaza dağılımı [2]

Düşey Güzergah Durumu	Kaza Sayısı	Yüzde Oran
Eğimsiz	140.900,00	77,13%
Eğimli	38.970,00	21,33%
Tehlikeli Eğim	2.110,00	1,16%
Tepe Üstü	689,00	0,38%
Toplam	182.669,00	100,00%

Boyuna eğim varlığında durumunda Şekil.2.11 ‘den görüleceği üzere kaza oranı eğim aşağı kısımlarda ciddi şekilde arttığı görülürken eğim yukarı kısımda eğim aşağıya göre alt değerler arasında artış olduğu görülmektedir. Kaza maliyet oranları için ise eğim yukarı artan değerler eğim yukarı için azalmaktadır.



Şekil.2.11. Eğim durumuna göre kaza ve kaza maliyet oranı ilişkisi [22]



Şekil.2.12. Eğim durumuna kaza oranı ilişkisi [22]

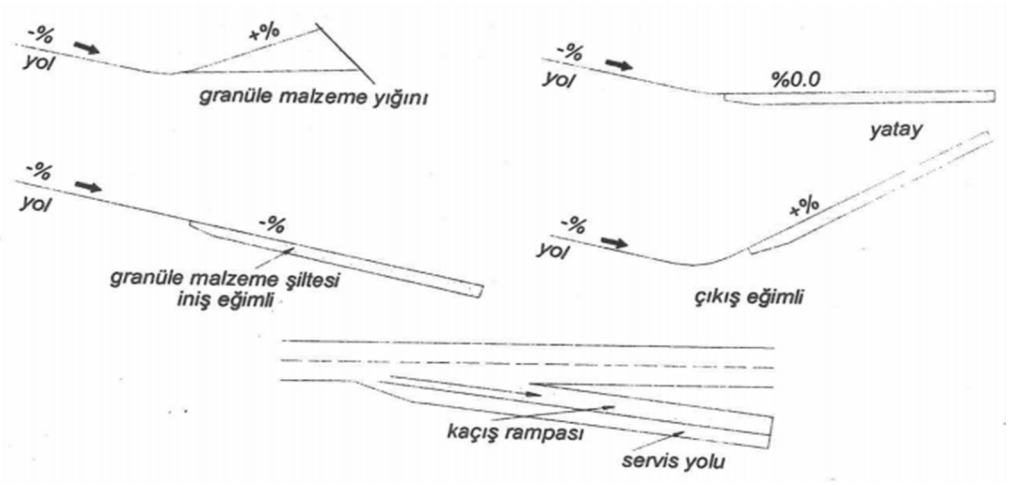
İngiliz yol tasarım rehberinde Şekil.2.12.'deki grafik kullanılmakta olup görüldüğü üzere negatif eğimde kaza oranı ciddi artış gösterirken pozitif eğim için ciddi bir artış görülmemektedir.

Eğimsiz yollarda kaza sayısının yüksek oranda olması aliymanlarda meydana gelen kaza sebepleri ile suyun drene edilmesi bakımından benzerdir. Yoldaki eğimin artması özellikle ağır taşıtlar için hızı azaltan, kuyruklanmaya sebep olan bir unsurdur ve bu durum sürücüyü yoran ve yolculuk süresini uzatan bir unsurdur. Bahse konu sebeplerle ağır vasıtalar için tırmanma şeridi önemlidir. Yine benzer şekilde ülkemizde yeni kullanılmaya başlanan tehlike kaçış rampaları da kontrolünü kaybeden ağır taşıtların kazaya karışmasını engellemektedir. Boyuna eğime ait tepe noktalarında da görüş azaldığı için tehlike artmaktadır. Boyuna eğim varlığında ağır vasıtaların hızı oldukça düşmekte ve kuyruklanma ile beraber şeridin sürekli meşguliyeti söz konusu olmaktadır. Eğimin büyüklüğü ile beraber hız 30 km/sa hıza kadar düşebilmektedir.

Çıkış eğimli yollarda trafik güvenliğini arttırmak amacıyla yapılan tırmanma şeridine benzer olarak iniş eğimli yollarda da acil kaçış rampası yapılmaktadır. Araçlarda oluşabilecek teknik arızalar ve uzun süren iniş eğimi sebebiyle oluşabilecek araç hakimiyet kaybındaki zararı en aza indirmek için planlanmaktadır. Kaçış rampaları yolun eğiminde yoldan uygun bir açı ile yoldan ayrılan gevşek granüler malzeme ile döşeli çıkış eğimli kısa tali rampalardır. Kaçış pampaları ile hakimyetin kaybolduğu devrilme riski bulunan araçların yavaşlayarak durdurulması amaçlanmaktadır. Acil kaçış rampaları öncesinde ana yolda işaret ve işaretçiler ile gerekli düzenleme yapılmalıdır.

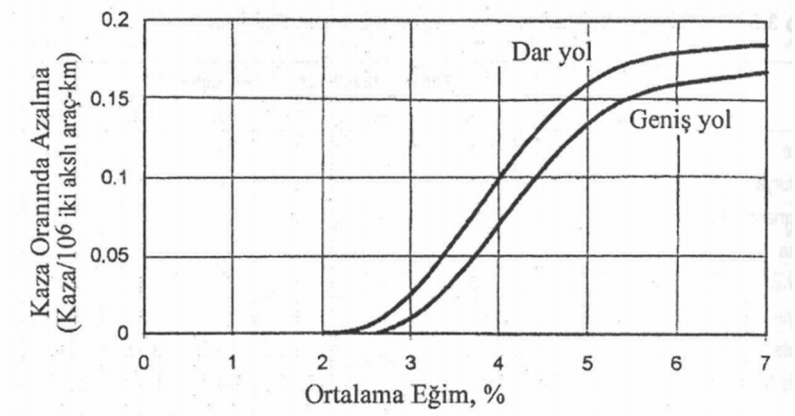
AASHTO'ya göre tırmanma şeridinin yapılması için

- Tırmanma trafik hacminin >200 araç/sa
- Tırmanma ağır trafik hacminin >20ağır araç/sa
- Kamyon(ağır) için 15 km/sa ve daha fazla hız azalmasının olması, servis seviyesinin E,F değerlerinden biri olması ya da eğim öncesinde servis seviyesinin iki veya daha fazla düşmüş olması şartlarından birinin olması yeterlidir [22]



Şekil.2.13. Düşey eğim ve kaçış rampası tasarımı [34]

Ülkemizde ise boyuna eğimin %5'i geçmesi halinde tırmanma şeridi yapılmaktadır. Yüksek standartlı yollarda max eğim olan %5'den daha düşük eğimle tasarım yapılmaya çalışılmaktadır., eğim yukarı arttığı durumlar için otomobillerden ziyade ağır vasıta trafiğinde hız oldukça azalmaktadır bu durum ise hatalı sollamaları meydana getirmektedir, Ağır vasıtaların işgal ettiği şeritlerde diğer araçların sürekli takip halinde olmasını, zaman kaybı, kuyruklanma vb. sorunları da beraberinde getirmektedir. Boyuna eğimin eğim aşağı artması halinde ise ağır vasıtalar için hız kontrolü zorlaşmaktadır ve bu durum da araç hakimiyeti bakımından ciddi sıkıntı oluşturmaktadır.



Şekil.2.14. Tırmanma şeridinin kaza oranı ile ilişkisi [22]

Düşey kurplar için en büyük tehlikelerden birisi de yatay kurblarda olduğu gibi görüş mesafesi ve görüş duruş mesafesidir. Ekonomik ve topografik sebeplerden ötürü eğimler arasında yumuşak geçişler yapılamadığında far ile görüş sağlanması da zorlaşmaktadır.



Şekil.2.15. Görüş mesafesi [35]

Yatay eksen ve düşey eksen tasarımları birbirleri ile bağımsız olarak düşünülmemelidir. Yol güvenliği için her ikisi de bir bütünlük içerisinde olmalıdır. Keskin yatay ve düşey kurbların içiçe birbinin devamında olması trafik güvenliği açısından istenen bir durum değildir. Boyuna eğimin olmadığı düzlüklere palye adı verilir. Palye yapılabilmesi için arazi eğiminin elverişli olması ve yolun enine eğiminin ve banket koşullarının sağlanmış olması gerekmektedir aksi halde yoldaki yüzeysel su uzaklaştırılamaz.

2.4.7. Kavşak Tasarımı

Kavşaklar çeşitli yönlerdeki trafiğin birbiri arasında yönünü, doğrultusunu değiştirdiği alanlardır. Birçok aracın aynı anda değişiklik ve manevra yaptığı alanlar olup bu sebeple trafik güvenliği açısından yüksek risk teşkil ederler.

Çizelge 2.14. Kavşak durumuna göre kaza dağılımı [2]

Kavşak Durumu	Kaza Sayısı	Yüzde Oran
Dört Yönlü	26.899	14,73%
Üç Yönlü (T)	19.766	10,82%
Dönel	10.340	5,66%
Diğer Kavşak Çeşidi	6.881	3,77%

Üç yönlü (Y)	4.268	2,34%
Köprülü Kavşak	770	0,42%
Kavşak Yok	113.745	62,27%
Toplam	182.669	100,00%

Çizelge 2.14 ‘den görüleceği üzere kavşak olmayan durumlar içinde trafik güvenliği halen bir sorun olmakla beraber kavşak varlığındaki kaza %37,73 oranıyla ciddi pay almaktadır.

Kavşaklar; eşdüzey, üçlü, eğik kollu, dik açılı, dönel, çok kollu ya da köprülü kavşaklar olabilirler. Doğrultu değişimi için en uygun olan durum farklı düzeyli kavşak tasarımlarıdır ancak ekonomik, topografik ve sosyal sebeplerden ötürü bu seçim ikinci planda kalmaktadır. Aynı zamanda hızlı çözümlere olan gereksinimden dolayı da köprülü kavşaklar bazen tercih edilmemektedir.

Ekonomik ve sosyal seçimler sebebiyle bir başka açıdan da sinyalize (denetimli) ya da kontrollü geçiş kavşak olarak ayrılabilirler. Denetimli kavşaklarda geçişler çoğunlukla sinyalizasyon ile ana yol tali yol öncelikleri göz önüne alınarak düzenlenir. Kontrollü kavşaklarda ise geçişler ana yol ve tali yol önceliklerine göre trafik işaret ve işaretçileri yardımıyla kurallar ve sürücü görüşüne göre yapılmaktadır Kavşak güveliği için en önemli unsur sinyalizasyon olmakla beraber bazı geometrik iyileştirmelerle de kazaların önüne geçilmeye çalışılmaktadır.

Çizelge 2.15 Arazi kullanım ve trafik kontrol tipinin kavşaklardaki ölümcül kazalar üzerindeki etkisi.

Kavşak Türü	Kentiçi(%)	Kentdışı(%)	Bilinmeyen(%)	Toplam
Kontrolsüz	35,90	35,80	54,50	35,90
Tek renkli trafik sinyali	35,70	7,30	13,60	24,50
Flaşörlü sinyal	1,90	3,70	0,00	2,60
Sinyalize	1,80	2,30	0,00	2,00
Dur işareti	23,80	49,00	31,80	33,70
Yol ver işareti	0,60	1,80	0,00	1,10

Diğer	0,00	0,00	0,00	0,10
Bilinmeyen	0,30	0,10	0,00	0,20
Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00

ABD için ITE tarafında yapılan çalışmada da kontrolsüz kavşaklarda en çok kaza oranı bulunmakla beraber sinyalize kavşaklardaki ölümcül kaza oranının düşük olması iyileştirmenin sonucunu ifade etmektedir. [29]

- Kavşaklar iyi aydınlatılarak görüş problemi bertaraf edilmelidir.
- Kavşaklarda hızlanma ve yavaşlama şeridi ile kavşağa katılacak araçların güvenli bir şekilde kavşağa katılımı sağlanabilir.
- Hız sınırlaması için gerekli işaret ve işaretçilerle uyarılar yapılmalıdır
- Kavşaklarda bazen trafiğin düzenlenmesi, yönlendirilmesi gereklidir. Dönüşler, faklı yönlere katılım, dik açılı kavşaklarda tali yönden ana yöne katılımda ve en sağ şeritten en sol şeride dönme durumları için kanallama şarttır.

Kavşak tasarımı farklı düzeyler arasında da olabilir. Bu durum eşdüzey kavşak tasarımı ile sonuç elde edilemeyen, duraklamadan geçiş gerektiren durumlar, kazaların getirdiği maliyetin köprülü kavşak yapılmasını gerektirmesi halinde yapılmaktadır. Köprülü kavşak kararını yüksek maliyeti, yapılabilecek alanların kısıtlı olması ve yapım süresi etkilemektedir. Köprülü kavşaklar eğim, su drenajı gibi unsurlar dikkate alınarak tasarlanırsa güvenliğe ciddi fayda sağlamaktadır.

2.4.8. Geçit varlığının olması

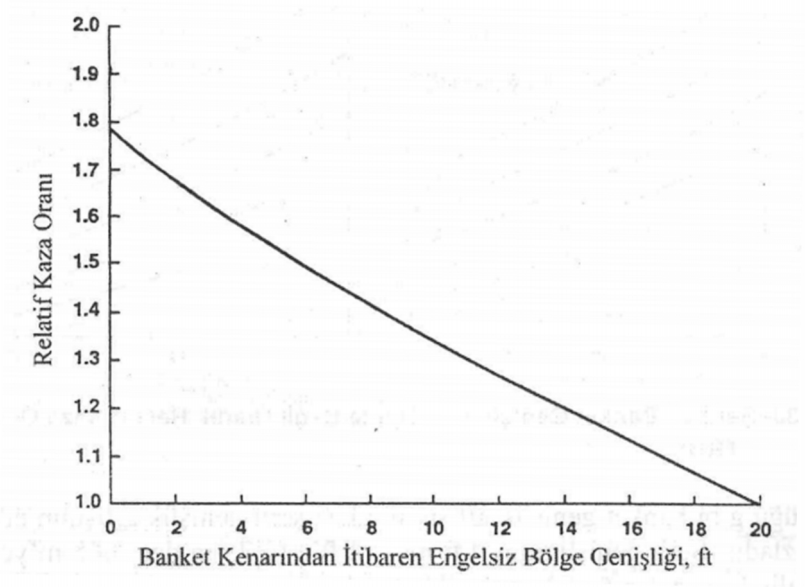
Çizelge 2.16. Geçit durumuna göre kaza dağılımı [2]

Geçit Durumu	Kaza Sayısı	Yüzde Oran
Yaya Geçidi	12322	6,75%
Okul Geçidi	984	0,54%
Kontrollü demiryolu Geçidi	478	0,26%
Kontrolsüz Demiryolu Geçidi	173	0,09%
Geçit Yok	168.711	92,36%
Toplam	182.668	100,00%

Yaya geçidi varlığında kaza oranı %6.75 değerindedir ve bu oran yerleşim yeri olması halinde %8.52 oranında çıkmaktadır. Ülkemizde halen yaya geçitleri hakkında gerekli bilinç kazanılamamıştır yaya önceliği ve yaya geçidi varlığı birçok sürücü için önem kazanmamıştır. Kazaların %92.35'i geçit olmaması durumunda gerçekleşmiştir.

2.4.9. Yol Kenarı Elemanları Tasarımı

1997 yılında İsveç'te yapılan bir incelemede her dört sürücü ve yolcudan birinin aracın yol kenarındaki bir engele çarpması suretiyle meydana gelen kazalarda öldüğü tespit edilmiştir. Çarpılan cisimler aşağıda belirtilmiştir: % 50 ağaçlar, % 20 oto korkuluklar, % 10 aydınlatma direkleri, % 10 diğer direkler,% 10 diğer cisimler şeklindedir [35]. Araç sürücülerin hatalı sollamalarda, araç hakimiyetinin kaybolması halinde yola tekrar girmeyi sağlayacak güvenlik alanları gerekir. Hızı ve çapma etkisini absorbe eden yol kenarı elemanlarının olması kazaları ölüm oranlarını azaltır. Düşük, bozuk kaplamalı banketler, kazaya geniş ve kaplamalı banketler kazaların önlenmesini sağlamaktadır. Yollarda emniyet şeridi varlığı ambulans, polis vb. acil durumlarda kullanılması sebebiyle vatandaşın can güveliğini sağlamakla beraber kaza sayısını da azaltan bir unsurdur. Yol kenarı güvenlik elemanlarının güvenlik unsuru olmaktan çıkıp tehlike arz etmesini önlemek için bazı önlemler alınması gerekmektedir. Bu elemanlar tasarlanırken kaza ya da yoldan çıkma halinde tehlike arz etmektense kaza şiddetini azaltmayı hedeflemelidir. Araçların çarpması sonucu kaza hasarını en aza indirmeyi hedefleyerek can güvenliğini tehdit etmemelidir. Yol unsuru trafik güvenliği için ciddi etkiyken yol çevresi unsuru da aynı etkiye sahiptir. Bu sebeple yol çevresinin yol kenarında bulunan nesnelerden arındırılmış olması bu sağlanamıyorsa gerekli işaret ve işaretçilerle gerekli uyarılar yapılmalıdır. Yol kenarı elemanları kısaca yolun çevresindeki topografik engeller, drenaj tesisleri, trafik işaret, aydınlatma vb. direkler, oto korkuluklar, köprü korkulukları, refüj bariyerleri gibi unsurlardır. Yol çevresi için kullanılan bir başka tanım ise engelsiz bölge olarak tanımlanabilir. Engelsiz yol kenarı, yol dışına çıkan araçların zarar görmeden ya da en az zararla tekrar doğrultusuna dönmesi için gereken alanı ifade etmektedir.



Şekil.2.16 Engelsiz bölge genişliği kaza oranı ilişkisi [22]

Otokorkuluk yapılmasıyla 2000kg. ağırlığa kadar otomobillerin düşük açılı($<25^0$) ve çarpma hızı 110 km/ sa için kaza şiddetini azaltarak yola geri dönüşü sağlamak mümkün olabilmektedir [22]

2.5. Diğer Etmenler

2.5.1. Hız

Trafik mühendisliği, yol tasarım ve projelendirilme esaslarındaki önemli etkenlerden birisi hızdır. Tasarım hızı iyi belirlenmiş bir karayolu kesiminde yapılan projelendirme sonucunda güvenli bir yolun ortaya çıkması muhtemeldir. Yollar hız limitleri iyi belirlenmelidir. Hız sınırının olmayışı trafik güvenliğini olumsuz etkileyen bir durumdur. Birçok araştırmada kazaya etki eden faktörlerin başında olduğu bilinmektedir. Hız faktörü kazalara sebep olan birçok etkiyi (algı hızı, görüş alanı, fren mesafesi, konsantrasyon vb.) birlikte barındıran unsurdur. Araç özellikleri bakımında ise aracın durma mesafesi, teker vb özellikleri ile araç ve yolcu güvenliğini etkilemektedir. Yine aynı şekilde yol kaplaması, yol unsurları (banket, hendek, şev vb.), yol kenar güvenlik elemanları ile etkileşimde trafik güvenliğinin sağlamasında hızın önemli bir rolü bulunmaktadır.

Hız arttıkça reaksiyon mesafesi uzamakta, fren mesafesi artmakta ve bu durum beraberinde durma mesafesini uzatmaktadır. Hızın fazla olması çarpma şiddetini arttırmaktadır. Araştırmalar, bir yayaya taşıtın 30 km/saat hızla çarptığında yaklaşık yüzde 5 olan ölme olasılığının 65 km/s'de büyük bir artış göstererek yüzde 90'a çıktığını da göstermiştir [35].

Çizelge 2.17. Araçların hızlarına göre durma mesafeleri [20]

Araç Hızı		Reak.Mes.	Fren Mes.	Durma Mes.	Fren Zamanı
Km/saat	m/sn	(metre)	(metre)	(metre)	(saniye)
10,00	2,77	2,10	0,70	2,80	0,47
15,00	4,18	3,10	1,50	4,60	0,70
20,00	5,55	4,20	2,60	6,80	0,94
25,00	6,94	5,20	4,10	9,30	1,18
30,00	8,33	6,20	5,90	12,10	1,41
35,00	9,72	7,30	8,00	15,30	1,65
40,00	11,11	8,30	10,50	18,80	1,88
45,00	12,50	9,40	13,20	22,60	2,12
50,00	13,88	10,40	16,40	26,80	2,35
55,00	15,27	11,50	19,80	31,30	2,59
60,00	16,66	12,50	23,60	36,10	2,83
65,00	18,05	13,50	27,70	41,20	3,06
70,00	19,44	14,60	32,10	46,70	3,30
75,00	20,83	15,60	36,90	52,50	3,53
80,00	22,22	16,70	41,90	58,60	3,77
85,00	23,61	17,70	47,40	65,10	4,01
90,00	25,00	18,80	53,10	71,90	4,24
95,00	26,38	19,80	59,10	78,90	4,48
100,00	27,77	20,80	65,50	86,30	4,71
105,00	29,16	21,90	72,20	94,10	4,95
110,00	30,55	22,90	79,30	102,20	5,19
115,00	31,94	24,00	86,70	110,60	5,42
120,00	33,33	25,00	94,40	119,40	5,66

Hız arttıkça sürücünün dikkatini arttırma eğilimi olmaktadır. Yola dikkat artarken sürücünün çevresini fark etme yetisi azalmaktadır. Çevredekileri algılama ve detaylarını görme kabiliyeti azalmakla beraber daha dar açılı alanlar görülebilmektedir. Çizelge 2.17.'den anlaşılacağı üzere hız arttıkça reaksiyon süresi,

durma süresi ve fren mesafesi de uzamaktadır. 50 km/sa hızla seyrederken tepki süresi 10,40. m. iken fren mesafesi olan 16,40 m. ve durma mesafesi toplamda 26,80. m. iken, 120km./sa hızla giderken 25,00 m de tepki verilirken fren mesafesi 94,40 m.' ye çıkarak ancak 119,40 m.' de araç durabiliyor. Zaman açısından durumu değerlendirirsek 50 km/sa hızdaki 2.35. sn.'lik fren süresi 120 km./sa'de 5.66 sn. olarak yaklaşık iki katı zamana ulaşmaktadır.

Çizelge 2.18. Ortalama hız azaltıldığında kazalarda meydana gelmesi beklenen düşüş oranı [20]

Kaza türleri ve hızda azalma miktarı		İncelenen ortalama hız							
		50 km/s	60 km/s	70 km/s	80 km/s	90 km/s	100 km/s	110 km/s	120 km/s
Yaralanmalı kazalar	1 km/s azalma	4,00	3,30	2,80	2,50	2,20	2,00	1,80	1,70
	2 km/s azalma	7,80	6,60	5,60	4,90	4,40	4,00	3,60	3,00
Ölümlü ve ciddi kazalar	1 km/s azalma	5,90	4,90	4,20	3,70	3,30	3,00	2,70	2,50
	2 km/s azalma	11,50	9,70	8,30	7,30	6,50	5,90	5,40	4,90
Ölümlü kazalar	1 km/s azalma	7,80	6,50	5,60	4,90	4,40	3,90	3,60	3,30
	2 km/s azalma	15,10	12,70	10,90	9,60	8,60	7,80	7,10	6,50

Kaza sayılarının azaltılması için hız sınırlarında yapılan değişiklikler anlamlı sonuçları beraberinde getirmektedir. Hız ile kaza sayılarında doğru orantı bulunmaktadır. Yüksek hız sonucunda kaza ihtimali artmakta ve kaza şiddeti ve sonucu kesinlikle etkilenmektedir. Yukarıdaki Çizelge.2.18'de belirtildiği üzere uygulanan model sonuçlarına göre hızın 2 km/sa azalmasında ölümlü kazalar için 50km/sa hız için oran %15., 120km/sa için %6.6 düşüş göstermiştir. Ortalama hızdaki 1,6 km/sa' lik bir azalmada kaza zararında %5 oranında bir azalma olmaktadır. Yani hız 100 km/sa' den 90 km/sa' ye indirildiğinde kazalara %11 oranında az karışmaktadır [17].

Hız faktörü yol tasarımı içinde önemli bir unsurdur. Yatay düşey kurb tasarımı, yol güvenlik elemanlarının seçimi, kavşak tasarımı. aliyman uzunluğu ve yol

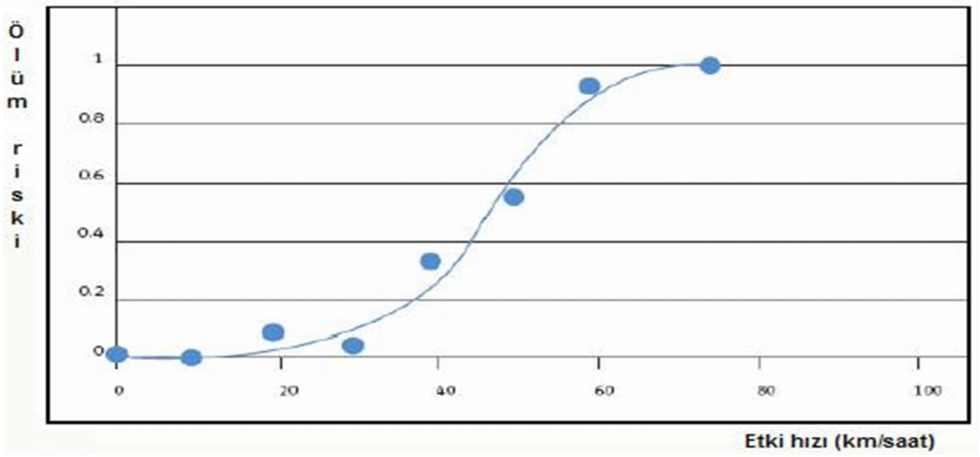
geometrisine dair her ifade için temel unsur hızdır. Projelendirmenin ilk aşamasındaki ilk parametrelerden birisi proje hızıdır.

Çizelge 2.19. Bazı ülkelerde hız sınırında yapılan değişikliklerin etkileri [36]

Tarih	Ülke	Yol tipi	Hız sınır değişikliği	Değişikliğin etkisi	Değişikliğin ölüm sayısına etkisi
1985	İsviçre	Otoyol	130'dan 120'ye (km/saat)	Ortalama hızda 5 km/saat azalma	% 12 azalma
1985	İsviçre	Köy yolları	100'dan 80'e (km/saat)	Ortalama hızda 10 km/saat azalma	% 6 azalma
1985	Danimarka	Meskum yerlerdeki yollar	60'tan 50'ye (km/saat)	Ortalama hızda 3-4 km/saat azalma	% 24 azalma
1987	ABD	Eyaletler arası yollar	55'den 65'e (mil/saat) 88.5'dan 104.6'ya (km/saat)	Ortalama hızda 2-4 mil/saat (3.6-6.4 km/saat) artış	% 19-34 artış
1989	İsveç	Otoyollar	110'dan 90'a (km/saat)	Ortalama hızda 14.4 km/saat azalma	% 21 azalma

Çizelge 2.19' da karayollarında yapılan hız kısıtlanmasının ölüm sayısına etkisi %6-24 oranında azalma şeklindedir. ABD'de 3,6-6,4 km/saat hız artışı sonrasında ölüm sayısında % 19-34 artış olmaktadır. Bu durum hızda meydana gelen küçük değişikliklerin bile trafik güvenliği adına ciddi boyutta ulaşabildiğinin bir göstergesidir.

Şekil 2.17 'den görüleceği üzere hız arttıkça yaşanacak kaza şiddeti artmakta ve bu durum yaya için ölüm olasılığını arttırmaktadır. Düşük hızlar için ölüm olasılığı 0 iken, hız 60-80km/sa değeri arasındayken olasılık 1 değerine ulaşmaktadır.



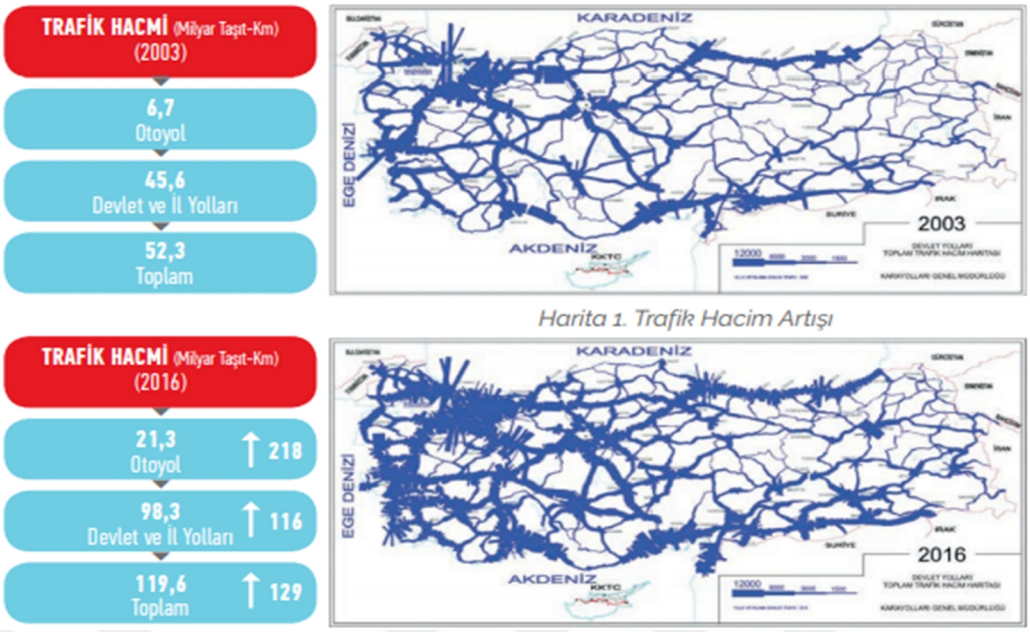
Şekil.2.17. Bir yayanın, arabanın etki hızının fonksiyonu olarak ölme olasılığı [36]

2.5.2. Trafik Hacmi

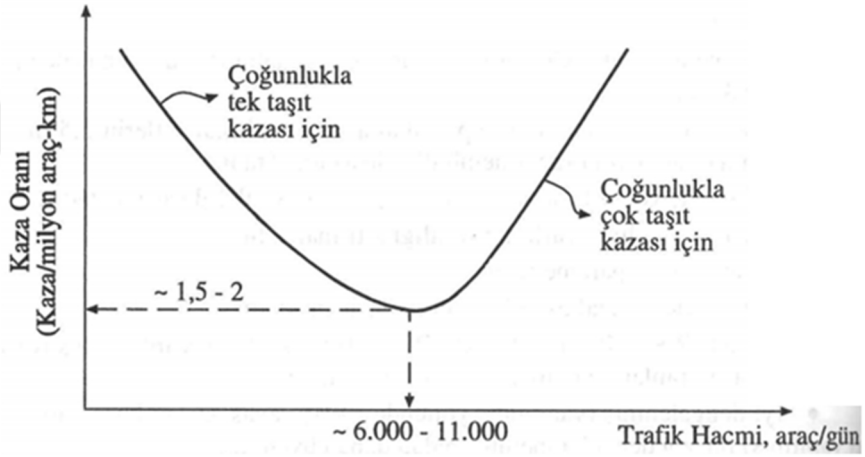
Yol geometrisi,yol tipi gibi yol ile ilgili tüm kararlar için trafik hacimin önemi büyüktür.Genellikle bu büyüklük YOGT(Yıllık ortalama günlük trafik) olarak baz alınır. Trafik hacmi gün, mevsim, saat unsurları ile değişiklik göstermektedir ve yine bu hacim taşıt cinsi bakımından farklılık göstermektedir. Yol tipi, şerit genişliği, banket varlığı, geçiş eğrisi, tırmanma şeridi, kaçış rampaları gibi yol unsurlarının tasarımında trafik hacminin payı büyüktür.

Ülkemizdeki karayolu hacim haritası Şekil.2.18 gibidir. 2003-2016 yılları arasındaki hacim artışı ciddi büyüklüktedir.

Şekil.2.19.'e göre, YOGT ile kaza oranı ilişkisi doğrusal değildir trafik hacimin artmasıyla beraber tek aracın karıştığı kazalar için kaza oranı azalırken, trafik hacminin 6.000-11.000 araç/gün değerine ulaşmasıyla bu durum çoklu araç kazaları için kaza oranının artması şeklindedir. Çoklu taşıt kazaları daha çok çarpışma ve hacim artışı sebebiyle yoldan çıkma vb. sebeplerle oluşmaktadır.



Şekil.2.18. Türkiye yıllara göre trafik hacim haritası [3]



Şekil. 2.19. YOGT ile kaza oranı ilişkisi [22]

Sosyoekonomik durumla artan araç sahipliği beraberinde trafik hacmini görüleceği üzere hızla artmasına yol açmaktadır.Bu durum trafik güvenliğini tehdit etmekte ve sonuç olarak yol tasarımında yeni boyutlara trafik güvenliğinde ise yenilikçi çözümlerini zorunlu hale getirmektedir.

3.MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Faktöriyel tasarım metoduna giriş ve metodun tarihsel gelişimi

Duyarlılık analizi, seçilen modele ait birbirinden bağımsız değişkenlerin tekil etkilerini ya da bu değişkenlerin birbiri ile etkileşimlerinin model üzerindeki etkisini görmek üzere geliştirilmiş bir yöntemdir. Metodun en sık kullanılan şekli tek parametreli duyarlılık analizi olup, seçilen sadece bir parametreye ait sınır değerlerin değiştirilmesi ile model sonuçları değerlendirilebilir. Ancak bu metodun en olumsuz yanı tek parametre için etkileşimi inceleyerek parametrelerin birbiri ile etkileşimlerinin görülememesidir. Faktöriyel Tasarım Metodu ise duyarlılık analizine alternatif olarak Box ve diğerleri tarafından geliştirilmiş olup diğer birçok analiz yönteminden farklı olarak parametrelerin birbiri ile etkileşimlerini de görmemizi sağlamaktadır. Faktöriyel tasarım metoduna göre tekil parametre etkilerini inceleyebileceğimiz gibi bu parametrelerin birbiri ile olan etkileşimlerini de görebilmemiz mümkündür. Bu etkileşimler parametrelere dair sınır değerler (alt ve üst sınırlar), faktörlerin varlığı ya da yokluğu, etkilerinin düşük ya da büyük olması seviyesinde olabilir.

Tarım alanındaki deneysel tasarım araştırmaları içinde ilk kez faktöriyel tasarım kavramı 1930'lu yıllarda Fisher, tarafından kullanılmıştır. 1935'li yıllarda Yates ve sonrasında endüstri gelişmelerinde kullanılmak üzere Box ve Wilson tarafından Faktöriyel tasarım metodu geliştirilmiş ve diğer birçok araştırmacı (Henderson-Sellers, 1992 ve 1993; Liang, 1994; Yıldız, 2001; Akgüngör ve Yıldız, 2006); tarafından geliştirilerek birçok alanda kullanılmıştır [37].

Faktöriyel tasarım metodu birçok alanda kullanılmakla beraber yaygın olarak biyoloji, tıp, kozmetik, tekstil ve mühendislik alanlarında kullanılmaktadır. Sayısız deneyler yapılarak ulaşılabilecek sonuçların faktöriyel tasarım metoduyla oluşturulacak modeller sonucunda ortaya koyulan etkili unsurlar çerçevesinde ele alınarak az sayıda sonuç odaklı çalışmalar yapılmasına olanak sağlamaktadır.

3.2.Faktöriyel tasarım yöntemi

Faktöriyel tasarımlar denemeler ve bunların birbiri arasındaki kombinasyonlarından oluşmaktadır. Parametreler ve her bir parametre için seçilen düzeylerin iki seviyesinin olmasıdır. Bu seviyeler minimum ve maksimum değerler, bir parametrenin etkili / etkisiz olması ya da bir parametrenin varlığının olması / olmaması şeklinde olabilir. Parametre düzeylerinin alt ve üst sınır değerler olduğu bir model için hesaplanan sonuçlar kullanılarak oluşturulan tekil ve çoğul parametre etkileri Normal Dağılım Grafiğinde gösterilerek Box ve Diğ. tarafından belirtilen şekilde; yani doğrusal dağılım gösteren tekil yada çoğul parametre etkileşimleri etkisiz iken, doğrudan sapmış olan parametre yada parametre etkileşimlerinin modele dair etkili değerler olarak yorumlanır.

Bir modelde k adet parametre ve bu parametrelere ait iki düzey dikkate alınacak ise modele dair 2^k adet deneme olacaktır. Bir başka deyişle 2^k değerinde 2 düzey sayını, k ise faktör/parametre sayısını ifade etmektedir.

Dört değişkenli bir model için bu durum şu şekilde açıklanabilir. X, Y, Z, W değişkenlerine ve iki düzeye sahip modelde 2^4=16 adet deneme olmalıdır. Bu dört parametrenin birbiri ile çoklu etkileşimleri ise (X;Y), (Y;Z), (X;W), (Y;Z), (Y;W), (Z;W), (X;Y;Z),(X;Y;W), (X;Z;W), (Y;Z;W), (X;Y;Z;W) şeklinde olmaktadır. Tekil parametrelerin matrisi Çizelge 3.1.' deki gibidir.

Çizelge 3.1. Tekli parametreler için faktöriyel tasarım matrisi

Deneme	X	Y	Z	W	β
1	-	-	-	-	β_1
2	+	-	-	-	β_2
3	-	+	-	-	β_3
4	+	+	-	-	β_4
5	-	-	+	-	β_5
6	+	-	+	-	β_6
7	-	+	+	-	β_7
8	+	+	+	-	β_8
9	-	-	-	+	β_9

10	+	-	-	+	β_{10}
11	-	+	-	+	β_{11}
12	+	+	-	+	β_{12}
13	-	-	+	+	β_{13}
14	+	-	+	+	β_{14}
15	-	+	+	+	β_{15}
16	+	+	+	+	β_{16}

Bu matristeki ifadeler örnekler ile şu şekilde açıklanabilir. Düzeyin etkili-etkisiz olması hali için β_1 denemesi için X,Y,Z,W faktörleri etkisiz iken, β_2 denemesi için X parametresi etkili, Y,Z,W parametreleri etkisizdir. Düzey olarak alt ve üst değerler seçilmiş ise β_1 denemesi için X,Y,Z,W faktörleri için seçilen modelde alt değerler kullanılacakken, β_2 denemesi için X faktörü üst değer Y,Z,W faktörleri için alt değer kullanılacaktır. Çizelge 3.2.'de X,Y,Z,W parametreleri için düşük-yüksek etki düzeyinde tekli parametre etkileri görülmektedir.

Çizelge 3.2. Tekli parametreler için faktöriyel tasarım etki düzeyleri

Deneme	X	Y	Z	W
1	Düşük etki	Düşük etki	Düşük etki	Düşük etki
2	Yüksek etki	Düşük etki	Düşük etki	Düşük etki
3	Düşük etki	Yüksek etki	Düşük etki	Düşük etki
4	Yüksek etki	Yüksek etki	Düşük etki	Düşük etki
5	Düşük etki	Düşük etki	Yüksek etki	Düşük etki
6	Yüksek etki	Düşük etki	Yüksek etki	Düşük etki
7	Düşük etki	Yüksek etki	Yüksek etki	Düşük etki
8	Yüksek etki	Yüksek etki	Yüksek etki	Düşük etki
9	Düşük etki	Düşük etki	Düşük etki	Yüksek etki
10	Yüksek etki	Düşük etki	Düşük etki	Yüksek etki
11	Düşük etki	Yüksek etki	Düşük etki	Yüksek etki
12	Yüksek etki	Yüksek etki	Düşük etki	Yüksek etki
13	Düşük etki	Düşük etki	Yüksek etki	Yüksek etki
14	Yüksek etki	Düşük etki	Yüksek etki	Yüksek etki
15	Düşük etki	Yüksek etki	Yüksek etki	Yüksek etki
16	Yüksek etki	Yüksek etki	Yüksek etki	Yüksek etki

Çizelge 3.1'de görülen Tekli parametreler için faktöriyel tasarım matrisi değerleri "1" katsayısının işaretleri şeklindedir ve X, Y, Z, W parametrelerinin birbirleri ile

etkileşimleri Çizelge 3.3 ile gösterildiği şekilde tekli parametre değerlerinin matematiksel olarak çarpımı şeklindedir.

Çizelge 3.3. Çoklu parametreler için faktöriyel tasarım düzeyleri matrisi.

Deneme	XY	XZ	XW	YZ	YW	ZW	XYZ	XYW	XZW	YZW	XYZW
1	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+
2	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-
3	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	-
4	+	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+
5	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	-
6	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	+
7	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	+
8	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-
9	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	-
10	-	-	+	+	-	-	+	-	-	+	+
11	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+
12	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-
13	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+
14	-	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-
15	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	-
16	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Bu dört faktörün iki düzeyindeki model için 16*11=176 adet deney yapılması gerekmektedir ki bu sayı faktör ve düzey sayısının artması ile ciddi boyutta artabilir ve bu durum maddi olumsuzlukları beraberinde getirir. Faktöriyel tasarım metodu ile modele etki eden düşük ve yüksek etkili parametreler belirlenecek ve gerekli olan sınırlı sayıdaki deneme yapılarak para ve zaman boyutlarındaki kayıp azalacaktır.

Bu teze esas modellerde faktörlere ait maksimum ve minimum parametre değerleri olacak şekilde iki düzey esas alınacaktır. Çoklu etkileşim matrisinin oluşturulmasının ardından X, Y, Z, W faktörlerine ait alt ve üst değerleri belirlenmelidir. Tekil ve çoğul matrislerde (-) işareti minimum değeri, (+) işareti ise maksimum değeri göstermektedir.

$$E_{j=}\left[\sum_{i}^{k} S_{ij.}R_i\right]/N_j \qquad (3.1)$$

Burada Eşitlik 3.1 ‘deki E_j ile her tekil parametrenin ve çoğul etkileşimlerinin modele dair etkileri görülebilir. E_j, parametrenin etkisini, k deneme sayısını (k=16 yukarıda görülen örnek için); S_{ij} “i” satırı ve “j” kolonunun işaretini, R_i i. deneme için belirlenen sınır değerler için modele ait sonucu ve N_j “j” kolonundaki “+” işaretlerin sayısını göstermektedir.

Seçilen modele dair etkili parametreler belirlenerek Box ve Diğ. tarafından belirtildiği şekilde Normal Dağılım Grafiği çizilerek doğrusal değerlerin dışında kalan parametrelerin etkin olduğu belirlenir ve bu parametreler hakkında gerekli çalışmalar yapılarak sonuca ulaşılmış olur.

Modellere dair uygulanabilecek diğer bir yöntem ise tanımlanan parametreler Henderson-Sellers tarafından kullanılan şekilde birincil ve ikincil olarak kategorize etmektir. Bu kategori sıralaması hesaplanan mutlak standart sapmaların ölçeğine göre belirlenmektedir.

3.3.Seçilen kaza modellerinin faktöriyel tasarım metoduyla değerlendirilmesi

Bu tez çalışmasında iki adet üç, bir adet dört, iki adet beş ve bir adet altı faktörü bulunan yedi model incelenecek ve sonuçlar yorumlanarak çözüm önerileri sunulacaktır.

3.3.1. Üç faktörlü (Trafik hacmi-kurb yarıçapı-kurb uzunluğu) modelin incelemesi

Kaza sayısının trafik hacmi, kurb yarıçapı ve kurb uzunluğu parametrelerini içeren Eşitlik 3.2’de görülen model faktöriyel tasarım metodu yardımıyla incelenerek en etkili parametreler bulunacaktır.

$$AF_{SE,R}=V^{(0.562)}.L^{(0.347)}.e^{(-6.488-0.004R)} \quad (3.2)\ [46]$$

Eşitlik 3.2 ‘de görülen ifadeler;

R: Kurb yarıçapı(metre)

V: Günlük trafik hacmi(araç/24 saat)

L: Kurb uzunluğu(metre)

şeklindedir.

Çizelge 3.4. 1. Model parametreleri ve parametreler için seçilen alt–üst değerler.

Parametre No	Parametre Adı	Sembol	Alt Değer	Üst Değer
1	Kurb yarıçapı	R	40	559
2	Trafik hacmi	V	30	495
3	Kurb uzunluğu	L	511	20.750

Eşitlik 3.2' deki modele ait parametreler, parametre birimleri ve kullanılacak alt-üst değerler Çizelge 3.4.' de verilmektedir. Modellere dair parametreler için ait alt ve üst değerler makul sınırlar içerisinde belirlenmiş olup genelde modellerin verildiği kaynaklarda yer alan sınır değerler kullanılmıştır. Faktöriyel tasarım metodu esaslarına göre Çizelge 3.1 'de belirtildiği şekilde parametrelere dair tekil tasarım ve hesap matrisi oluşturulmuştur.

Çizelge 3.5. Parametrelere dair tekil tasarım ve hesaplama matrisi.

Deneme	R	L	V
1	-	-	-
2	+	-	-
3	-	+	-
4	+	+	-
5	-	-	+
6	+	-	+
7	-	+	+
8	+	+	+

Kurb yarçapı, trafik hacmi, kurb uzunluğu parametreleri için etkileşim parametreleri, tekil parametre matrisindeki duyarlılık işaretlerinin cebirsel çarpımı şeklide Çizelge 3.6. ‘da belirtilmektedir.

Çizelge 3.6. Parametrelere dair çoklu etkileşim hesaplama matrisi.

Deneme	RL	RV	LV	RLV
1	+	+	+	-
2	-	-	+	+
3	-	+	-	+
4	+	-	-	-
5	+	-	-	+
6	-	+	-	-
7	-	-	+	-
8	+	+	+	+

Eşitlik 3.2’ye ait Kurb yarıçapı, trafik hacmi, kurb uzunluğu parametreleri için iki düzeyli faktöriyel tasarım metodu uygulanacağı için her bir parametre için Çizelge 3.5.’ de belirtilen maksimum ve minimum değerler dikkate alınacaktır. Eşitlik 3.2’ deki modele dair kaza sayıları ve tekli-çoğul parametre etkileşimlerinin kaza sayısı ile ilişkilendirilmiş sonuçları Çizelge 3.7.’deki gibi bulunmuştur.

Çizelge 3.7. 1. Modele dair kaza sayıları ve tekil-çoklu parametre etkileşimleri ile hesap sonuçları

Deneme	Kaza sayısı	Tekil ve çoklu parametre etkileşimleri						
		R	L	V	RL	RV	LV	RLV
1	0,162	-0,162	-0,162	-0,162	0,162	0,162	0,162	-0,162
2	0,025	0,025	-0,025	-0,025	-0,025	-0,025	0,025	0,025
3	0,403	-0,403	0,403	-0,403	-0,403	0,403	-0,403	0,403
4	0,063	0,063	0,063	-0,063	0,063	-0,063	-0,063	-0,063
5	1,295	-1,295	-1,295	1,295	1,295	-1,295	-1,295	1,295
6	0,202	0,202	-0,202	0,202	-0,202	0,202	-0,202	-0,202
7	3,234	-3,234	3,234	3,234	-3,234	-3,234	3,234	-3,234
8	0,503	0,503	0,503	0,503	0,503	0,503	0,503	0,503

Parametre etkilerini bulmak için Eşitlik 3.1 uygulanır yani her parametreye ait değerler toplanarak (+) işarete sahip parametre sayısına bölünür. Çizelge 3.8'da tüm parametreler için görülmekte olup örnek olarak; kurb yarıçapı (R)'ye ait sütun toplamı -4,3006 olup; pozitif 4 değer olduğundan 4' e bölüm sonucu yani R için parametre etkisi -1,075 olarak hesaplanmıştır. Parametre etkilerinin mutlak değeri ve standart sapması hesaplanarak parametreler için mutlak sapma değerleri bulunur.

Çizelge 3.8. Parametre etkileri

Parametre Etkileşimleri	Parametre etkileri	Mutlak Parametre etkileri	Gerçek etki	Mutlak Sapma
R	-1,075	1,075	1,163	3,460
L	0,630	0,630	-0,269	2,027
V	1,145	1,145	1,389	3,685
RL	-0,460	0,460	-0,815	1,481
RV	-0,837	0,837	0,396	2,692
LV	0,490	0,490	-0,719	1,578
RLV	-0,358	0,358	-1,144	1,153

Modele ait alt ve üst sınırlar için kaza sayıları bulunarak faktöriyel tasarım esasları uygulanarak |4σ| (4 standart sapma) değerine sahip en etkili tekil parametre trafik hacmi (V) ve ikincil olarak da (R) bulunmuştur. Çoklu etki için |3σ| (3 standart sapma) değerine sahip kurb yarıçapı- kurb uzunluğu (RL) birlikteliği bulunmuştur.

Çizelge 3.9. Parametreler için |3σ|ve |4σ| değerlerindeki etkiler.

Parametreler	1.Derece Etkili |4 σ|	2. Derece Etkili |3σ|
R	√	
V	√	
L		√
R-V		√

Trafik hacmi ve kurb yarıçapı ile ilgili düzenleme ve iyileştirmeler ile kaza sayısında önemli değişikliklere elde edilebileceği görülmüştür. Kurb yarıçapı ile ilgili

yapılabilecek geometrik düzeltmeler ve iyileştirmelerle kaza sayısının azalacağı görülmektedir. Çoklu parametre etkileşimleri dikkate alınırsa kurb yarıçapı- trafik hacmi parametrelerin birlikteliğinin en çok etkiyi sağladığı görülmüştür. Trafik hacmindeki artış özellikle düşük kurb yarıçapına sahip yollarda kaza riskini arttırmaktadır.

3.3.2. Üç faktörlü (Trafik hacmi-eğrilik-kurba dair segment uzunluğu) modelin incelemesi

$$\text{Toplam Kaza}=\exp[-0{,}07130+0{,}80311\text{x}\ln(L)+0{,}27017\text{x}(1/R) +0{,}32660\text{xAADTx}10^{-4}] \quad (3.3)\ [43]$$

Eşitlik 3.3 ‘de görülen ifadeler;

L: Segment uzunluğu (metre)
1/R : Eğrilik(km^{-1})
AADT: Trafik hacmi (araç/gün)

şeklindedir.

Çizelge 3.10. 2. Model parametreleri ve parametreler için seçilen alt–üst değerler.

Parametre No	Parametre Adı	Sembol	Alt Değer	Üst Değer
1	Segment Uzunluğu	L	0,069	1,695
2	Eğrilik	1/R	0,126	4,854
3	Trafik hacmi	AADT/10.000	1,764	4,741

Eşitlik 3.3’ deki modele ait parametreler ve kullanılacak alt-üst değerler Çizelge 3.10’ da verilmektedir. Faktöriyel tasarım metodu esaslarına göre Çizelge 3.1 ‘de belirtildiği şekilde parametrelere dair tekil tasarım ve hesap matrisi oluşturulmuştur. Modele ait tekil tasarım ve hesaplama matrisi Çizelge 3.11 ‘de verildiği gibi oluşturulmuştur.

Çizelge 3.11. Parametrelere dair tekli tasarım ve hesaplama matrisi.

Deneme	1 (L)	2 (1/R)	3 (AADT/10.000)
1	-	-	-
2	+	-	-
3	-	+	-
4	+	+	-
5	-	-	+
6	+	-	+
7	-	+	+
8	+	+	+

Segment uzunluğu, eğrilik ve trafik hacmi parametreleri için etkileşim parametreleri, tekil parametre matrisindeki duyarlılık işaretlerinin cebirsel çarpımı şeklide Çizelge 3.12. ‘de belirtilmektedir.

Çizelge 3.12. Parametrelere dair çoklu etkileşim hesaplama matrisi.

Deneme	12	13	23	123
1	+	+	+	-
2	-	-	+	+
3	-	+	-	+
4	+	-	-	-
5	+	-	-	+
6	-	+	-	-
7	-	-	+	-
8	+	+	+	+

Eşitlik 3.3’ e ait segment uzunluğu, eğrilik ve trafik hacmi parametreleri için iki düzeyli faktöriyel tasarım metodu uygulanacağı için her bir parametre için Çizelge 3.10.’ de belirtilen maksimum ve minimum değerler dikkate alınacaktır. Eşitlik 3.3’ deki modele dair kaza sayıları ve tekli-çoğul parametre etkileşimlerinin kaza sayısı ile ilişkilendirilmiş sonuçları Çizelge 3.13.’deki gibi bulunmuştur.

Çizelge 3.13. 2. Modele dair kaza sayıları ve tekil-çoklu parametre etkileşimleri ile hesap sonuçları

Deneme	Kaza sayısı	Tekil ve çoklu parametre etkileşimleri						
		1	2	3	12	13	23	123
1	0,200	-0,200	-0,200	-0,200	0,200	0,200	0,200	-0,200
2	0,718	0,718	-0,718	-0,718	-0,718	-0,718	0,718	0,718
3	2,619	-2,619	2,619	-2,619	-2,619	2,619	-2,619	2,619
4	9,393	9,393	9,393	-9,393	9,393	-9,393	-9,393	-9,393
5	0,529	-0,529	-0,529	0,529	0,529	-0,529	-0,529	0,529
6	1,899	1,899	-1,899	1,899	-1,899	1,899	-1,899	-1,899
7	0,529	-0,529	0,529	0,529	-0,529	-0,529	0,529	-0,529
8	1,899	1,899	1,899	1,899	1,899	1,899	1,899	1,899

Çizelge 3.14. Parametre etkileri.

Parametre Etkileşimleri	Parametre etkileri	Mutlak Parametre etkileri	Gerçek etki	Mutlak Sapma
1	2,508	2,508	0,703	3,839
2	2,773	2,773	1,110	4,246
3	-2,018	2,018	-0,046	3,090
12	1,564	1,564	-0,742	2,395
13	-1,138	1,138	-1,393	1,743
23	-2,773	2,773	1,110	4,246
123	-1,564	1,564	-0,742	2,395

Modele ait alt ve üst sınırlar için kaza sayıları bulunarak faktöriyel tasarım esasları uygulanarak |5σ| (5 standart sapma) değerine sahip en etkili tekil parametre 1/R (eğrilik) ve çoklu olarak 1/R-AADT/10.000 birlikteliği bulunmuştur. İkincil olarak |4σ| (4 standart sapma) değerine sahip L (segment uzunluğu) bulunmuştur.

Başka bir değişle seçilen bu modele ait kaza sayısı için en etkili tekil parametre 1/R (eğrilik) ve en etkili çoğul etkileşim parametresi AADT/10.000-L (AADT/10.000-L) olmaktadır. İkincil etkili parametre ise |4σ| değerine sahip L(segment uzunluğu) olmuştur. Modele ait geometrik tüm etmenlerin en uygun şekilde dizayn edilmesi trafik güvenliğini etkileyerek kaza sayısını azaltacaktır.

Çizelge 3.15. Parametreler için |3σ|, |4σ|ve |5σ| değerlerindeki etkiler.

Parametreler		1.Derece Etkili |5 σ|	2. Derece Etkili |4σ|	3. Derece Etkili |3σ|
1/R	Eğrilik	√		
AADT-L	Trafik hacmi-Segment uzunluğu	√		
L	Segment uzunluğu		√	
AADT	Trafik hacmi		√	
1/R-L	Eğrilik-Segment uzunluğu			√
L-1/R-AADT	Eğrilik-Segment uzunluğu-Trafik hacmi			√

3.3.3. Dört faktörlü (kavşak varlığında sola dönüşte meydana gelen kazalar) modelin incelemesi

$$CA=(ADT1)^{0,85}.(ADT2)^{0,329}.e^{(-9,463)}.e^{(-0,110*PK\%LEFT1-0,484*LTLN1S)} \quad (3.4)\ [42]$$

Eşitlik 3.4 ‘de görülen ifadeler;

ADT 1 : İki yönlü trafik hacmi (araç/gün)

ADT 2 : İki yönlü tali trafik hacmi (araç/gün)

PK%LEFT1: Yüksek trafik olan zamanlar için sola dönüş yapan trafik yüzdesi

LTN1S: Sola dönüş için şerit varlığı olasılıkları

şeklindedir.

Çizelge 3.16. 3. Model parametreleri ve parametreler için seçilen alt–üst değerler.

Parametre No	Parametre Adı	Sembol	Alt Değer	Üst Değer
1	İki yönlü trafik hacmi	ADT 1	2.367	33.058
2	İki yönlü tali trafik hacmi	ADT 2	15	301

3	Yüksek trafik olan zamanlar için sola dönüş yapan trafik yüzdesi	PK%LEFT1	0	21,29
4	Sola dönüş için şerit varlığı olasılıkları	LTN1S	0	1

Eşitlik 3.4' deki modele ait parametreler ve kullanılacak alt-üst değerler Çizelge 3.16' da gösterilmektedir. Faktöriyel tasarım metodu esaslarına göre Çizelge 3.1 'de belirtildiği şekilde parametrelere dair tekil tasarım ve hesap matrisi oluşturulmuştur. Modele ait tekil tasarım ve hesaplama matrisi Çizelge 3.17 'de verilmektedir.

Çizelge 3.17. Parametrelere dair tekil hesaplama matrisi.

Deneme	1 (ADT 1)	2 (ADT 2)	3 (PK%LEFT1)	4 (LTN1S)
1	-	-	-	-
2	+	-	-	-
3	-	+	-	-
4	+	+	-	-
5	-	-	+	-
6	+	-	+	-
7	-	+	+	-
8	+	+	+	-
9	-	-	-	+
10	+	-	-	+
11	-	+	-	+
12	+	+	-	+
13	-	-	+	+
14	+	-	+	+
15	-	+	+	+
16	+	+	+	+

İki yönlü trafik hacmi, iki yönlü tali trafik hacmi, yüksek trafik olan zamanlar için sola dönüş yapan trafik yüzdesi ve sola dönüş için şerit varlığı olasılığı parametreleri için etkileşim parametreleri, tekil parametre matrisindeki duyarlılık işaretlerinin cebirsel çarpımı şeklide Çizelge 3.18 'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.18. Parametlere dair çoklu etkileşim hesaplama matrisi.

Deneme	12	13	14	23	24	34	123	124	134	234	1234
1	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+
2	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-
3	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	-
4	+	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+
5	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	-
6	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	+
7	-	-	+	+	-	-	-	+	+	-	+
8	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-
9	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	-
10	-	-	+	+	-	-	+	-	-	+	+
11	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+
12	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-
13	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+
14	-	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-
15	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	-
16	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Eşitlik 3.4’ e ait iki yönlü trafik hacmi, iki yönlü tali trafik hacmi, yüksek trafik olan zamanlar için sola dönüş yapan trafik yüzdesi ve sola dönüş için şerit varlığı olasılığı parametreleri için iki düzeyli faktöriyel tasarım metodu uygulanacağı için her bir parametre için Çizelge 3.16’ da belirtilen maksimum ve minimum değerler dikkate alınacaktır. Eşitlik 3.4’ deki modele dair kaza sayıları ve tekli-çoğul parametre etkileşimlerinin kaza sayısı ile ilişkilendirilmiş sonuçları Çizelge 3.19’daki gibi bulunmuştur. Modele ait tekli ve çoklu parametre etkileri ise Çizelge 3.20-21 de verilmektedir.

Çizelge 3.19. 3. Modele dair kaza sayıları ve tekil-çoklu parametre etkileşimleri ile hesap sonuçları

Deneme	Kaza sayısı	Tekil ve çoklu parametre etkileşimleri														
		1	2	3	4	12	13	14	23	24	34	123	124	134	234	1234
1	0,140	-0,140	-0,140	-0,140	-0,140	0,140	0,140	0,140	0,140	0,140	0,140	-0,140	-0,140	-0,140	-0,140	0,140
2	1,314	1,314	-1,314	-1,314	-1,314	-1,314	-1,314	-1,314	1,314	1,314	1,314	1,314	1,314	1,314	-1,314	-1,314
3	0,799	-0,799	0,799	-0,799	-0,799	-0,799	0,799	0,799	-0,799	-0,799	0,799	0,799	0,799	-0,799	0,799	-0,799
4	7,511	7,511	7,511	-7,511	-7,511	7,511	-7,511	-7,511	-7,511	-7,511	7,511	-7,511	-7,511	7,511	7,511	7,511
5	1,453	-1,453	-1,453	1,453	-1,453	1,453	-1,453	1,453	-1,453	1,453	-1,453	1,453	-1,453	1,453	1,453	-1,453
6	13,667	13,667	-13,667	13,667	-13,667	-13,667	13,667	-13,667	-13,667	13,667	-13,667	-13,667	13,667	-13,667	13,667	13,667
7	8,307	-8,307	8,307	8,307	-8,307	-8,307	-8,307	8,307	8,307	-8,307	-8,307	-8,307	8,307	8,307	-8,307	8,307
8	78,118	78,118	78,118	78,118	-78,118	78,118	78,118	-78,118	78,118	-78,118	-78,118	78,118	-78,118	-78,118	-78,118	-78,118
9	0,086	-0,086	-0,086	-0,086	0,086	0,086	0,086	-0,086	0,086	-0,086	-0,086	-0,086	0,086	0,086	0,086	-0,086
10	0,810	0,810	-0,810	-0,810	0,810	-0,810	-0,810	0,810	0,810	-0,810	-0,810	0,810	-0,810	-0,810	0,810	0,810
11	0,492	-0,492	0,492	-0,492	0,492	-0,492	0,492	-0,492	-0,492	0,492	-0,492	0,492	-0,492	0,492	-0,492	0,492
12	4,629	4,629	4,629	-4,629	4,629	4,629	-4,629	4,629	-4,629	4,629	-4,629	-4,629	4,629	-4,629	-4,629	-4,629
13	0,896	-0,896	-0,896	0,896	0,896	0,896	-0,896	-0,896	-0,896	-0,896	0,896	0,896	0,896	-0,896	-0,896	0,896
14	8,423	8,423	-8,423	8,423	8,423	-8,423	8,423	8,423	-8,423	-8,423	8,423	-8,423	-8,423	8,423	-8,423	-8,423
15	5,120	-5,120	5,120	5,120	5,120	-5,120	-5,120	-5,120	5,120	5,120	5,120	-5,120	-5,120	-5,120	5,120	-5,120
16	48,145	48,145	48,145	48,145	48,145	48,145	48,145	48,145	48,145	48,145	48,145	48,145	48,145	48,145	48,145	48,145

Çizelge 3.20. Parametre etkileri.

Parametre Etkileşimleri	Parametre etkileri	Mutlak Parametre etkileri	Gerçek etki	Mutlak Sapma
1	18,166	18,166	1,523	2,992
2	15,791	15,791	1,132	2,601
3	18,544	18,544	1,586	3,054
4	-5,338	5,338	-0,589	0,879
12	12,756	12,756	0,632	2,101
13	14,979	14,979	0,999	2,467
14	-4,312	4,312	-0,758	0,710
23	13,021	13,021	0,676	2,145
24	-3,749	3,749	-0,851	0,617
34	-4,402	4,402	-0,744	0,725
123	10,518	10,518	0,264	1,732
124	-3,028	3,028	-0,970	0,499
134	-3,556	3,556	-0,883	0,586
234	-3,091	3,091	-0,960	0,509
1234	-2,497	2,497	-1,057	0,411

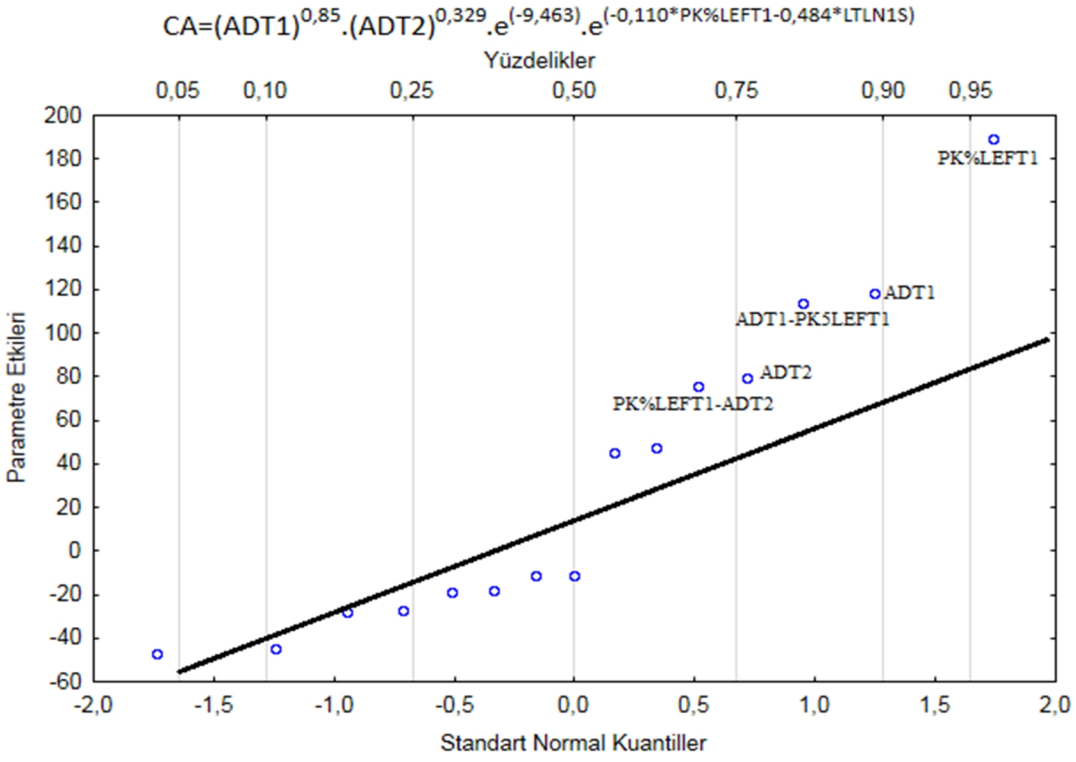
Çizelge 3.21. Parametreler için |3σ|ve |4σ| değerlerindeki etkiler.

Parametreler		1.Derece Etkili |4 σ|	2. Derece Etkili |3σ|
PK%LEFT1	Yüksek trafik olan zamanlar için sola dönüş yapan trafik yüzdesi	√	
ADT 1	İki yönlü trafik hacmi		√
ADT 2	İki yönlü tali trafik hacmi		√
PK%LEFT1-ADT 1	Yüksek trafik olan zamanlar için sola dönüş yapan trafik yüzdesi-İki yönlü trafik hacmi		√

Modele ait alt ve üst sınırlar için kavşakta meydana gelen yıllık kaza sayıları bulunarak faktöriyel tasarım esasları uygulanarak |4σ| (4 standart sapma) değerine

sahip en etkili tekil parametre PK%LEFT1 (Yüksek trafik olan zamanlar için sola dönüş yapan trafik yüzdesi) ve ikincil olarak |3σ| (3 standart sapma) değerine sahip ADT 1(İki yönlü trafik hacmi) ve çoklu olarak ADT 1(İki yönlü trafik hacmi)-PK%LEFT1 (Yüksek trafik olan zamanlar için sola dönüş yapan trafik yüzdesi) birlikteliği bulunmuştur.

Çizelge 3.20'dae hesaplanan parametre etkileri Box ve Diğ. Belirttiği şekilde normal olasılık ölçeğinde grafik ortamına geçirilerek Şekil 3.1 oluşturulmuştur. Şekil 3.1'de görüleceği üzere parametre etkileri normal dağılım grafiğinde gösterilmiş olup bu grafik yardımı ile modele dair en etkili tekil ve çoğul parametrelerin bulunması amaçlanmıştır. Modele ait tekil parametre etkisi en fazla olan faktörler sırasıyla PK%LEFT1, ADT1, ADT2 şeklinde bulunmuştur. Çoğul etkileşimler göz önüne alındığında ise Şekil 3.1. 'de görüleceği üzere ADT1-PK%LEFT1 ve ADT2-PK%LEFT1 birlikteliğinin etkisi görülmektedir.



Şekil.3.1. Dört faktörlü (Kavşak dönüşlerinde meydana gelen kazalar) modeli için normal olasılık ölçeğinde çizilen parametre etkileri

Daha açıklayıcı olarak seçilen 250 feet içerisinde kavşakta meydana gelen yıllık çarpışma sayısını tekli ölçekte en çok etkileyen parametreler Yüksek trafik olan zamanlar için sola dönüş yapan trafik yüzdesi (PK%LEFT1), İki yönlü ana trafik hacmi (ADT1),İki yönlü tali trafik hacmi (ADT2) olarak hesaplanmıştır. Faktöriyel tasarım modeli yardımıyla çoğul etkileşimler için ise sola dönüş yapan trafik yüzdesi- İki yönlü ana trafik hacmi ve İki yönlü ana trafik hacmi (ADT1)- Yüksek trafik olan zamanlar için sola dönüş yapan trafik yüzdesi (PK%LEFT1) etkili olduğu görülmüştür.

Box ve Diğerleri tarafından önerildiği şekilde çizilen Normal Dağılım Grafiği ile saptanan etkili parametreler ile Henderson- Sellers 'in belirttiği şekilde mutlak standart sapmaya göre birincil ve ikincil olarak kategorize edilen parametreler aynıdır. Bu durum her iki yöntemin doğruluğunu ve birbirini desteklediğini göstermektedir.

Ana yoldan tali yola dönüş için seçilen 250 feet içerisindeki yıllık çarpışma sayısındaki en etkili parametre sola dönem araç yüzdesi olduğu görüldüğünden bu etken için yapılabilecek trafik ve kontrol düzenlemeleriyle kaza sayısının azaltılması hedeflenebilir yine birçok modelde olduğu gibi trafik hacmi ikinci önemli unsur olmaktadır. Bu unsurda azaltılmadan ziyade yapılacak düzenleme ve önlemlerle ile kaza sayısındaki azaltma hedeflenebilir. İki parametrenin birlikteliğinde etkili bulunan (ADT1)- Yüksek trafik olan zamanlar için sola dönüş yapan trafik yüzdesi (PK%LEFT1) için ise benzer durum geçerlidir. Yüksek trafik hacmi için dönüş daha fazla olacağı için risk faktörü artacak ve kaza oranı artacaktır yapılacak sinyal sistemleri, farklı geçit seçenekleri ile trafik güvenliği sağlanmaya çalışılmalıdır.

3.3.4. Beş faktörlü (Sabit cisimle çarpışma şeklindeki kazalar) modelin incelemesi

$$CO=(0{,}00002).^{(ADT)}.(0.88)^{W}.(1.10)^{C}.(0{,}86)^{D}.(1.2)^{T} \qquad (3.5)\ [45]$$

Eşitlik 3.5 ‘de görülen ifadeler;

ADT: Ortalama günlük trafik hacmi (araç/gün)

W: Şerit genişliği (feet)

C: Yol kenarı alanı

D: Sabit nesnenin banketten uzaklığı (feet)

T: Arazi durumu

şeklindedir.

Çizelge 3.22. 4. Model parametreleri ve parametreler için seçilen alt–üst değerler.

Parametre No	Parametre Adı	Sembol	Alt Değer	Üst Değer
1	Ortalama günlük trafik hacmi	ADT	500,00	10.000,00
2	Şerit genişliği	W	8,00	12,00
3	Yol kenarı alanı	C	0,10	0,30
4	Sabit nesnenin banketten uzaklığı	D	1,00	12,00
5	Arazi durumu (Dağlık 1, diğer 0)	T	0,00	1,00

Eşitlik 3.5’ deki modele ait parametreler ve kullanılacak alt-üst değerler Çizelge 3.22’ de gösterilmektedir. Faktöriyel tasarım metodu esaslarına göre Çizelge 3.1 ‘de belirtildiği şekilde parametrelere dair tekil tasarım ve hesap matrisi oluşturulmuş olup modele ait tekil tasarım ve hesaplama matrisi Çizelge 3.23 ‘de verilmektedir

. **Çizelge 3.23.**Parametlere dair tekil hesaplama matrisi

Deneme	1 (ADT)	2 (W)	3 (C)	4 (D)	5 (T)
1	-	-	-	-	-
2	+	-	-	-	-
3	-	+	-	-	-
4	+	+	-	-	-
5	-	-	+	-	-
6	+	-	+	-	-
7	-	+	+	-	-

8	+	+	+	-	-
9	-	-	-	+	-
10	+	+	-	+	-
11	-	+	-	+	-
12	+	+	-	+	-
13	-	-	+	+	-
14	+	-	+	+	-
15	-	+	+	+	-
16	+	+	+	+	-
17	-	-	-	-	+
18	+	-	-	-	+
19	-	+	-	-	+
20	+	+	-	-	+
21	-	-	+	-	+
22	+	-	+	-	+
23	-	+	+	-	+
24	+	+	+	-	+
25	-	-	-	+	+
26	+	-	-	+	+
27	-	+	-	+	+
28	+	+	-	+	+
29	-	-	+	+	+
30	+	-	+	+	+
31	-	+	+	+	+
32	+	+	+	+	+

Ortalama günlük trafik hacmi, şerit genişliği, yol kenarı alanı, sabit nesnenin banketten uzaklığı ve arazi durumu parametreleri için etkileşim parametreleri, tekil parametre matrisindeki duyarlılık işaretlerinin cebirsel çarpımı şeklide Çizelge 3.23 ‘de gösterilmektedir.

Eşitlik 3.5’ e ait iki Ortalama günlük trafik hacmi, şerit genişliği, yol kenarı alanı, sabit nesnenin banketten uzaklığı ve arazi durumu parametreleri için iki düzeyli faktöriyel tasarım metodu uygulanacağı için her bir parametre için Çizelge 3.22’ de belirtilen maksimum ve minimum değerler dikkate alınacaktır. Eşitlik 3.5’ deki modele dair kaza sayıları ve tekli-çoğul parametre etkileşimlerinin kaza sayısı ile ilişkilendirilmiş sonuçları Çizelge 3.25’deki gibi bulunmuştur.

Çizelge 3.24. 4.Modele dair parametre etkileşimleri hesap matrisi

Deneme	12	13	14	15	23	24	25	34	35	45	123	124	125	134	135	145	234	235	245	345	1234	1235	1245	1345	2345	12345
1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-
2	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
3	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+
4	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-
5	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+
6	-	+	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	-
7	-	-	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	-
8	+	+	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+
9	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-	+
10	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	-	-
11	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-
12	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+
13	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	+	+	-
14	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+
15	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	+
16	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
17	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+
18	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+	-	-
19	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-
20	+	-	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+
21	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	+	-	+	+	-
22	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+
23	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+	-	+
24	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-
25	+	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-
26	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+
27	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-	+
28	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-
29	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+
30	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-
31	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-
32	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Çizelge 3.25. Kaza sayıları, tekli ve çoklu parametre etkileşimleri

Deneme	Kaza sayısı	Tekli ve çoklu parametre etkileşimleri														
		1	2	3	4	5	12	13	14	15	23	24	25	34	35	45
1	0,0031	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003
2	0,0624	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062
3	0,0019	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002
4	0,0375	-0,037	-0,037	-0,037	-0,037	-0,037	-0,037	-0,037	-0,037	-0,037	-0,037	-0,037	-0,037	-0,037	-0,037	-0,037
5	0,0032	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003
6	0,0637	-0,064	-0,064	-0,064	-0,064	-0,064	-0,064	-0,064	-0,064	-0,064	-0,064	-0,064	-0,064	-0,064	-0,064	-0,064
7	0,0019	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002
8	0,0382	-0,038	-0,038	-0,038	-0,038	-0,038	-0,038	-0,038	-0,038	-0,038	-0,038	-0,038	-0,038	-0,038	-0,038	-0,038
9	0,0006	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001
10	0,0119	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012
11	0,0004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
12	0,0071	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007
13	0,0006	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001
14	0,0121	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012
15	0,0004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
16	0,0073	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007
17	0,0037	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004
18	0,0749	-0,075	-0,075	-0,075	-0,075	-0,075	-0,075	-0,075	-0,075	-0,075	-0,075	-0,075	-0,075	-0,075	-0,075	-0,075
19	0,0022	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002
20	0,0449	-0,045	-0,045	-0,045	-0,045	-0,045	-0,045	-0,045	-0,045	-0,045	-0,045	-0,045	-0,045	-0,045	-0,045	-0,045
21	0,0038	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004
22	0,0764	-0,076	-0,076	-0,076	-0,076	-0,076	-0,076	-0,076	-0,076	-0,076	-0,076	-0,076	-0,076	-0,076	-0,076	-0,076
23	0,0023	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002
24	0,0458	-0,046	-0,046	-0,046	-0,046	-0,046	-0,046	-0,046	-0,046	-0,046	-0,046	-0,046	-0,046	-0,046	-0,046	-0,046
25	0,0007	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001
26	0,0143	-0,014	-0,014	-0,014	-0,014	-0,014	-0,014	-0,014	-0,014	-0,014	-0,014	-0,014	-0,014	-0,014	-0,014	-0,014
27	0,0004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
28	0,0086	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009
29	0,0007	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001
30	0,0145	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015
31	0,0004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
32	0,0087	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009

Çizelge 3.25. (devam)

Tekli ve çoklu parametre etkileşimleri															
123	124	125	134	135	145	234	235	245	345	1234	1235	1245	1345	2345	12345
-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003
0,062	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062
-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002
-0,037	-0,037	-0,037	-0,037	-0,037	-0,037	-0,037	-0,037	-0,037	-0,037	-0,037	-0,037	-0,037	-0,037	-0,037	-0,037
-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003
-0,064	-0,064	-0,064	-0,064	-0,064	-0,064	-0,064	-0,064	-0,064	-0,064	-0,064	-0,064	-0,064	-0,064	-0,064	-0,064
-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002
0,038	-0,038	-0,038	-0,038	-0,038	-0,038	-0,038	-0,038	-0,038	-0,038	-0,038	-0,038	-0,038	-0,038	-0,038	-0,038
-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001
-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007
-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001
-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007
-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004
-0,075	-0,075	-0,075	-0,075	-0,075	-0,075	-0,075	-0,075	-0,075	-0,075	-0,075	-0,075	-0,075	-0,075	-0,075	-0,075
-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002
-0,045	-0,045	-0,045	-0,045	-0,045	-0,045	-0,045	-0,045	-0,045	-0,045	-0,045	-0,045	-0,045	-0,045	-0,045	-0,045
-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004
-0,076	-0,076	-0,076	-0,076	-0,076	-0,076	-0,076	-0,076	-0,076	-0,076	-0,076	-0,076	-0,076	-0,076	-0,076	-0,076
-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002
-0,046	-0,046	-0,046	-0,046	-0,046	-0,046	-0,046	-0,046	-0,046	-0,046	-0,046	-0,046	-0,046	-0,046	-0,046	-0,046
-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001
-0,014	-0,014	-0,014	-0,014	-0,014	-0,014	-0,014	-0,014	-0,014	-0,014	-0,014	-0,014	-0,014	-0,014	-0,014	-0,014
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009
-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001
-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009

Parametre etkilerini bulmak için Eşitlik 3.1 uygulanır ve Eşitlik 3.5'deki modele ait parametre etkileri hesaplanır.

Çizelge 3.26. Parametre etkileri.

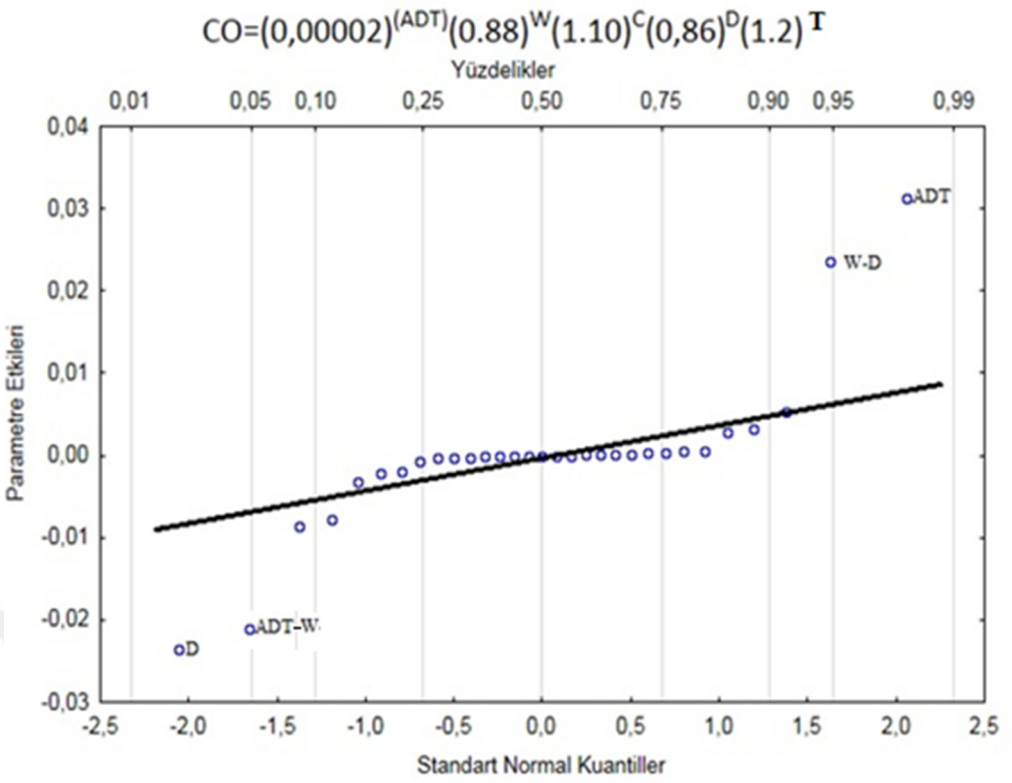
Parametre etkileşimleri	Parametre etkileri	Mutlak Parametre etkileri	Gerçek etki	Mutlak Sapma
1	0,03136	0,03136	3,18772	3,71671
2	-0,00867	0,00867	0,49897	1,02796
3	0,00033	0,00033	-0,48984	0,03915
4	-0,02358	0,02358	2,26532	2,79431
5	0,00315	0,00315	-0,15554	0,37345
12	-0,00785	0,00785	0,40107	0,93006
13	0,00030	0,00030	-0,49357	0,03542
14	-0,02134	0,02134	1,99920	2,52819
15	0,00285	0,00285	-0,19111	0,33788
23	-0,00033	0,00033	-0,48984	0,03915
24	0,02358	0,02358	2,26532	2,79431
25	-0,00315	0,00315	-0,15554	0,37345
34	-0,00022	0,00022	-0,50236	0,02663
35	0,00003	0,00003	-0,52543	0,00356
45	-0,00214	0,00214	-0,27496	0,25403
123	-0,00007	0,00007	-0,52013	0,00886
124	0,00534	0,00534	0,10366	0,63265
125	-0,00071	0,00071	-0,44444	0,08455
134	-0,00020	0,00020	-0,50490	0,02410
135	0,00003	0,00003	-0,52577	0,00322
145	-0,00194	0,00194	-0,29916	0,22984
234	0,00006	0,00006	-0,52233	0,00666
235	-0,00001	0,00001	-0,52810	0,00089
245	0,00054	0,00054	-0,46542	0,06357
345	-0,00002	0,00002	-0,52657	0,00242
1234	0,00005	0,00005	-0,52296	0,00603
1235	-0,00001	0,00001	-0,52819	0,00081
1245	0,00049	0,00049	-0,47148	0,05751
1345	-0,00002	0,00002	-0,52680	0,00219
2345	0,00001	0,00001	-0,52839	0,00061
12345	0,00000	0,00000	-0,52844	0,00055

Modele ait alt ve üst sınırlar için 1 mildeki sabit bir cisme çarparak yapılan yıllık kaza sayıları bulunarak faktöriyel tasarım esasları uygulanarak Çizelge 3.27'de görüleceği üzere |4σ| (4 standart sapma) değerine sahip en etkili tekil parametre ADT (Ortalama günlük trafik hacmi) ve ikincil olarak |3σ| (3 standart sapma) değerine sahip Sabit nesnenin banketten uzaklığı (D) ve çoklu olarak Şerit genişliği-Sabit nesnenin banketten uzaklığı (W-D) ve Ortalama günlük trafik hacmi-Sabit nesnenin banketten uzaklığı (ADT-D) birlikteliği bulunmuştur.

Çizelge 3.27. Parametreler için |3σ|ve |4σ| değerlerindeki etkiler.

	Parametreler	1.Derece Etkili |4 σ|	2. Derece Etkili |3σ|
ADT	Ortalama günlük trafik hacmi	√	
D	Sabit nesnenin banketten uzaklığı		√
W-D	Şerit genişliği-Sabit nesnenin banketten uzaklığı		√
ADT-D	Ortalama günlük trafik hacmi-Sabit nesnenin banketten uzaklığı		√

Çizelge 3.26'da hesaplanan parametre etkileri Box ve Diğ. Belirttiği şekilde normal olasılık ölçeğinde grafik ortamına geçirilerek Şekil.3.2 oluşturulmuştur. Şekil 3.2'de de görüleceği üzere parametre etkileri normal dağılım grafiğinde gösterilmiş olup bu grafik yardımı ile modele dair en etkili tekil ve çoğul parametrelerin bulunması amaçlanmıştır. Modele ait tekil parametre etkisi en fazla olan faktörler sırasıyla ADT (Ortalama günlük trafik hacmi), D (Sabit nesnenin banketten uzaklığı) şeklinde bulunmuştur. Çoğul etkileşimler göz önüne alındığında ise Şerit genişliği-Sabit nesnenin banketten uzaklığı (W-D) ve ortalama günlük trafik hacmi-sabit nesnenin banketten uzaklığı (ADT-D) birlikteliğinin etkisi görülmektedir.



Şekil. 3.2. Beş faktörlü (Sabit cisimle çarpışma şeklindeki kazalar) modeli için Normal Olasılık Ölçeğinde Çizilen Parametre Etkileri

Sabit cisme çarpma şeklindeki kazalar için yıllık çarpışma sayısındaki etkili parametreler standart sapma yöntemi ile önem derecesine gruplandırıldığında ve normal dağılım grafiğinde olduğu şekilde birbiri ile paralel olarak ortalama günlük trafik hacmi etkili bulunmuştur. Diğer etkili parametre sabit nesnenin banketten uzaklığı olup; bu parametre kontrolün kaybedilerek sabit cisme çarpmada etkili olabilmesi açısından önem arzetmektedir. Öncelikle banket varlığı sonrasında banket ile cisim arasındaki mesafenin fazla olması ile herhangi bir sebeple kaybedilen araç kontrolü sağlanarak tekrar yol güzergahına girilerek tehlikenin atlatılması bakımından etkilidir. Parametrelerin etkileşimleri incelendiğinde en etkili parametre birlikteliği olan Şerit genişliği-Sabit nesnenin banketten uzaklığı (W-D) ikilisi sabit cisme çarparak gerçekleşecek kazalar açısından cismin banketten uzaklığı uzak olması ve şerit genişliğinin fazla olması halinde kaza olma olasılığı ve kaza şiddeti azalmakta olup; kaybedilen araç hakimiyeti şerit içerisinde ya da banket-

cisim arasında kontrol altına alınabilir. Bu sebeple yol kenarı ile ilgili tehlikesiz alanlar oluşturulması, banket varlığı ve şerit genişliğinin trafik güvenliği üzerindeki etkisi dikkate alınarak projelendirilme yapılması kaza sayılarında önemli azalmaları beraberinde getirecektir. Öte yandan sabit nesnenin bankete yakın olması ve yoğun trafik hacmine sahip olan yollar da kaza riskini arttıracaktır.

3.3.5. Beş faktörlü (Banket varlığındaki çarpışmalar) modelin incelemesi

$$AO/Mi/Yr=0{,}0015.(ADT)^{0{,}9711}(0{,}8897)^{W}(0{,}9402)^{PA}(0{,}9602)^{UP}(1{,}2)^{H} \quad (3.6.)\ [45]$$

Eşitlik 3.6 ‘de görülen ifadeler;

ADT: Günlük trafik hacmi (araç/gün)

W : Şerit genişliği (feet)

PA : Kaplamalı banket genişliği(feet)

UP : Kaplamasız banket genişliği (feet)

H : Yol kenarı tehlike derecesi

şeklindedir.

Çizelge 3.28. 5. Model parametreleri ve parametreler için seçilen alt–üst değerler.

Parametre No	Parametre Adı	Sembol	Alt Değer	Üst Değer
1	Günlük trafik hacmi	ADT	500	10.000
2	Şerit genişliği	W	8	12
3	Kaplamalı banket genişliği	PA	4	9
4	Kaplamasız banket genişliği	UP	4	9
5	Yol kenarı tehlike derecesi	H	1	7

Eşitlik 3.6’ deki modele ait parametreler ve kullanılacak alt-üst değerler Çizelge 3.28’ de gösterilmektedir. Faktöriyel tasarım metodu esaslarına göre Çizelge 3.1 ‘de belirtildiği şekilde parametrelere dair tekil tasarım ve hesap matrisi oluşturulmuştur.

Modele ait tekil tasarım ve hesaplama matrisi Çizelge 3.29 ‘daki gibi oluşturulmuştur.

Çizelge 3.29. Parametrelere dair tekil hesaplama matrisi

Deneme	1 (ADT)	2 (W)	3 (PA)	4 (UP)	5 (H)
1	-	-	-	-	-
2	+	-	-	-	-
3	-	+	-	-	-
4	+	+	-	-	-
5	-	-	+	-	-
6	+	-	+	-	-
7	-	+	+	-	-
8	+	+	+	-	-
9	-	-	-	+	-
10	+	+	-	+	-
11	-	+	-	+	-
12	+	+	-	+	-
13	-	-	+	+	-
14	+	-	+	+	-
15	-	+	+	+	-
16	+	+	+	+	-
17	-	-	-	-	+
18	+	-	-	-	+
19	-	+	-	-	+
20	+	+	-	-	+
21	-	-	+	-	+
22	+	-	+	-	+
23	-	+	+	-	+
24	+	+	+	-	+
25	-	-	-	+	+
26	+	-	-	+	+
27	-	+	-	+	+
28	+	+	-	+	+
29	-	-	+	+	+
30	+	-	+	+	+
31	-	+	+	+	+
32	+	+	+	+	+

Çizelge 3.30. Kaza sayıları, tekli ve çoklu parametre etkileşimleri

Deneme	Kaza sayısı	Tekli ve çoklu parametre etkileşimleri													
		1	2	3	4	5	12	13	14	15	23	24	25	34	35
1	0,1962	-0,196	-0,196	-0,196	-0,196	-0,196	0,196	0,196	0,196	0,196	0,196	0,196	0,196	0,196	0,196
2	3,5986	3,599	-3,599	-3,599	-3,599	-3,599	-3,599	-3,599	-3,599	-3,599	3,599	3,599	3,599	3,599	3,599
3	0,1229	-0,123	0,123	-0,123	-0,123	-0,123	-0,123	0,123	0,123	0,123	0,123	0,123	0,123	0,123	0,123
4	2,2548	2,255	2,255	-2,255	-2,255	-2,255	2,255	-2,255	-2,255	-2,255	2,255	2,255	2,255	2,255	2,255
5	0,1442	-0,144	-0,144	0,144	-0,144	-0,144	0,144	-0,144	0,144	0,144	-0,144	0,144	0,144	-0,144	-0,144
6	2,6452	2,645	-2,645	2,645	-2,645	-2,645	-2,645	2,645	-2,645	-2,645	-2,645	2,645	2,645	-2,645	-2,645
7	0,0904	-0,090	0,090	0,090	-0,090	-0,090	-0,090	-0,090	0,090	0,090	-0,090	0,090	0,090	-0,090	-0,090
8	1,6574	1,657	1,657	1,657	-1,657	-1,657	1,657	1,657	-1,657	-1,657	-1,657	1,657	1,657	-1,657	-1,657
9	0,1601	-0,160	-0,160	-0,160	0,160	-0,160	0,160	0,160	-0,160	0,160	0,160	-0,160	0,160	-0,160	0,160
10	2,9373	2,937	-2,937	-2,937	2,937	-2,937	-2,937	-2,937	2,937	-2,937	2,937	-2,937	2,937	-2,937	2,937
11	0,1003	-0,100	0,100	-0,100	0,100	-0,100	-0,100	0,100	-0,100	0,100	0,100	-0,100	0,100	-0,100	0,100
12	1,8404	1,840	1,840	-1,840	1,840	-1,840	1,840	-1,840	1,840	-1,840	1,840	-1,840	1,840	-1,840	1,840
13	0,1177	-0,118	-0,118	0,118	0,118	-0,118	0,118	-0,118	-0,118	0,118	-0,118	-0,118	0,118	0,118	-0,118
14	2,1591	2,159	-2,159	2,159	2,159	-2,159	-2,159	2,159	2,159	-2,159	-2,159	-2,159	2,159	2,159	-2,159
15	0,0738	-0,074	0,074	0,074	0,074	-0,074	-0,074	-0,074	-0,074	0,074	-0,074	-0,074	0,074	0,074	-0,074
16	1,3528	1,353	1,353	1,353	1,353	-1,353	1,353	1,353	1,353	-1,353	-1,353	-1,353	1,353	1,353	-1,353
17	0,5859	-0,586	-0,586	-0,586	-0,586	0,586	0,586	0,586	0,586	-0,586	0,586	0,586	-0,586	0,586	-0,586
18	10,7454	10,745	-10,745	-10,745	-10,745	10,745	-10,745	-10,745	-10,745	10,745	10,745	10,745	-10,745	10,745	-10,745
19	0,3671	-0,367	0,367	-0,367	-0,367	0,367	-0,367	0,367	0,367	-0,367	0,367	0,367	-0,367	0,367	-0,367
20	6,7328	6,733	6,733	-6,733	-6,733	6,733	6,733	-6,733	-6,733	6,733	6,733	6,733	-6,733	6,733	-6,733
21	0,4306	-0,431	-0,431	0,431	-0,431	0,431	0,431	-0,431	0,431	-0,431	-0,431	0,431	-0,431	-0,431	0,431
22	7,8987	7,899	-7,899	7,899	-7,899	7,899	-7,899	7,899	-7,899	7,899	-7,899	7,899	-7,899	-7,899	7,899
23	0,2698	-0,270	0,270	0,270	-0,270	0,270	-0,270	-0,270	0,270	-0,270	-0,270	0,270	-0,270	-0,270	0,270
24	4,9491	4,949	4,949	4,949	-4,949	4,949	4,949	4,949	-4,949	4,949	-4,949	4,949	-4,949	-4,949	4,949
25	0,4782	-0,478	-0,478	-0,478	0,478	0,478	0,478	0,478	-0,478	-0,478	0,478	-0,478	-0,478	-0,478	-0,478
26	8,7706	8,771	-8,771	-8,771	8,771	8,771	-8,771	-8,771	8,771	8,771	8,771	-8,771	-8,771	-8,771	-8,771
27	0,2996	-0,300	0,300	-0,300	0,300	0,300	-0,300	0,300	-0,300	-0,300	0,300	-0,300	-0,300	-0,300	-0,300
28	5,4955	5,495	5,495	-5,495	5,495	5,495	5,495	-5,495	5,495	5,495	5,495	-5,495	-5,495	-5,495	-5,495
29	0,3515	-0,352	-0,352	0,352	0,352	0,352	0,352	-0,352	-0,352	-0,352	-0,352	-0,352	-0,352	0,352	0,352
30	6,4471	6,447	-6,447	6,447	6,447	6,447	-6,447	6,447	6,447	6,447	-6,447	-6,447	-6,447	6,447	6,447
31	0,2202	-0,220	0,220	0,220	0,220	0,220	-0,220	-0,220	-0,220	-0,220	-0,220	-0,220	-0,220	0,220	0,220
32	4,0396	4,040	4,040	4,040	4,040	4,040	4,040	4,040	4,040	4,040	-4,040	-4,040	-4,040	4,040	4,040

Çizelge 3.30. Kaza sayıları, tekli ve çoklu parametre etkileşimleri (devam)

Tekil ve çoklu parametre etkileşimleri																
45	123	124	125	134	135	145	234	235	245	345	1234	1235	1245	1345	2345	12345
0,196	-0,196	-0,196	-0,196	-0,196	-0,196	-0,196	-0,196	-0,196	-0,196	-0,196	0,196	0,196	0,196	0,196	0,196	-0,196
3,599	3,599	3,599	3,599	3,599	3,599	3,599	-3,599	-3,599	-3,599	-3,599	-3,599	-3,599	-3,599	-3,599	3,599	3,599
0,123	0,123	0,123	0,123	-0,123	-0,123	-0,123	0,123	0,123	0,123	-0,123	-0,123	-0,123	-0,123	0,123	-0,123	0,123
2,255	-2,255	-2,255	-2,255	2,255	2,255	2,255	2,255	2,255	2,255	-2,255	2,255	2,255	2,255	-2,255	-2,255	-2,255
0,144	0,144	-0,144	-0,144	0,144	0,144	-0,144	0,144	0,144	-0,144	0,144	-0,144	-0,144	0,144	-0,144	-0,144	0,144
2,645	-2,645	2,645	2,645	-2,645	-2,645	2,645	2,645	2,645	-2,645	2,645	2,645	2,645	-2,645	2,645	-2,645	-2,645
0,090	-0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	-0,090	-0,090	-0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	-0,090	-0,090	0,090	-0,090
1,657	1,657	-1,657	-1,657	-1,657	-1,657	1,657	-1,657	-1,657	1,657	1,657	-1,657	-1,657	1,657	1,657	1,657	1,657
-0,160	-0,160	0,160	-0,160	0,160	-0,160	0,160	0,160	-0,160	0,160	0,160	-0,160	0,160	-0,160	-0,160	-0,160	0,160
-2,937	2,937	-2,937	2,937	-2,937	2,937	-2,937	2,937	-2,937	2,937	2,937	2,937	-2,937	2,937	2,937	-2,937	-2,937
-0,100	0,100	-0,100	0,100	0,100	-0,100	0,100	-0,100	0,100	-0,100	0,100	0,100	-0,100	0,100	-0,100	0,100	-0,100
-1,840	-1,840	1,840	-1,840	-1,840	1,840	-1,840	-1,840	1,840	-1,840	1,840	-1,840	1,840	-1,840	1,840	1,840	1,840
-0,118	0,118	0,118	-0,118	-0,118	0,118	0,118	-0,118	0,118	0,118	-0,118	0,118	-0,118	-0,118	0,118	0,118	-0,118
-2,159	-2,159	-2,159	2,159	2,159	-2,159	-2,159	-2,159	2,159	2,159	-2,159	-2,159	2,159	2,159	-2,159	2,159	2,159
-0,074	-0,074	-0,074	0,074	-0,074	0,074	0,074	0,074	-0,074	-0,074	-0,074	-0,074	0,074	0,074	0,074	-0,074	0,074
-1,353	1,353	1,353	-1,353	1,353	-1,353	-1,353	1,353	-1,353	-1,353	-1,353	1,353	-1,353	-1,353	-1,353	-1,353	-1,353
-0,586	-0,586	-0,586	0,586	-0,586	0,586	0,586	-0,586	0,586	0,586	0,586	0,586	-0,586	-0,586	-0,586	-0,586	0,586
-10,745	10,745	10,745	-10,745	10,745	-10,745	-10,745	-10,745	10,745	10,745	10,745	-10,745	10,745	10,745	10,745	-10,745	-10,745
-0,367	0,367	0,367	-0,367	-0,367	0,367	0,367	0,367	-0,367	-0,367	0,367	-0,367	0,367	0,367	-0,367	0,367	-0,367
-6,733	-6,733	-6,733	6,733	6,733	-6,733	-6,733	6,733	-6,733	-6,733	6,733	6,733	-6,733	-6,733	6,733	6,733	6,733
-0,431	0,431	-0,431	0,431	0,431	-0,431	0,431	0,431	-0,431	0,431	-0,431	-0,431	0,431	-0,431	0,431	0,431	-0,431
-7,899	-7,899	7,899	-7,899	-7,899	7,899	-7,899	7,899	-7,899	7,899	-7,899	7,899	-7,899	7,899	-7,899	7,899	7,899
-0,270	-0,270	0,270	-0,270	0,270	-0,270	0,270	-0,270	0,270	-0,270	-0,270	0,270	-0,270	0,270	0,270	-0,270	0,270
-4,949	4,949	-4,949	4,949	-4,949	4,949	-4,949	-4,949	4,949	-4,949	-4,949	-4,949	4,949	-4,949	-4,949	-4,949	-4,949
0,478	-0,478	0,478	0,478	0,478	0,478	-0,478	0,478	0,478	-0,478	-0,478	-0,478	-0,478	0,478	0,478	0,478	-0,478
8,771	8,771	-8,771	-8,771	-8,771	-8,771	8,771	8,771	8,771	-8,771	-8,771	8,771	8,771	-8,771	-8,771	8,771	8,771
0,300	0,300	-0,300	-0,300	0,300	0,300	-0,300	-0,300	-0,300	0,300	-0,300	0,300	0,300	-0,300	0,300	-0,300	0,300
5,495	-5,495	5,495	5,495	-5,495	-5,495	5,495	-5,495	-5,495	5,495	-5,495	-5,495	-5,495	5,495	-5,495	-5,495	-5,495
0,352	0,352	0,352	0,352	-0,352	-0,352	-0,352	-0,352	-0,352	-0,352	0,352	0,352	0,352	0,352	-0,352	-0,352	0,352
6,447	-6,447	-6,447	-6,447	6,447	6,447	6,447	-6,447	-6,447	-6,447	6,447	-6,447	-6,447	-6,447	6,447	-6,447	-6,447
0,220	-0,220	-0,220	-0,220	-0,220	-0,220	-0,220	0,220	0,220	0,220	0,220	-0,220	-0,220	-0,220	-0,220	0,220	-0,220
4,040	4,040	4,040	4,040	4,040	4,040	4,040	4,040	4,040	4,040	4,040	4,040	4,040	4,040	4,040	4,040	4,040

Günlük trafik hacmi, şerit genişliği, kaplamalı banket genişliği, kaplamasız banket genişliği ve yol kenarı tehlike derecesi parametreleri için etkileşim parametreleri, tekil parametre matrisindeki duyarlılık işaretlerinin cebirsel çarpımı şeklide Eşitlik 3.5'de görülen model için oluşturulmuş olup 5 parametreye sahip Eşitlik 3.6 modeli

içinde kullanılacak olup Çizelge 3.24 ‘de görülmektedir. Eşitlik 3.6’ ya ait günlük trafik hacmi, şerit genişliği, kaplamalı banket genişliği, kaplamasız banket genişliği ve yol kenarı tehlike derecesi parametreleri için iki düzeyli faktöriyel tasarım metodu uygulanacağı için her bir parametre için Çizelge 3.28’ de belirtilen maksimum ve minimum değerler dikkate alınacaktır. Eşitlik 3.6’ deki modele dair kaza sayıları ve tekli-çoğul parametre etkileşimlerinin kaza sayısı ile ilişkilendirilmiş sonuçları Çizelge 3.30’deki gibi bulunmuştur.

Çizelge 3.31. Parametre etkileri

Parametre etkileşimleri	Parametre etkileri	Mutlak Parametre etkileri	Gerçek etki	Mutlak Sapma
1	4,3447	4,3447	3,8394	4,4875
2	-1,1125	1,1125	0,5009	1,1490
3	-0,7399	0,7399	0,1161	0,7642
4	-0,4903	0,4903	-0,1417	0,5064
5	2,4144	2,4144	1,8456	2,4937
12	-0,9974	0,9974	0,3821	1,0302
13	-0,6634	0,6634	0,0371	0,6852
14	-0,4396	0,4396	-0,1941	0,4541
15	2,1647	2,1647	1,5877	2,2359
23	0,7399	0,7399	0,1161	0,7642
24	0,4903	0,4903	-0,1417	0,5064
25	-2,4144	2,4144	1,8456	2,4937
34	0,0749	0,0749	-0,5708	0,0773
35	-0,3686	0,3686	-0,2674	0,3808
45	-0,2443	0,2443	-0,3958	0,2523
123	0,1523	0,1523	-0,4908	0,1573
124	0,1009	0,1009	-0,5439	0,1042
125	-0,4970	0,4970	-0,1348	0,5133
134	0,0671	0,0671	-0,5788	0,0693
135	-0,3305	0,3305	-0,3067	0,3414
145	-0,2190	0,2190	-0,4219	0,2262
234	-0,0172	0,0172	-0,6304	0,0178
235	0,0846	0,0846	-0,5607	0,0874
245	0,0561	0,0561	-0,5902	0,0579
345	0,0373	0,0373	-0,6096	0,0385
1234	-0,0154	0,0154	-0,6322	0,0159
1235	0,0759	0,0759	-0,5698	0,0784

1245	0,0503	0,0503	-0,5962	0,0519
1345	0,0334	0,0334	-0,6136	0,0345
2345	-0,0086	0,0086	-0,6393	0,0088
12345	-0,0077	0,0077	-0,6402	0,0079

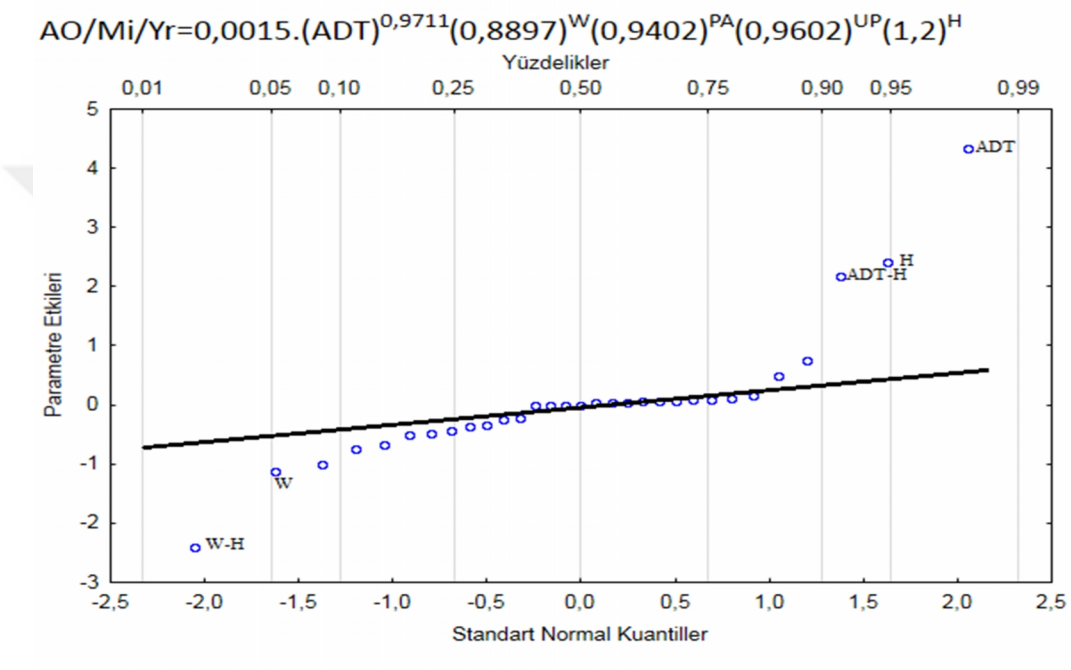
Modele ait alt ve üst sınırlar için kaza sayıları bulunarak faktöriyel tasarım esasları uygulanarak Çizelge 3.32'de görüleceği üzere |5σ| (5 standart sapma) değerine sahip en etkili tekil parametre ADT (Ortalama günlük trafik hacmi) ve ikincil olarak |3σ| (3 standart sapma) değerine sahip yol kenarı tehlike derecesi (H) ve çoklu olarak şerit genişliği-yol kenarı tehlike derecesi (W-H) ve ortalama günlük trafik hacmi-yol kenarı tehlike derecesi (ADT-H) birlikteliği bulunmuştur. Bu modelde şerit genişliği (W) |2σ| (2 standart sapma) ile ADT ve H parametrelerine göre daha az tekli etkiye sahip olmuştur.

Çizelge 3.32. Parametreler için |3σ|ve |5σ| değerlerindeki etkiler.

Parametreler		1.Derece Etkili |5 σ|	2. Derece Etkili |3σ|	3. Derece Etkili |2σ|
ADT	Ortalama günlük trafik hacmi	√		
H	Yol kenarı tehlike derecesi		√	
W-H	Şerit genişliği-Yol kenarı tehlike derecesi		√	
ADT-H	Ortalama günlük trafik hacmi-Yol kenarı tehlike derecesi		√	
W	Şerit genişliği			√

Çizelge 3.31'de hesaplanan parametre etkileri Box ve Diğ. Belirttiği şekilde normal olasılık ölçeğinde grafik ortamına geçirilerek Şekil.3.3 oluşturulmuştur. Şekil 3.3'de

de görüleceği üzere parametre etkileri normal dağılım grafiğinde gösterilmiş olup bu grafik yardımı ile modele dair en etkili tekil ve çoğul parametrelerin bulunması amaçlanmıştır. Modele ait tekil parametre etkisi en fazla olan faktörler sırasıyla ADT (Ortalama günlük trafik hacmi), H (Yol kenarı tehlike derecesi) ve W (Şerit genişliği) şeklinde bulunmuştur. Çoğul etkileşimler göz önüne alındığında ise Şerit genişliği-Yol kenarı tehlike derecesi (W-H) ve Ortalama günlük trafik hacmi-Yol kenarı tehlike derecesi (ADT-H) birlikteliğinin etkisi görülmektedir.



Şekil. 3.3. Beş faktörlü (Banket varlığındaki çarpışmalar) model için Normal Olasılık Ölçeğinde Çizilen Parametre Etkileri

Daha açıklayıcı olarak toplam kaza sayısını tekil parametre etkisinde ölçekte en çok etkileyen parametreler ortalama günlük trafik hacmi ve yol kenarı tehlike derecesi olarak bulunmuştur. Faktöriyel tasarım modeli yardımıyla çoğul etkileşimler için ise şerit genişliği-yol kenarı tehlike derecesi ve ortalama günlük trafik hacmi-yol kenarı tehlike derecesi birlikteliğinin etkili olduğu görülmüştür.

Model için toplam kaza sayısı için etkili parametrelerden ortalama günlük trafik hacmi diğer modellerdeki gibidir. Diğer etkili parametrelerden olan yol kenarı tehlike

derecesi, yol kenarında tehlike oluşturabilecek etmenler hakkında önlemler alınmasını ve yol kenarı tehlikesiz bölgenin oluşturulması durumunu beraberinde getirir. Etkili çoklu etkileşimlerden Şerit genişliği-Yol kenarı tehlike derecesi birlikteliği önceki durumu desteklemektedir. Şerit genişliğinin az olduğu durumda yol kenarı tehlike derecesinin yüksek olması halinde kaza sayısı kesinlikle artacaktır. Şerit genişliğinin arttırılması şeklindeki düzenlemeler ile araç kontrolü için daha çok alan sağlanacaktır.

3.3.6. Altı faktörlü (Kurb varlığı-banket genişliği etkenleri) modelin incelemesi

$$\text{Yıllık Toplam Kaza} = (L).(AADT^{(0,989)}).e^{(-7,4263+(-0,0849).W.+0,1437(TER)+\ 0,0442.H)} \quad (3.7)\ [44]$$

Eşitlik 3.7 ‘de görülen ifadeler;

L : Segment uzunluğu (kilometre)

AADT: Yıllık ortalama günlük trafik (araç/gün)

W : Banket genişliği (metre)

TER : Arazi sınıfı

H : Kurb eğriliği (H=(Lc/R)

Lc : Kurb uzunluğu (metre)

R : Kurb yarıçapı (metre)

şeklindedir.

Eşitlik 3.7’ deki modele ait parametreler, parametre birimleri ve kullanılacak alt-üst değerler Çizelge 3.33’ de gösterilmektedir. Faktöriyel tasarım metodu esaslarına göre Çizelge 3.1 ‘de belirtildiği şekilde parametrelere dair tekil tasarım ve hesap matrisi oluşturulmuştur. Modele ait tekil tasarım ve hesaplama matrisi Çizelge 3.34 ‘de verilmektedir.

Çizelge 3.33. 6. Model parametreleri ve parametreler için seçilen alt–üst değerler.

Parametre No	Parametre Adı	Sembol	Alt Değer	Üst Değer
1	Segment uzunluğu	L	750	2500
2	Yıllık ortalama günlük trafik	AADT	3000	8000
3	Banket genişliği	W	8	12
4	Arazi sınıfı (Engebeli 1,Düz 2)	TER	1	2
	Kurb eğriliği (H=(Lc/R)	H		
5	Kurb uzunluğu	Lc	1	7
6	Kurb yarıçapı	R	175	800

Segment uzunluğu, yıllık ortalama günlük trafik, banket genişliği, arazi sınıfı ve kurb eğriliği parametresini oluşturan kurb uzunluğu, kurb yarıçapı unsurlarına ait etkileşim parametreleri, tekil parametre matrisindeki duyarlılık işaretlerinin cebirsel çarpımı şeklinde Çizelge 3.34 ‘de gösterilmektedir.

Çizelge 3.34. Parametlere dair tekli hesaplama matrisi.

Deneme	1 (L)	2 (AADT)	3 (W)	4 (TER)	5 (Lc)	6 (R)
1	-	-	-	-	-	-
2	+	-	-	-	-	-
3	-	+	-	-	-	-
4	+	+	-	-	-	-
5	-	-	+	-	-	-
6	+	-	+	-	-	-
7	-	+	+	-	-	-
8	+	+	+	-	-	-
9	-	-	-	+	-	-
10	+	-	-	+	-	-
11	-	+	-	+	-	-
12	+	+	-	+	-	-
13	-	-	+	+	-	-
14	+	-	+	+	-	-
15	-	+	+	+	-	-
16	+	+	+	+	-	-
17	-	-	-	-	+	-
18	+	-	-	-	+	-

Çizelge 3.34. Devam

19	-	+	-	-	+	-
20	+	+	-	-	+	-
21	-	-	+	-	+	-
22	+	-	+	-	+	-
23	-	+	+	-	+	-
24	+	+	+	-	+	-
25	-	-	-	+	+	-
26	+	-	-	+	+	-
27	-	+	-	+	+	-
28	+	+	-	+	+	-
29	-	-	+	+	+	-
30	+	-	+	+	+	-
31	-	+	+	+	+	-
32	+	+	+	+	+	-
33	-	-	-	-	-	+
34	+	-	-	-	-	+
35	-	+	-	-	-	+
36	+	+	-	-	-	+
37	-	-	+	-	-	+
38	+	-	+	-	-	+
39	-	+	+	-	-	+
40	+	+	+	-	-	+
41	-	-	-	+	-	+
42	+	-	-	+	-	+
43	-	+	-	+	-	+
44	+	+	-	+	-	+
45	-	-	+	+	-	+
46	+	-	+	+	-	+
47	-	+	+	+	-	+
48	+	+	+	+	-	+
49	-	-	-	-	+	+
50	+	-	-	-	+	+
51	-	+	-	-	+	+
52	+	+	-	-	+	+
53	-	-	+	-	+	+
54	+	-	+	-	+	+
55	-	+	+	-	+	+
56	+	+	+	-	+	+
57	-	-	-	+	+	+
58	+	-	-	+	+	+
59	-	+	-	+	+	+
60	+	+	-	+	+	+

61	-	-	+	+	+	+
62	+	-	+	+	+	+
63	-	+	+	+	+	+
64	+	+	+	+	+	+

Çizelge 3.35. Modele dair tekli-çoklu parametre etkileşimleri

Deneme	12	13	14	15	16	23	24	25	26	34	35	36	45	46	56	123	124	125	126	134	135	136	145	146	156	234	235	236	245	246	256
1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
3	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
4	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-
6	-	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-
7	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+
8	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+
9	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-
10	-	-	+	-	-	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	+	-	-	+	+	-
11	-	+	-	+	+	-	+	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-	+
12	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+
13	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-
14	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-
15	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+
16	+	+	+	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+
17	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
18	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+
19	-	+	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-
20	+	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-
21	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	-	+
22	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+	+	-	+
23	-	-	+	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-
24	+	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-
25	+	+	-	-	+	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+
26	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	+	+
27	-	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	+	-	-
28	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-
29	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+
30	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+
31	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
32	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-
33	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+
34	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+
35	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
36	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-
37	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+
38	-	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	+	+
39	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+	+	-	-
40	+	+	-	-	+	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-
41	+	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	-	+
42	-	-	+	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+	+	-	+
43	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-
44	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-
45	+	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
46	-	+	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+
47	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-
48	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-
49	+	+	+	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-
50	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-
51	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+
52	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+
53	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-
54	-	+	-	+	+	-	+	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	+	+	-
55	-	-	+	-	-	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-	+
56	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	+
57	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-
58	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-
59	-	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+
60	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+
61	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
62	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
64	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Çizelge 3.35. (devam)

345	346	356	456	1234	1235	1236	1245	1246	1256	1345	1346	1356	1456	2345	2346	2456	3456	12345	12346	13456	12356	12456	23456	123456
-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-
-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	+
+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	-	-	+	-	+	+	+	+	-	+	-
+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+
+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	+	-	+
+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	-	-	-
+	+	-	+	-	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-
+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+
+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+
+	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	-
-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	-	+	-	-	-	+	+	-	+
-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-
-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	-
-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+
+	-	+	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	+	+	+	+	-
+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+
+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-
-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-
-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-
-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+	-	+	-
-	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-	+	+	-
-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+
-	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	-	-
-	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+	-	+	+	-	-	-	+	+	-
-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+
+	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-
+	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+
+	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+
+	-	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
-	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-
-	+	+	+	-	-	+	-	+	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+
-	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	+
-	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-
+	-	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-
+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	-	-	+	+
+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	+
-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	+	-	-	+	-
-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	-	+	+	+	+
-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+
-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
+	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+
+	+	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	-
+	+	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	-	+
+	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+
-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+	-
-	-	+	-	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+
-	-	+	-	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	-
-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	-	+	-	+	+
-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+	-	-	+
-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-	+
+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-
+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Çizelge 3.36. Kaza sayıları ile modele dair tekli-çoklu parametre etkileşimlerinin çakıştırılması.

Deneme	Kaza sayısı	Tekli ve çoklu parametre etkileşimleri													
		1	2	3	4	5	6	12	13	14	15	16	23	24	
1	867,23	-867,23	-867,23	-867,23	-867,23	-867,23	-867,23	867,23	867,23	867,23	867,23	867,23	867,23	867,23	867,23
2	2.890,75	2.890,75	-2.890,75	-2.890,75	-2.890,75	-2.890,75	-2.890,75	-2.890,75	-2.890,75	-2.890,75	-2.890,75	-2.890,75	2.890,75	2.890,75	
3	2.287,79	-2.287,79	2.287,79	-2.287,79	-2.287,79	-2.287,79	-2.287,79	-2.287,79	2.287,79	2.287,79	2.287,79	2.287,79	-2.287,79	-2.287,79	
4	7.625,95	7.625,95	7.625,95	-7.625,95	-7.625,95	-7.625,95	-7.625,95	7.625,95	-7.625,95	-7.625,95	-7.625,95	-7.625,95	-7.625,95	-7.625,95	
5	617,51	-617,51	-617,51	617,51	-617,51	-617,51	-617,51	617,51	-617,51	617,51	617,51	617,51	-617,51	617,51	
6	2.058,37	2.058,37	-2.058,37	2.058,37	-2.058,37	-2.058,37	-2.058,37	-2.058,37	2.058,37	-2.058,37	-2.058,37	-2.058,37	-2.058,37	2.058,37	
7	1.629,03	-1.629,03	1.629,03	1.629,03	-1.629,03	-1.629,03	-1.629,03	-1.629,03	-1.629,03	1.629,03	1.629,03	1.629,03	1.629,03	-1.629,03	
8	5.430,10	5.430,10	5.430,10	5.430,10	-5.430,10	-5.430,10	-5.430,10	5.430,10	5.430,10	-5.430,10	-5.430,10	-5.430,10	5.430,10	-5.430,10	
9	1.000,54	-1.000,54	-1.000,54	-1.000,54	1.000,54	-1.000,54	-1.000,54	1.000,54	1.000,54	-1.000,54	1.000,54	1.000,54	1.000,54	-1.000,54	
10	3.335,15	3.335,15	-3.335,15	-3.335,15	3.335,15	-3.335,15	-3.335,15	-3.335,15	-3.335,15	3.335,15	-3.335,15	-3.335,15	3.335,15	-3.335,15	
11	2.639,49	-2.639,49	2.639,49	-2.639,49	2.639,49	-2.639,49	-2.639,49	-2.639,49	2.639,49	-2.639,49	2.639,49	2.639,49	-2.639,49	2.639,49	
12	8.798,29	8.798,29	8.798,29	-8.798,29	8.798,29	-8.798,29	-8.798,29	8.798,29	-8.798,29	8.798,29	-8.798,29	-8.798,29	-8.798,29	8.798,29	
13	712,44	-712,44	-712,44	712,44	712,44	-712,44	-712,44	712,44	-712,44	-712,44	712,44	712,44	-712,44	-712,44	
14	2.374,81	2.374,81	-2.374,81	2.374,81	2.374,81	-2.374,81	-2.374,81	-2.374,81	2.374,81	2.374,81	-2.374,81	-2.374,81	-2.374,81	-2.374,81	
15	1.879,46	-1.879,46	1.879,46	1.879,46	1.879,46	-1.879,46	-1.879,46	-1.879,46	-1.879,46	-1.879,46	1.879,46	1.879,46	1.879,46	1.879,46	
16	6.264,86	6.264,86	6.264,86	6.264,86	6.264,86	-6.264,86	-6.264,86	6.264,86	6.264,86	6.264,86	-6.264,86	-6.264,86	6.264,86	6.264,86	
17	1.349,24	-1.349,24	-1.349,24	-1.349,24	-1.349,24	1.349,24	-1.349,24	1.349,24	1.349,24	1.349,24	-1.349,24	1.349,24	1.349,24	1.349,24	
18	4.497,48	4.497,48	-4.497,48	-4.497,48	-4.497,48	4.497,48	-4.497,48	-4.497,48	-4.497,48	-4.497,48	4.497,48	-4.497,48	4.497,48	4.497,48	
19	3.559,37	-3.559,37	3.559,37	-3.559,37	-3.559,37	3.559,37	-3.559,37	-3.559,37	3.559,37	3.559,37	-3.559,37	3.559,37	-3.559,37	-3.559,37	
20	11.864,57	11.864,57	11.864,57	-11.864,57	-11.864,57	11.864,57	-11.864,57	11.864,57	-11.864,57	-11.864,57	11.864,57	-11.864,57	-11.864,57	-11.864,57	
21	960,74	-960,74	-960,74	960,74	-960,74	960,74	-960,74	960,74	-960,74	960,74	-960,74	960,74	-960,74	960,74	
22	3.202,45	3.202,45	-3.202,45	3.202,45	-3.202,45	3.202,45	-3.202,45	-3.202,45	3.202,45	-3.202,45	3.202,45	-3.202,45	-3.202,45	3.202,45	
23	2.534,47	-2.534,47	2.534,47	2.534,47	-2.534,47	2.534,47	-2.534,47	-2.534,47	-2.534,47	2.534,47	-2.534,47	2.534,47	2.534,47	-2.534,47	
24	8.448,23	8.448,23	8.448,23	8.448,23	-8.448,23	8.448,23	-8.448,23	8.448,23	8.448,23	-8.448,23	8.448,23	-8.448,23	8.448,23	-8.448,23	
25	1.556,66	-1.556,66	-1.556,66	-1.556,66	1.556,66	1.556,66	-1.556,66	1.556,66	1.556,66	-1.556,66	-1.556,66	1.556,66	1.556,66	-1.556,66	
26	5.188,87	5.188,87	-5.188,87	-5.188,87	5.188,87	5.188,87	-5.188,87	-5.188,87	-5.188,87	5.188,87	5.188,87	-5.188,87	5.188,87	-5.188,87	
27	4.106,55	-4.106,55	4.106,55	-4.106,55	4.106,55	4.106,55	-4.106,55	-4.106,55	4.106,55	-4.106,55	-4.106,55	4.106,55	-4.106,55	4.106,55	
28	13.688,51	13.688,51	13.688,51	-13.688,51	13.688,51	13.688,51	-13.688,51	13.688,51	-13.688,51	13.688,51	13.688,51	-13.688,51	-13.688,51	13.688,51	
29	1.108,43	-1.108,43	-1.108,43	1.108,43	1.108,43	1.108,43	-1.108,43	1.108,43	-1.108,43	-1.108,43	-1.108,43	1.108,43	-1.108,43	-1.108,43	
30	3.694,76	3.694,76	-3.694,76	3.694,76	3.694,76	3.694,76	-3.694,76	-3.694,76	3.694,76	3.694,76	3.694,76	-3.694,76	-3.694,76	-3.694,76	
31	2.924,09	-2.924,09	2.924,09	2.924,09	2.924,09	2.924,09	-2.924,09	-2.924,09	-2.924,09	-2.924,09	-2.924,09	2.924,09	2.924,09	2.924,09	

Çizelge 3.36. (Devam)

32	9.746,97	9.746,97	9.746,97	9.746,97	9.746,97	9.746,97	-9.746,97	9.746,97	9.746,97	9.746,97	9.746,97	-9.746,97	9.746,97	9.746,97
33	747,93	-747,93	-747,93	-747,93	-747,93	-747,93	747,93	747,93	747,93	747,93	747,93	-747,93	747,93	747,93
34	2.493,10	2.493,10	-2.493,10	-2.493,10	-2.493,10	-2.493,10	2.493,10	-2.493,10	-2.493,10	-2.493,10	-2.493,10	2.493,10	2.493,10	2.493,10
35	1.973,07	-1.973,07	1.973,07	-1.973,07	-1.973,07	-1.973,07	1.973,07	-1.973,07	1.973,07	1.973,07	1.973,07	-1.973,07	-1.973,07	-1.973,07
36	6.576,92	6.576,92	6.576,92	-6.576,92	-6.576,92	-6.576,92	6.576,92	6.576,92	-6.576,92	-6.576,92	-6.576,92	6.576,92	-6.576,92	-6.576,92
37	532,57	-532,57	-532,57	532,57	-532,57	-532,57	532,57	532,57	-532,57	532,57	532,57	-532,57	-532,57	532,57
38	1.775,22	1.775,22	-1.775,22	1.775,22	-1.775,22	-1.775,22	1.775,22	-1.775,22	1.775,22	-1.775,22	-1.775,22	1.775,22	-1.775,22	1.775,22
39	1.404,94	-1.404,94	1.404,94	1.404,94	-1.404,94	-1.404,94	1.404,94	-1.404,94	-1.404,94	1.404,94	1.404,94	-1.404,94	1.404,94	-1.404,94
40	4.683,13	4.683,13	4.683,13	4.683,13	-4.683,13	-4.683,13	4.683,13	4.683,13	4.683,13	-4.683,13	-4.683,13	4.683,13	4.683,13	-4.683,13
41	862,91	-862,91	-862,91	-862,91	862,91	-862,91	862,91	862,91	862,91	-862,91	862,91	-862,91	862,91	-862,91
42	2.876,36	2.876,36	-2.876,36	-2.876,36	2.876,36	-2.876,36	2.876,36	-2.876,36	-2.876,36	2.876,36	-2.876,36	2.876,36	2.876,36	-2.876,36
43	2.276,40	-2.276,40	2.276,40	-2.276,40	2.276,40	-2.276,40	2.276,40	-2.276,40	2.276,40	-2.276,40	2.276,40	-2.276,40	-2.276,40	2.276,40
44	7.587,98	7.587,98	7.587,98	-7.587,98	7.587,98	-7.587,98	7.587,98	7.587,98	-7.587,98	7.587,98	-7.587,98	7.587,98	-7.587,98	7.587,98
45	614,44	-614,44	-614,44	614,44	614,44	-614,44	614,44	614,44	-614,44	-614,44	614,44	-614,44	-614,44	-614,44
46	2.048,13	2.048,13	-2.048,13	2.048,13	2.048,13	-2.048,13	2.048,13	-2.048,13	2.048,13	2.048,13	-2.048,13	2.048,13	-2.048,13	-2.048,13
47	1.620,92	-1.620,92	1.620,92	1.620,92	1.620,92	-1.620,92	1.620,92	-1.620,92	-1.620,92	-1.620,92	1.620,92	-1.620,92	1.620,92	1.620,92
48	5.403,06	5.403,06	5.403,06	5.403,06	5.403,06	-5.403,06	5.403,06	5.403,06	5.403,06	5.403,06	-5.403,06	5.403,06	5.403,06	5.403,06
49	823,86	-823,86	-823,86	-823,86	-823,86	823,86	823,86	823,86	823,86	823,86	-823,86	-823,86	823,86	823,86
50	2.746,19	2.746,19	-2.746,19	-2.746,19	-2.746,19	2.746,19	2.746,19	-2.746,19	-2.746,19	-2.746,19	2.746,19	2.746,19	2.746,19	2.746,19
51	2.173,37	-2.173,37	2.173,37	-2.173,37	-2.173,37	2.173,37	2.173,37	-2.173,37	2.173,37	2.173,37	-2.173,37	-2.173,37	-2.173,37	-2.173,37
52	7.244,58	7.244,58	7.244,58	-7.244,58	-7.244,58	7.244,58	7.244,58	7.244,58	-7.244,58	-7.244,58	7.244,58	7.244,58	-7.244,58	-7.244,58
53	586,63	-586,63	-586,63	586,63	-586,63	586,63	586,63	586,63	-586,63	586,63	-586,63	-586,63	-586,63	586,63
54	1.955,44	1.955,44	-1.955,44	1.955,44	-1.955,44	1.955,44	1.955,44	-1.955,44	1.955,44	-1.955,44	1.955,44	1.955,44	-1.955,44	1.955,44
55	1.547,56	-1.547,56	1.547,56	1.547,56	-1.547,56	1.547,56	1.547,56	-1.547,56	-1.547,56	1.547,56	-1.547,56	-1.547,56	1.547,56	-1.547,56
56	5.158,54	5.158,54	5.158,54	5.158,54	-5.158,54	5.158,54	5.158,54	5.158,54	5.158,54	-5.158,54	5.158,54	5.158,54	5.158,54	-5.158,54
57	950,51	-950,51	-950,51	-950,51	950,51	950,51	950,51	950,51	950,51	-950,51	-950,51	-950,51	950,51	-950,51
58	3.168,36	3.168,36	-3.168,36	-3.168,36	3.168,36	3.168,36	3.168,36	-3.168,36	-3.168,36	3.168,36	3.168,36	3.168,36	3.168,36	-3.168,36
59	2.507,49	-2.507,49	2.507,49	-2.507,49	2.507,49	2.507,49	2.507,49	-2.507,49	2.507,49	-2.507,49	-2.507,49	-2.507,49	-2.507,49	2.507,49
60	8.358,29	8.358,29	8.358,29	-8.358,29	8.358,29	8.358,29	8.358,29	8.358,29	-8.358,29	8.358,29	8.358,29	8.358,29	-8.358,29	8.358,29
61	676,81	-676,81	-676,81	676,81	676,81	676,81	676,81	676,81	-676,81	-676,81	-676,81	-676,81	-676,81	-676,81
62	2.256,04	2.256,04	-2.256,04	2.256,04	2.256,04	2.256,04	2.256,04	-2.256,04	2.256,04	2.256,04	2.256,04	2.256,04	-2.256,04	-2.256,04
63	1.785,47	-1.785,47	1.785,47	1.785,47	1.785,47	1.785,47	1.785,47	-1.785,47	-1.785,47	-1.785,47	-1.785,47	-1.785,47	1.785,47	1.785,47
64	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56

Çizelge 3.36. (Devam)

Deneme	Kaza sayısı	Tekli ve çoklu parametre etkileşimleri													
		25	26	34	35	36	45	46	56	123	124	125	126	134	
1	867,23	867,23	867,23	867,23	867,23	867,23	867,23	867,23	867,23	-867,23	-867,23	-867,23	-867,23	-867,23	
2	2.890,75	2.890,75	2.890,75	2.890,75	2.890,75	2.890,75	2.890,75	2.890,75	2.890,75	2.890,75	2.890,75	2.890,75	2.890,75	2.890,75	
3	2.287,79	-2.287,79	-2.287,79	2.287,79	2.287,79	2.287,79	2.287,79	2.287,79	2.287,79	2.287,79	2.287,79	2.287,79	2.287,79	-2.287,79	
4	7.625,95	-7.625,95	-7.625,95	7.625,95	7.625,95	7.625,95	7.625,95	7.625,95	7.625,95	-7.625,95	-7.625,95	-7.625,95	-7.625,95	7.625,95	
5	617,51	617,51	617,51	-617,51	-617,51	-617,51	617,51	617,51	617,51	617,51	-617,51	-617,51	-617,51	617,51	
6	2.058,37	2.058,37	2.058,37	-2.058,37	-2.058,37	-2.058,37	2.058,37	2.058,37	2.058,37	-2.058,37	2.058,37	2.058,37	2.058,37	-2.058,37	
7	1.629,03	-1.629,03	-1.629,03	-1.629,03	-1.629,03	-1.629,03	1.629,03	1.629,03	1.629,03	-1.629,03	1.629,03	1.629,03	1.629,03	1.629,03	
8	5.430,10	-5.430,10	-5.430,10	-5.430,10	-5.430,10	-5.430,10	5.430,10	5.430,10	5.430,10	5.430,10	-5.430,10	-5.430,10	-5.430,10	-5.430,10	
9	1.000,54	1.000,54	1.000,54	-1.000,54	1.000,54	1.000,54	-1.000,54	-1.000,54	1.000,54	-1.000,54	1.000,54	-1.000,54	-1.000,54	1.000,54	
10	3.335,15	3.335,15	3.335,15	-3.335,15	3.335,15	3.335,15	-3.335,15	-3.335,15	3.335,15	3.335,15	-3.335,15	3.335,15	3.335,15	-3.335,15	
11	2.639,49	-2.639,49	-2.639,49	-2.639,49	2.639,49	2.639,49	-2.639,49	-2.639,49	2.639,49	2.639,49	-2.639,49	2.639,49	2.639,49	2.639,49	
12	8.798,29	-8.798,29	-8.798,29	-8.798,29	8.798,29	8.798,29	-8.798,29	-8.798,29	8.798,29	-8.798,29	8.798,29	-8.798,29	-8.798,29	-8.798,29	
13	712,44	712,44	712,44	712,44	-712,44	-712,44	-712,44	-712,44	712,44	712,44	712,44	-712,44	-712,44	-712,44	
14	2.374,81	2.374,81	2.374,81	2.374,81	-2.374,81	-2.374,81	-2.374,81	-2.374,81	2.374,81	-2.374,81	-2.374,81	2.374,81	2.374,81	2.374,81	
15	1.879,46	-1.879,46	-1.879,46	1.879,46	-1.879,46	-1.879,46	-1.879,46	-1.879,46	1.879,46	-1.879,46	-1.879,46	1.879,46	1.879,46	-1.879,46	
16	6.264,86	-6.264,86	-6.264,86	6.264,86	-6.264,86	-6.264,86	-6.264,86	-6.264,86	6.264,86	6.264,86	6.264,86	-6.264,86	-6.264,86	6.264,86	
17	1.349,24	-1.349,24	1.349,24	1.349,24	-1.349,24	1.349,24	-1.349,24	1.349,24	-1.349,24	-1.349,24	-1.349,24	1.349,24	-1.349,24	-1.349,24	
18	4.497,48	-4.497,48	4.497,48	4.497,48	-4.497,48	4.497,48	-4.497,48	4.497,48	-4.497,48	4.497,48	4.497,48	-4.497,48	4.497,48	4.497,48	
19	3.559,37	3.559,37	-3.559,37	3.559,37	-3.559,37	3.559,37	-3.559,37	3.559,37	-3.559,37	3.559,37	3.559,37	-3.559,37	3.559,37	-3.559,37	
20	11.864,57	11.864,57	-11.864,57	11.864,57	-11.864,57	11.864,57	-11.864,57	11.864,57	-11.864,57	-11.864,57	-11.864,57	11.864,57	-11.864,57	11.864,57	
21	960,74	-960,74	960,74	-960,74	960,74	-960,74	-960,74	960,74	-960,74	960,74	-960,74	960,74	-960,74	960,74	
22	3.202,45	-3.202,45	3.202,45	-3.202,45	3.202,45	-3.202,45	-3.202,45	3.202,45	-3.202,45	-3.202,45	3.202,45	-3.202,45	3.202,45	-3.202,45	
23	2.534,47	2.534,47	-2.534,47	-2.534,47	2.534,47	-2.534,47	-2.534,47	2.534,47	-2.534,47	-2.534,47	2.534,47	-2.534,47	2.534,47	2.534,47	
24	8.448,23	8.448,23	-8.448,23	-8.448,23	8.448,23	-8.448,23	-8.448,23	8.448,23	-8.448,23	8.448,23	-8.448,23	8.448,23	-8.448,23	-8.448,23	
25	1.556,66	-1.556,66	1.556,66	-1.556,66	-1.556,66	1.556,66	1.556,66	-1.556,66	-1.556,66	-1.556,66	1.556,66	1.556,66	-1.556,66	1.556,66	
26	5.188,87	-5.188,87	5.188,87	-5.188,87	-5.188,87	5.188,87	5.188,87	-5.188,87	-5.188,87	5.188,87	-5.188,87	-5.188,87	5.188,87	-5.188,87	
27	4.106,55	4.106,55	-4.106,55	-4.106,55	-4.106,55	4.106,55	4.106,55	-4.106,55	-4.106,55	4.106,55	-4.106,55	-4.106,55	4.106,55	4.106,55	
28	13.688,51	13.688,51	-13.688,51	-13.688,51	-13.688,51	13.688,51	13.688,51	-13.688,51	-13.688,51	-13.688,51	13.688,51	13.688,51	-13.688,51	-13.688,51	
29	1.108,43	-1.108,43	1.108,43	1.108,43	1.108,43	-1.108,43	1.108,43	-1.108,43	-1.108,43	1.108,43	1.108,43	1.108,43	-1.108,43	-1.108,43	
30	3.694,76	-3.694,76	3.694,76	3.694,76	3.694,76	-3.694,76	3.694,76	-3.694,76	-3.694,76	-3.694,76	-3.694,76	-3.694,76	3.694,76	3.694,76	
31	2.924,09	2.924,09	-2.924,09	2.924,09	2.924,09	-2.924,09	2.924,09	-2.924,09	-2.924,09	-2.924,09	-2.924,09	-2.924,09	2.924,09	-2.924,09	

Çizelge 3.36. (Devam)

32	9.746,97	9.746,97	-9.746,97	9.746,97	9.746,97	-9.746,97	9.746,97	-9.746,97	-9.746,97	9.746,97	9.746,97	9.746,97	-9.746,97	9.746,97
33	747,93	747,93	-747,93	747,93	747,93	-747,93	747,93	-747,93	-747,93	-747,93	-747,93	-747,93	747,93	-747,93
34	2.493,10	2.493,10	-2.493,10	2.493,10	2.493,10	-2.493,10	2.493,10	-2.493,10	-2.493,10	2.493,10	2.493,10	2.493,10	-2.493,10	2.493,10
35	1.973,07	-1.973,07	1.973,07	1.973,07	1.973,07	-1.973,07	1.973,07	-1.973,07	-1.973,07	1.973,07	1.973,07	1.973,07	-1.973,07	-1.973,07
36	6.576,92	-6.576,92	6.576,92	6.576,92	6.576,92	-6.576,92	6.576,92	-6.576,92	-6.576,92	-6.576,92	-6.576,92	-6.576,92	6.576,92	6.576,92
37	532,57	532,57	-532,57	-532,57	-532,57	532,57	532,57	-532,57	-532,57	532,57	-532,57	-532,57	532,57	532,57
38	1.775,22	1.775,22	-1.775,22	-1.775,22	-1.775,22	1.775,22	1.775,22	-1.775,22	-1.775,22	-1.775,22	1.775,22	1.775,22	-1.775,22	-1.775,22
39	1.404,94	-1.404,94	1.404,94	-1.404,94	-1.404,94	1.404,94	1.404,94	-1.404,94	-1.404,94	-1.404,94	1.404,94	1.404,94	-1.404,94	1.404,94
40	4.683,13	-4.683,13	4.683,13	-4.683,13	-4.683,13	4.683,13	4.683,13	-4.683,13	-4.683,13	4.683,13	-4.683,13	-4.683,13	4.683,13	-4.683,13
41	862,91	862,91	-862,91	-862,91	862,91	-862,91	-862,91	862,91	-862,91	-862,91	862,91	-862,91	862,91	862,91
42	2.876,36	2.876,36	-2.876,36	-2.876,36	2.876,36	-2.876,36	-2.876,36	2.876,36	-2.876,36	2.876,36	-2.876,36	2.876,36	-2.876,36	-2.876,36
43	2.276,40	-2.276,40	2.276,40	-2.276,40	2.276,40	-2.276,40	-2.276,40	2.276,40	-2.276,40	2.276,40	-2.276,40	2.276,40	-2.276,40	2.276,40
44	7.587,98	-7.587,98	7.587,98	-7.587,98	7.587,98	-7.587,98	-7.587,98	7.587,98	-7.587,98	-7.587,98	7.587,98	-7.587,98	7.587,98	-7.587,98
45	614,44	614,44	-614,44	614,44	-614,44	614,44	-614,44	614,44	-614,44	614,44	614,44	-614,44	614,44	-614,44
46	2.048,13	2.048,13	-2.048,13	2.048,13	-2.048,13	2.048,13	-2.048,13	2.048,13	-2.048,13	-2.048,13	-2.048,13	2.048,13	-2.048,13	2.048,13
47	1.620,92	-1.620,92	1.620,92	1.620,92	-1.620,92	1.620,92	-1.620,92	1.620,92	-1.620,92	-1.620,92	-1.620,92	1.620,92	-1.620,92	-1.620,92
48	5.403,06	-5.403,06	5.403,06	5.403,06	-5.403,06	5.403,06	-5.403,06	5.403,06	-5.403,06	5.403,06	5.403,06	-5.403,06	5.403,06	5.403,06
49	823,86	-823,86	-823,86	823,86	-823,86	-823,86	-823,86	-823,86	823,86	-823,86	-823,86	823,86	823,86	-823,86
50	2.746,19	-2.746,19	-2.746,19	2.746,19	-2.746,19	-2.746,19	-2.746,19	-2.746,19	2.746,19	2.746,19	2.746,19	-2.746,19	-2.746,19	2.746,19
51	2.173,37	2.173,37	2.173,37	2.173,37	-2.173,37	-2.173,37	-2.173,37	-2.173,37	2.173,37	2.173,37	2.173,37	-2.173,37	-2.173,37	-2.173,37
52	7.244,58	7.244,58	7.244,58	7.244,58	-7.244,58	-7.244,58	-7.244,58	-7.244,58	7.244,58	-7.244,58	-7.244,58	7.244,58	7.244,58	7.244,58
53	586,63	-586,63	-586,63	-586,63	586,63	586,63	-586,63	-586,63	586,63	586,63	-586,63	586,63	586,63	586,63
54	1.955,44	-1.955,44	-1.955,44	-1.955,44	1.955,44	1.955,44	-1.955,44	-1.955,44	1.955,44	-1.955,44	1.955,44	-1.955,44	-1.955,44	-1.955,44
55	1.547,56	1.547,56	1.547,56	-1.547,56	1.547,56	1.547,56	-1.547,56	-1.547,56	1.547,56	-1.547,56	1.547,56	-1.547,56	-1.547,56	1.547,56
56	5.158,54	5.158,54	5.158,54	-5.158,54	5.158,54	5.158,54	-5.158,54	-5.158,54	5.158,54	5.158,54	-5.158,54	5.158,54	5.158,54	-5.158,54
57	950,51	-950,51	-950,51	-950,51	-950,51	-950,51	950,51	950,51	950,51	-950,51	950,51	950,51	950,51	950,51
58	3.168,36	-3.168,36	-3.168,36	-3.168,36	-3.168,36	-3.168,36	3.168,36	3.168,36	3.168,36	3.168,36	-3.168,36	-3.168,36	-3.168,36	-3.168,36
59	2.507,49	2.507,49	2.507,49	-2.507,49	-2.507,49	-2.507,49	2.507,49	2.507,49	2.507,49	2.507,49	-2.507,49	-2.507,49	-2.507,49	2.507,49
60	8.358,29	8.358,29	8.358,29	-8.358,29	-8.358,29	-8.358,29	8.358,29	8.358,29	8.358,29	-8.358,29	8.358,29	8.358,29	8.358,29	-8.358,29
61	676,81	-676,81	-676,81	676,81	676,81	676,81	676,81	676,81	676,81	676,81	676,81	676,81	676,81	-676,81
62	2.256,04	-2.256,04	-2.256,04	2.256,04	2.256,04	2.256,04	2.256,04	2.256,04	2.256,04	-2.256,04	-2.256,04	-2.256,04	-2.256,04	2.256,04
63	1.785,47	1.785,47	1.785,47	1.785,47	1.785,47	1.785,47	1.785,47	1.785,47	1.785,47	-1.785,47	-1.785,47	-1.785,47	-1.785,47	-1.785,47
64	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56

Çizelge 3.36. (Devam)

Deneme	Kaza sayısı	Tekli ve çoklu parametre etkileşimleri													
		136	145	146	156	234	235	236	245	246	256	345	346	356	
1	867,23	-867,23	-867,23	-867,23	-867,23	-867,23	-867,23	-867,23	-867,23	-867,23	-867,23	-867,23	-867,23	-867,23	
2	2.890,75	2.890,75	2.890,75	2.890,75	2.890,75	-2.890,75	-2.890,75	-2.890,75	-2.890,75	-2.890,75	-2.890,75	-2.890,75	-2.890,75	-2.890,75	
3	2.287,79	-2.287,79	-2.287,79	-2.287,79	-2.287,79	2.287,79	2.287,79	2.287,79	2.287,79	2.287,79	2.287,79	-2.287,79	-2.287,79	-2.287,79	
4	7.625,95	7.625,95	7.625,95	7.625,95	7.625,95	7.625,95	7.625,95	7.625,95	7.625,95	7.625,95	7.625,95	-7.625,95	-7.625,95	-7.625,95	
5	617,51	617,51	-617,51	-617,51	-617,51	617,51	617,51	617,51	-617,51	-617,51	-617,51	617,51	617,51	617,51	
6	2.058,37	-2.058,37	2.058,37	2.058,37	2.058,37	2.058,37	2.058,37	2.058,37	-2.058,37	-2.058,37	-2.058,37	2.058,37	2.058,37	2.058,37	
7	1.629,03	1.629,03	-1.629,03	-1.629,03	-1.629,03	-1.629,03	-1.629,03	-1.629,03	1.629,03	1.629,03	1.629,03	1.629,03	1.629,03	1.629,03	
8	5.430,10	-5.430,10	5.430,10	5.430,10	5.430,10	-5.430,10	-5.430,10	-5.430,10	5.430,10	5.430,10	5.430,10	5.430,10	5.430,10	5.430,10	
9	1.000,54	-1.000,54	1.000,54	1.000,54	1.000,54	1.000,54	-1.000,54	-1.000,54	1.000,54	1.000,54	-1.000,54	1.000,54	1.000,54	-1.000,54	
10	3.335,15	3.335,15	-3.335,15	-3.335,15	-3.335,15	3.335,15	-3.335,15	-3.335,15	3.335,15	3.335,15	-3.335,15	3.335,15	3.335,15	-3.335,15	
11	2.639,49	-2.639,49	2.639,49	2.639,49	2.639,49	-2.639,49	2.639,49	2.639,49	-2.639,49	-2.639,49	2.639,49	2.639,49	2.639,49	-2.639,49	
12	8.798,29	8.798,29	-8.798,29	-8.798,29	-8.798,29	-8.798,29	8.798,29	8.798,29	-8.798,29	-8.798,29	8.798,29	8.798,29	8.798,29	-8.798,29	
13	712,44	712,44	712,44	712,44	712,44	-712,44	712,44	712,44	712,44	712,44	-712,44	-712,44	-712,44	712,44	
14	2.374,81	-2.374,81	-2.374,81	-2.374,81	-2.374,81	-2.374,81	2.374,81	2.374,81	2.374,81	2.374,81	-2.374,81	-2.374,81	-2.374,81	2.374,81	
15	1.879,46	1.879,46	1.879,46	1.879,46	1.879,46	1.879,46	-1.879,46	-1.879,46	-1.879,46	-1.879,46	1.879,46	-1.879,46	-1.879,46	1.879,46	
16	6.264,86	-6.264,86	-6.264,86	-6.264,86	-6.264,86	6.264,86	-6.264,86	-6.264,86	-6.264,86	-6.264,86	6.264,86	-6.264,86	-6.264,86	6.264,86	
17	1.349,24	-1.349,24	-1.349,24	-1.349,24	-1.349,24	-1.349,24	1.349,24	-1.349,24	1.349,24	-1.349,24	1.349,24	1.349,24	-1.349,24	1.349,24	
18	4.497,48	4.497,48	4.497,48	4.497,48	4.497,48	-4.497,48	4.497,48	-4.497,48	4.497,48	-4.497,48	4.497,48	4.497,48	-4.497,48	4.497,48	
19	3.559,37	-3.559,37	-3.559,37	-3.559,37	-3.559,37	3.559,37	-3.559,37	3.559,37	-3.559,37	3.559,37	-3.559,37	3.559,37	-3.559,37	3.559,37	
20	11.864,57	11.864,57	11.864,57	11.864,57	11.864,57	11.864,57	-11.864,57	11.864,57	-11.864,57	11.864,57	-11.864,57	11.864,57	-11.864,57	11.864,57	
21	960,74	960,74	-960,74	-960,74	-960,74	960,74	-960,74	960,74	960,74	-960,74	960,74	-960,74	960,74	-960,74	
22	3.202,45	-3.202,45	3.202,45	3.202,45	3.202,45	3.202,45	-3.202,45	3.202,45	3.202,45	-3.202,45	3.202,45	-3.202,45	3.202,45	-3.202,45	
23	2.534,47	2.534,47	-2.534,47	-2.534,47	-2.534,47	-2.534,47	2.534,47	-2.534,47	-2.534,47	2.534,47	-2.534,47	-2.534,47	2.534,47	-2.534,47	
24	8.448,23	-8.448,23	8.448,23	8.448,23	8.448,23	-8.448,23	8.448,23	-8.448,23	-8.448,23	8.448,23	-8.448,23	-8.448,23	8.448,23	-8.448,23	
25	1.556,66	-1.556,66	1.556,66	1.556,66	1.556,66	1.556,66	1.556,66	-1.556,66	-1.556,66	1.556,66	1.556,66	-1.556,66	1.556,66	1.556,66	
26	5.188,87	5.188,87	-5.188,87	-5.188,87	-5.188,87	5.188,87	5.188,87	-5.188,87	-5.188,87	5.188,87	5.188,87	-5.188,87	5.188,87	5.188,87	
27	4.106,55	-4.106,55	4.106,55	4.106,55	4.106,55	-4.106,55	-4.106,55	4.106,55	4.106,55	-4.106,55	-4.106,55	-4.106,55	4.106,55	4.106,55	
28	13.688,51	13.688,51	-13.688,51	-13.688,51	-13.688,51	-13.688,51	-13.688,51	13.688,51	13.688,51	-13.688,51	-13.688,51	-13.688,51	13.688,51	13.688,51	
29	1.108,43	1.108,43	1.108,43	1.108,43	1.108,43	-1.108,43	-1.108,43	1.108,43	-1.108,43	1.108,43	1.108,43	1.108,43	-1.108,43	-1.108,43	
30	3.694,76	-3.694,76	-3.694,76	-3.694,76	-3.694,76	-3.694,76	-3.694,76	3.694,76	-3.694,76	3.694,76	3.694,76	3.694,76	-3.694,76	-3.694,76	
31	2.924,09	2.924,09	2.924,09	2.924,09	2.924,09	2.924,09	2.924,09	-2.924,09	2.924,09	-2.924,09	-2.924,09	2.924,09	-2.924,09	-2.924,09	
32	9.746,97	-9.746,97	-9.746,97	-9.746,97	-9.746,97	9.746,97	9.746,97	-9.746,97	9.746,97	-9.746,97	-9.746,97	9.746,97	-9.746,97	-9.746,97	

Çizelge 3.36. (Devam)

33	747,93	747,93	747,93	747,93	747,93	-747,93	-747,93	747,93	-747,93	747,93	747,93	-747,93	747,93	747,93
34	2.493,10	-2.493,10	-2.493,10	-2.493,10	-2.493,10	-2.493,10	-2.493,10	2.493,10	-2.493,10	2.493,10	2.493,10	-2.493,10	2.493,10	2.493,10
35	1.973,07	1.973,07	1.973,07	1.973,07	1.973,07	1.973,07	1.973,07	-1.973,07	1.973,07	-1.973,07	-1.973,07	-1.973,07	1.973,07	1.973,07
36	6.576,92	-6.576,92	-6.576,92	-6.576,92	-6.576,92	6.576,92	6.576,92	-6.576,92	6.576,92	-6.576,92	-6.576,92	-6.576,92	6.576,92	6.576,92
37	532,57	-532,57	532,57	532,57	532,57	532,57	532,57	-532,57	-532,57	532,57	532,57	532,57	-532,57	-532,57
38	1.775,22	1.775,22	-1.775,22	-1.775,22	-1.775,22	1.775,22	1.775,22	-1.775,22	-1.775,22	1.775,22	1.775,22	1.775,22	-1.775,22	-1.775,22
39	1.404,94	-1.404,94	1.404,94	1.404,94	1.404,94	-1.404,94	-1.404,94	1.404,94	1.404,94	-1.404,94	-1.404,94	1.404,94	-1.404,94	-1.404,94
40	4.683,13	4.683,13	-4.683,13	-4.683,13	-4.683,13	-4.683,13	-4.683,13	4.683,13	4.683,13	-4.683,13	-4.683,13	4.683,13	-4.683,13	-4.683,13
41	862,91	862,91	-862,91	-862,91	-862,91	862,91	-862,91	862,91	862,91	-862,91	862,91	862,91	-862,91	862,91
42	2.876,36	-2.876,36	2.876,36	2.876,36	2.876,36	2.876,36	-2.876,36	2.876,36	2.876,36	-2.876,36	2.876,36	2.876,36	-2.876,36	2.876,36
43	2.276,40	2.276,40	-2.276,40	-2.276,40	-2.276,40	-2.276,40	2.276,40	-2.276,40	-2.276,40	2.276,40	-2.276,40	2.276,40	-2.276,40	2.276,40
44	7.587,98	-7.587,98	7.587,98	7.587,98	7.587,98	-7.587,98	7.587,98	-7.587,98	-7.587,98	7.587,98	-7.587,98	7.587,98	-7.587,98	7.587,98
45	614,44	-614,44	-614,44	-614,44	-614,44	-614,44	614,44	-614,44	614,44	-614,44	614,44	-614,44	614,44	-614,44
46	2.048,13	2.048,13	2.048,13	2.048,13	2.048,13	-2.048,13	2.048,13	-2.048,13	2.048,13	-2.048,13	2.048,13	-2.048,13	2.048,13	-2.048,13
47	1.620,92	-1.620,92	-1.620,92	-1.620,92	-1.620,92	1.620,92	-1.620,92	1.620,92	-1.620,92	1.620,92	-1.620,92	-1.620,92	1.620,92	-1.620,92
48	5.403,06	5.403,06	5.403,06	5.403,06	5.403,06	5.403,06	-5.403,06	5.403,06	-5.403,06	5.403,06	-5.403,06	-5.403,06	5.403,06	-5.403,06
49	823,86	823,86	823,86	823,86	823,86	-823,86	823,86	823,86	823,86	823,86	-823,86	823,86	823,86	-823,86
50	2.746,19	-2.746,19	-2.746,19	-2.746,19	-2.746,19	-2.746,19	2.746,19	2.746,19	2.746,19	2.746,19	-2.746,19	2.746,19	2.746,19	-2.746,19
51	2.173,37	2.173,37	2.173,37	2.173,37	2.173,37	2.173,37	-2.173,37	-2.173,37	-2.173,37	-2.173,37	2.173,37	2.173,37	2.173,37	-2.173,37
52	7.244,58	-7.244,58	-7.244,58	-7.244,58	-7.244,58	7.244,58	-7.244,58	-7.244,58	-7.244,58	-7.244,58	7.244,58	7.244,58	7.244,58	-7.244,58
53	586,63	-586,63	586,63	586,63	586,63	586,63	-586,63	-586,63	586,63	586,63	-586,63	-586,63	-586,63	586,63
54	1.955,44	1.955,44	-1.955,44	-1.955,44	-1.955,44	1.955,44	-1.955,44	-1.955,44	1.955,44	1.955,44	-1.955,44	-1.955,44	-1.955,44	1.955,44
55	1.547,56	-1.547,56	1.547,56	1.547,56	1.547,56	-1.547,56	1.547,56	1.547,56	-1.547,56	-1.547,56	1.547,56	-1.547,56	-1.547,56	1.547,56
56	5.158,54	5.158,54	-5.158,54	-5.158,54	-5.158,54	-5.158,54	5.158,54	5.158,54	-5.158,54	-5.158,54	5.158,54	-5.158,54	-5.158,54	5.158,54
57	950,51	950,51	-950,51	-950,51	-950,51	950,51	950,51	950,51	-950,51	-950,51	-950,51	-950,51	-950,51	-950,51
58	3.168,36	-3.168,36	3.168,36	3.168,36	3.168,36	3.168,36	3.168,36	3.168,36	-3.168,36	-3.168,36	-3.168,36	-3.168,36	-3.168,36	-3.168,36
59	2.507,49	2.507,49	-2.507,49	-2.507,49	-2.507,49	-2.507,49	-2.507,49	-2.507,49	2.507,49	2.507,49	2.507,49	-2.507,49	-2.507,49	-2.507,49
60	8.358,29	-8.358,29	8.358,29	8.358,29	8.358,29	-8.358,29	-8.358,29	-8.358,29	8.358,29	8.358,29	8.358,29	-8.358,29	-8.358,29	-8.358,29
61	676,81	-676,81	-676,81	-676,81	-676,81	-676,81	-676,81	-676,81	-676,81	-676,81	-676,81	676,81	676,81	676,81
62	2.256,04	2.256,04	2.256,04	2.256,04	2.256,04	-2.256,04	-2.256,04	-2.256,04	-2.256,04	-2.256,04	-2.256,04	2.256,04	2.256,04	2.256,04
63	1.785,47	-1.785,47	-1.785,47	-1.785,47	-1.785,47	1.785,47	1.785,47	1.785,47	1.785,47	1.785,47	1.785,47	1.785,47	1.785,47	1.785,47
64	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56

Çizelge 3.36. (Devam)

Deneme	Kaza sayısı	456	1234	1235	1236	1245	1246	1256	1345	1346	1356	1456
1	867,23	-867,23	867,23	867,23	867,23	867,23	867,23	867,23	867,23	867,23	867,23	867,23
2	2.890,75	-2.890,75	-2.890,75	-2.890,75	-2.890,75	-2.890,75	-2.890,75	-2.890,75	-2.890,75	-2.890,75	-2.890,75	-2.890,75
3	2.287,79	-2.287,79	-2.287,79	-2.287,79	-2.287,79	-2.287,79	-2.287,79	-2.287,79	2.287,79	2.287,79	2.287,79	2.287,79
4	7.625,95	-7.625,95	7.625,95	7.625,95	7.625,95	7.625,95	7.625,95	7.625,95	-7.625,95	-7.625,95	-7.625,95	-7.625,95
5	617,51	-617,51	-617,51	-617,51	-617,51	617,51	617,51	617,51	-617,51	-617,51	-617,51	617,51
6	2.058,37	-2.058,37	2.058,37	2.058,37	2.058,37	-2.058,37	-2.058,37	-2.058,37	2.058,37	2.058,37	2.058,37	-2.058,37
7	1.629,03	-1.629,03	1.629,03	1.629,03	1.629,03	-1.629,03	-1.629,03	-1.629,03	-1.629,03	-1.629,03	-1.629,03	1.629,03
8	5.430,10	-5.430,10	-5.430,10	-5.430,10	-5.430,10	5.430,10	5.430,10	5.430,10	5.430,10	5.430,10	5.430,10	-5.430,10
9	1.000,54	1.000,54	-1.000,54	1.000,54	1.000,54	-1.000,54	-1.000,54	1.000,54	-1.000,54	-1.000,54	1.000,54	-1.000,54
10	3.335,15	3.335,15	3.335,15	-3.335,15	-3.335,15	3.335,15	3.335,15	-3.335,15	3.335,15	3.335,15	-3.335,15	3.335,15
11	2.639,49	2.639,49	2.639,49	-2.639,49	-2.639,49	2.639,49	2.639,49	-2.639,49	-2.639,49	-2.639,49	2.639,49	-2.639,49
12	8.798,29	8.798,29	-8.798,29	8.798,29	8.798,29	-8.798,29	-8.798,29	8.798,29	8.798,29	8.798,29	-8.798,29	8.798,29
13	712,44	712,44	712,44	-712,44	-712,44	-712,44	-712,44	712,44	712,44	712,44	-712,44	-712,44
14	2.374,81	2.374,81	-2.374,81	2.374,81	2.374,81	2.374,81	2.374,81	-2.374,81	-2.374,81	-2.374,81	2.374,81	2.374,81
15	1.879,46	1.879,46	-1.879,46	1.879,46	1.879,46	1.879,46	1.879,46	-1.879,46	1.879,46	1.879,46	-1.879,46	-1.879,46
16	6.264,86	6.264,86	6.264,86	-6.264,86	-6.264,86	-6.264,86	-6.264,86	6.264,86	-6.264,86	-6.264,86	6.264,86	6.264,86
17	1.349,24	1.349,24	1.349,24	-1.349,24	1.349,24	-1.349,24	1.349,24	-1.349,24	-1.349,24	1.349,24	-1.349,24	-1.349,24
18	4.497,48	4.497,48	-4.497,48	4.497,48	-4.497,48	4.497,48	-4.497,48	4.497,48	4.497,48	-4.497,48	4.497,48	4.497,48
19	3.559,37	3.559,37	-3.559,37	3.559,37	-3.559,37	3.559,37	-3.559,37	3.559,37	-3.559,37	3.559,37	-3.559,37	-3.559,37
20	11.864,57	11.864,57	11.864,57	-11.864,57	11.864,57	-11.864,57	11.864,57	-11.864,57	11.864,57	-11.864,57	11.864,57	11.864,57
21	960,74	960,74	-960,74	960,74	-960,74	-960,74	960,74	-960,74	960,74	-960,74	960,74	-960,74
22	3.202,45	3.202,45	3.202,45	-3.202,45	3.202,45	3.202,45	-3.202,45	3.202,45	-3.202,45	3.202,45	-3.202,45	3.202,45
23	2.534,47	2.534,47	2.534,47	-2.534,47	2.534,47	2.534,47	-2.534,47	2.534,47	2.534,47	-2.534,47	2.534,47	-2.534,47
24	8.448,23	8.448,23	-8.448,23	8.448,23	-8.448,23	-8.448,23	8.448,23	-8.448,23	-8.448,23	8.448,23	-8.448,23	8.448,23
25	1.556,66	-1.556,66	-1.556,66	-1.556,66	1.556,66	1.556,66	-1.556,66	-1.556,66	1.556,66	-1.556,66	-1.556,66	1.556,66
26	5.188,87	-5.188,87	5.188,87	5.188,87	-5.188,87	-5.188,87	5.188,87	5.188,87	-5.188,87	5.188,87	5.188,87	-5.188,87
27	4.106,55	-4.106,55	4.106,55	4.106,55	-4.106,55	-4.106,55	4.106,55	4.106,55	4.106,55	-4.106,55	-4.106,55	4.106,55
28	13.688,51	-13.688,51	-13.688,51	-13.688,51	13.688,51	13.688,51	-13.688,51	-13.688,51	-13.688,51	13.688,51	13.688,51	-13.688,51
29	1.108,43	-1.108,43	1.108,43	1.108,43	-1.108,43	1.108,43	-1.108,43	-1.108,43	-1.108,43	1.108,43	1.108,43	1.108,43
30	3.694,76	-3.694,76	-3.694,76	-3.694,76	3.694,76	-3.694,76	3.694,76	3.694,76	3.694,76	-3.694,76	-3.694,76	-3.694,76
31	2.924,09	-2.924,09	-2.924,09	-2.924,09	2.924,09	-2.924,09	2.924,09	2.924,09	-2.924,09	2.924,09	2.924,09	2.924,09
32	9.746,97	-9.746,97	9.746,97	9.746,97	-9.746,97	9.746,97	-9.746,97	-9.746,97	9.746,97	-9.746,97	-9.746,97	-9.746,97

Çizelge 3.36. (Devam)

33	747,93	747,93	747,93	747,93	-747,93	747,93	-747,93	-747,93	747,93	-747,93	-747,93	-747,93
34	2.493,10	2.493,10	-2.493,10	-2.493,10	2.493,10	-2.493,10	2.493,10	2.493,10	-2.493,10	2.493,10	2.493,10	2.493,10
35	1.973,07	1.973,07	-1.973,07	-1.973,07	1.973,07	-1.973,07	1.973,07	1.973,07	1.973,07	-1.973,07	-1.973,07	-1.973,07
36	6.576,92	6.576,92	6.576,92	6.576,92	-6.576,92	6.576,92	-6.576,92	-6.576,92	-6.576,92	6.576,92	6.576,92	6.576,92
37	532,57	532,57	-532,57	-532,57	532,57	532,57	-532,57	-532,57	-532,57	532,57	532,57	-532,57
38	1.775,22	1.775,22	1.775,22	1.775,22	-1.775,22	-1.775,22	1.775,22	1.775,22	1.775,22	-1.775,22	-1.775,22	1.775,22
39	1.404,94	1.404,94	1.404,94	1.404,94	-1.404,94	-1.404,94	1.404,94	1.404,94	-1.404,94	1.404,94	1.404,94	-1.404,94
40	4.683,13	4.683,13	-4.683,13	-4.683,13	4.683,13	4.683,13	-4.683,13	-4.683,13	4.683,13	-4.683,13	-4.683,13	4.683,13
41	862,91	-862,91	-862,91	862,91	-862,91	-862,91	862,91	-862,91	-862,91	862,91	-862,91	862,91
42	2.876,36	-2.876,36	2.876,36	-2.876,36	2.876,36	2.876,36	-2.876,36	2.876,36	2.876,36	-2.876,36	2.876,36	-2.876,36
43	2.276,40	-2.276,40	2.276,40	-2.276,40	2.276,40	2.276,40	-2.276,40	2.276,40	-2.276,40	2.276,40	-2.276,40	2.276,40
44	7.587,98	-7.587,98	-7.587,98	7.587,98	-7.587,98	-7.587,98	7.587,98	-7.587,98	7.587,98	-7.587,98	7.587,98	-7.587,98
45	614,44	-614,44	614,44	-614,44	614,44	-614,44	614,44	-614,44	614,44	-614,44	614,44	614,44
46	2.048,13	-2.048,13	-2.048,13	2.048,13	-2.048,13	2.048,13	-2.048,13	2.048,13	-2.048,13	2.048,13	-2.048,13	-2.048,13
47	1.620,92	-1.620,92	-1.620,92	1.620,92	-1.620,92	1.620,92	-1.620,92	1.620,92	1.620,92	-1.620,92	1.620,92	1.620,92
48	5.403,06	-5.403,06	5.403,06	-5.403,06	5.403,06	-5.403,06	5.403,06	-5.403,06	-5.403,06	5.403,06	-5.403,06	-5.403,06
49	823,86	-823,86	823,86	-823,86	-823,86	-823,86	-823,86	823,86	-823,86	-823,86	823,86	823,86
50	2.746,19	-2.746,19	-2.746,19	2.746,19	2.746,19	2.746,19	2.746,19	-2.746,19	2.746,19	2.746,19	-2.746,19	-2.746,19
51	2.173,37	-2.173,37	-2.173,37	2.173,37	2.173,37	2.173,37	2.173,37	-2.173,37	-2.173,37	-2.173,37	2.173,37	2.173,37
52	7.244,58	-7.244,58	7.244,58	-7.244,58	-7.244,58	-7.244,58	-7.244,58	7.244,58	7.244,58	7.244,58	-7.244,58	-7.244,58
53	586,63	-586,63	-586,63	586,63	586,63	-586,63	-586,63	586,63	586,63	586,63	-586,63	586,63
54	1.955,44	-1.955,44	1.955,44	-1.955,44	-1.955,44	1.955,44	1.955,44	-1.955,44	-1.955,44	-1.955,44	1.955,44	-1.955,44
55	1.547,56	-1.547,56	1.547,56	-1.547,56	-1.547,56	1.547,56	1.547,56	-1.547,56	1.547,56	1.547,56	-1.547,56	1.547,56
56	5.158,54	-5.158,54	-5.158,54	5.158,54	5.158,54	-5.158,54	-5.158,54	5.158,54	-5.158,54	-5.158,54	5.158,54	-5.158,54
57	950,51	950,51	-950,51	-950,51	-950,51	950,51	950,51	950,51	950,51	950,51	950,51	-950,51
58	3.168,36	3.168,36	3.168,36	3.168,36	3.168,36	-3.168,36	-3.168,36	-3.168,36	-3.168,36	-3.168,36	-3.168,36	3.168,36
59	2.507,49	2.507,49	2.507,49	2.507,49	2.507,49	-2.507,49	-2.507,49	-2.507,49	2.507,49	2.507,49	2.507,49	-2.507,49
60	8.358,29	8.358,29	-8.358,29	-8.358,29	-8.358,29	8.358,29	8.358,29	8.358,29	-8.358,29	-8.358,29	-8.358,29	8.358,29
61	676,81	676,81	676,81	676,81	676,81	676,81	676,81	676,81	-676,81	-676,81	-676,81	-676,81
62	2.256,04	2.256,04	-2.256,04	-2.256,04	-2.256,04	-2.256,04	-2.256,04	-2.256,04	2.256,04	2.256,04	2.256,04	2.256,04
63	1.785,47	1.785,47	-1.785,47	-1.785,47	-1.785,47	-1.785,47	-1.785,47	-1.785,47	-1.785,47	-1.785,47	-1.785,47	-1.785,47
64	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56

Çizelge 3.36. (Devam)

Deneme	Kaza sayısı	Tekli ve çoklu parametre etkileşimleri										
		2345	2346	2456	3456	12345	12346	13456	12356	12456	23456	123456
1	867,23	867,23	867,23	867,23	867,23	-867,23	-867,23	-867,23	-867,23	-867,23	-867,23	867,23
2	2.890,75	2.890,75	2.890,75	2.890,75	2.890,75	2.890,75	2.890,75	2.890,75	2.890,75	2.890,75	-2.890,75	-2.890,75
3	2.287,79	-2.287,79	-2.287,79	-2.287,79	2.287,79	2.287,79	2.287,79	-2.287,79	2.287,79	2.287,79	2.287,79	-2.287,79
4	7.625,95	-7.625,95	-7.625,95	-7.625,95	7.625,95	-7.625,95	-7.625,95	7.625,95	-7.625,95	-7.625,95	7.625,95	7.625,95
5	617,51	-617,51	-617,51	617,51	-617,51	617,51	617,51	617,51	617,51	-617,51	617,51	-617,51
6	2.058,37	-2.058,37	-2.058,37	2.058,37	-2.058,37	-2.058,37	-2.058,37	-2.058,37	-2.058,37	2.058,37	2.058,37	2.058,37
7	1.629,03	1.629,03	1.629,03	-1.629,03	-1.629,03	-1.629,03	-1.629,03	1.629,03	-1.629,03	1.629,03	-1.629,03	1.629,03
8	5.430,10	5.430,10	5.430,10	-5.430,10	-5.430,10	5.430,10	5.430,10	-5.430,10	5.430,10	-5.430,10	-5.430,10	-5.430,10
9	1.000,54	-1.000,54	-1.000,54	-1.000,54	-1.000,54	1.000,54	1.000,54	1.000,54	-1.000,54	1.000,54	1.000,54	-1.000,54
10	3.335,15	-3.335,15	-3.335,15	-3.335,15	-3.335,15	-3.335,15	-3.335,15	-3.335,15	3.335,15	-3.335,15	3.335,15	3.335,15
11	2.639,49	2.639,49	2.639,49	2.639,49	-2.639,49	-2.639,49	-2.639,49	2.639,49	2.639,49	-2.639,49	-2.639,49	2.639,49
12	8.798,29	8.798,29	8.798,29	8.798,29	-8.798,29	8.798,29	8.798,29	-8.798,29	-8.798,29	8.798,29	-8.798,29	-8.798,29
13	712,44	712,44	712,44	-712,44	712,44	-712,44	-712,44	-712,44	712,44	712,44	-712,44	712,44
14	2.374,81	2.374,81	2.374,81	-2.374,81	2.374,81	2.374,81	2.374,81	2.374,81	-2.374,81	-2.374,81	-2.374,81	-2.374,81
15	1.879,46	-1.879,46	-1.879,46	1.879,46	1.879,46	1.879,46	1.879,46	-1.879,46	-1.879,46	-1.879,46	1.879,46	-1.879,46
16	6.264,86	-6.264,86	-6.264,86	6.264,86	6.264,86	-6.264,86	-6.264,86	6.264,86	6.264,86	6.264,86	6.264,86	6.264,86
17	1.349,24	-1.349,24	1.349,24	-1.349,24	-1.349,24	1.349,24	-1.349,24	1.349,24	1.349,24	1.349,24	1.349,24	-1.349,24
18	4.497,48	-4.497,48	4.497,48	-4.497,48	-4.497,48	-4.497,48	4.497,48	-4.497,48	-4.497,48	-4.497,48	4.497,48	4.497,48
19	3.559,37	3.559,37	-3.559,37	3.559,37	-3.559,37	-3.559,37	3.559,37	3.559,37	-3.559,37	-3.559,37	-3.559,37	3.559,37
20	11.864,57	11.864,57	-11.864,57	11.864,57	-11.864,57	11.864,57	-11.864,57	-11.864,57	11.864,57	11.864,57	-11.864,57	-11.864,57
21	960,74	960,74	-960,74	-960,74	960,74	-960,74	960,74	-960,74	-960,74	960,74	-960,74	960,74
22	3.202,45	3.202,45	-3.202,45	-3.202,45	3.202,45	3.202,45	-3.202,45	3.202,45	3.202,45	-3.202,45	-3.202,45	-3.202,45
23	2.534,47	-2.534,47	2.534,47	2.534,47	2.534,47	2.534,47	-2.534,47	-2.534,47	2.534,47	-2.534,47	2.534,47	-2.534,47
24	8.448,23	-8.448,23	8.448,23	8.448,23	8.448,23	-8.448,23	8.448,23	8.448,23	-8.448,23	8.448,23	8.448,23	8.448,23
25	1.556,66	1.556,66	-1.556,66	1.556,66	1.556,66	-1.556,66	1.556,66	-1.556,66	1.556,66	-1.556,66	-1.556,66	1.556,66
26	5.188,87	5.188,87	-5.188,87	5.188,87	5.188,87	5.188,87	-5.188,87	5.188,87	-5.188,87	5.188,87	-5.188,87	-5.188,87
27	4.106,55	-4.106,55	4.106,55	-4.106,55	4.106,55	4.106,55	-4.106,55	-4.106,55	-4.106,55	4.106,55	4.106,55	-4.106,55
28	13.688,51	-13.688,51	13.688,51	-13.688,51	13.688,51	-13.688,51	13.688,51	13.688,51	13.688,51	-13.688,51	13.688,51	13.688,51
29	1.108,43	-1.108,43	1.108,43	1.108,43	-1.108,43	1.108,43	-1.108,43	1.108,43	-1.108,43	-1.108,43	1.108,43	-1.108,43
30	3.694,76	-3.694,76	3.694,76	3.694,76	-3.694,76	-3.694,76	3.694,76	-3.694,76	3.694,76	3.694,76	3.694,76	3.694,76
31	2.924,09	2.924,09	-2.924,09	-2.924,09	-2.924,09	-2.924,09	2.924,09	2.924,09	2.924,09	2.924,09	-2.924,09	2.924,09
32	9.746,97	9.746,97	-9.746,97	-9.746,97	-9.746,97	9.746,97	-9.746,97	-9.746,97	-9.746,97	-9.746,97	-9.746,97	-9.746,97

Çizelge 3.36. (Devam)

33	747,93	747,93	-747,93	-747,93	-747,93	-747,93	747,93	747,93	747,93	747,93	747,93	-747,93
34	2.493,10	2.493,10	-2.493,10	-2.493,10	-2.493,10	2.493,10	-2.493,10	-2.493,10	-2.493,10	-2.493,10	2.493,10	2.493,10
35	1.973,07	-1.973,07	1.973,07	1.973,07	-1.973,07	1.973,07	-1.973,07	1.973,07	-1.973,07	-1.973,07	-1.973,07	1.973,07
36	6.576,92	-6.576,92	6.576,92	6.576,92	-6.576,92	-6.576,92	6.576,92	-6.576,92	6.576,92	6.576,92	-6.576,92	-6.576,92
37	532,57	-532,57	532,57	-532,57	532,57	532,57	-532,57	-532,57	-532,57	532,57	-532,57	532,57
38	1.775,22	-1.775,22	1.775,22	-1.775,22	1.775,22	-1.775,22	1.775,22	1.775,22	1.775,22	-1.775,22	-1.775,22	-1.775,22
39	1.404,94	1.404,94	-1.404,94	1.404,94	1.404,94	-1.404,94	1.404,94	-1.404,94	1.404,94	-1.404,94	1.404,94	-1.404,94
40	4.683,13	4.683,13	-4.683,13	4.683,13	4.683,13	4.683,13	-4.683,13	4.683,13	-4.683,13	4.683,13	4.683,13	4.683,13
41	862,91	-862,91	862,91	862,91	862,91	862,91	-862,91	-862,91	862,91	-862,91	-862,91	862,91
42	2.876,36	-2.876,36	2.876,36	2.876,36	2.876,36	-2.876,36	2.876,36	2.876,36	-2.876,36	2.876,36	-2.876,36	-2.876,36
43	2.276,40	2.276,40	-2.276,40	-2.276,40	2.276,40	-2.276,40	2.276,40	-2.276,40	-2.276,40	2.276,40	2.276,40	-2.276,40
44	7.587,98	7.587,98	-7.587,98	-7.587,98	7.587,98	7.587,98	-7.587,98	7.587,98	7.587,98	-7.587,98	7.587,98	7.587,98
45	614,44	614,44	-614,44	614,44	-614,44	-614,44	614,44	614,44	-614,44	-614,44	614,44	-614,44
46	2.048,13	2.048,13	-2.048,13	2.048,13	-2.048,13	2.048,13	-2.048,13	-2.048,13	2.048,13	2.048,13	2.048,13	2.048,13
47	1.620,92	-1.620,92	1.620,92	-1.620,92	-1.620,92	1.620,92	-1.620,92	1.620,92	1.620,92	1.620,92	-1.620,92	1.620,92
48	5.403,06	-5.403,06	5.403,06	-5.403,06	-5.403,06	-5.403,06	5.403,06	-5.403,06	-5.403,06	-5.403,06	-5.403,06	-5.403,06
49	823,86	-823,86	-823,86	823,86	823,86	823,86	823,86	-823,86	-823,86	-823,86	-823,86	823,86
50	2.746,19	-2.746,19	-2.746,19	2.746,19	2.746,19	-2.746,19	-2.746,19	2.746,19	2.746,19	2.746,19	-2.746,19	-2.746,19
51	2.173,37	2.173,37	2.173,37	-2.173,37	2.173,37	-2.173,37	-2.173,37	-2.173,37	2.173,37	2.173,37	2.173,37	-2.173,37
52	7.244,58	7.244,58	7.244,58	-7.244,58	7.244,58	7.244,58	7.244,58	7.244,58	-7.244,58	-7.244,58	7.244,58	7.244,58
53	586,63	586,63	586,63	586,63	-586,63	-586,63	-586,63	586,63	586,63	-586,63	586,63	-586,63
54	1.955,44	1.955,44	1.955,44	1.955,44	-1.955,44	1.955,44	1.955,44	-1.955,44	-1.955,44	1.955,44	1.955,44	1.955,44
55	1.547,56	-1.547,56	-1.547,56	-1.547,56	-1.547,56	1.547,56	1.547,56	1.547,56	-1.547,56	1.547,56	-1.547,56	1.547,56
56	5.158,54	-5.158,54	-5.158,54	-5.158,54	-5.158,54	-5.158,54	-5.158,54	-5.158,54	5.158,54	-5.158,54	-5.158,54	-5.158,54
57	950,51	950,51	950,51	-950,51	-950,51	-950,51	-950,51	950,51	-950,51	950,51	950,51	-950,51
58	3.168,36	3.168,36	3.168,36	-3.168,36	-3.168,36	3.168,36	3.168,36	-3.168,36	3.168,36	-3.168,36	3.168,36	3.168,36
59	2.507,49	-2.507,49	-2.507,49	2.507,49	-2.507,49	2.507,49	2.507,49	2.507,49	2.507,49	-2.507,49	-2.507,49	2.507,49
60	8.358,29	-8.358,29	-8.358,29	8.358,29	-8.358,29	-8.358,29	-8.358,29	-8.358,29	-8.358,29	8.358,29	-8.358,29	-8.358,29
61	676,81	-676,81	-676,81	-676,81	676,81	676,81	676,81	-676,81	676,81	676,81	-676,81	676,81
62	2.256,04	-2.256,04	-2.256,04	-2.256,04	2.256,04	-2.256,04	-2.256,04	2.256,04	-2.256,04	-2.256,04	-2.256,04	-2.256,04
63	1.785,47	1.785,47	1.785,47	1.785,47	1.785,47	-1.785,47	-1.785,47	-1.785,47	-1.785,47	-1.785,47	1.785,47	-1.785,47
64	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56	5.951,56

Eşitlik 3.7' e ait segment uzunluğu, yıllık ortalama günlük trafik, banket genişliği, arazi sınıfı ve kurb uzunluğu, kurb yarıçapı parametreleri için iki düzeyli faktöriyel tasarım metodu uygulanacağı için her bir parametre için Çizelge 3.33' de belirtilen maksimum ve minimum değerler dikkate alınacaktır. Eşitlik 3.7' deki modele dair kaza sayıları ve tekli-çoğul parametre etkileşimlerinin kaza sayısı ile ilişkilendirilmiş sonuçları Çizelge 3.36'daki gibi bulunmuştur.

Çizelge 3.37. Parametre etkileri

Parametre etkileşimleri	Parametre etkileri	Mutlak parametre etkileri	Gerçek etki	Mutlak sapma
1	3.705,472	3.705,472	5,481	5,609
2	3.098,471	3.098,471	4,562	4,690
3	-1.157,392	1.157,392	1,624	1,752
4	491,197	491,197	0,616	0,743
5	1.013,540	1.013,540	1,406	1,534
6	-1.171,107	1.171,107	1,645	1,773
12	1.668,407	1.668,407	2,398	2,525
13	-623,211	623,211	0,816	0,943
14	264,491	264,491	0,273	0,400
15	545,752	545,752	0,698	0,826
16	-630,596	630,596	0,827	0,954
23	-521,122	521,122	0,661	0,789
24	221,164	221,164	0,207	0,335
25	456,351	456,351	0,563	0,691
26	-527,297	527,297	0,670	0,798
34	-82,613	82,613	-0,003	0,125
35	-170,464	170,464	0,130	0,258
36	196,965	196,965	0,170	0,298
45	72,345	72,345	-0,018	0,110
46	-83,592	83,592	-0,001	0,127
56	-737,688	737,688	0,989	1,117
123	-280,604	280,604	0,297	0,425
124	119,088	119,088	0,052	0,180
125	245,728	245,728	0,244	0,372
126	-283,929	283,929	0,302	0,430
134	-44,484	44,484	-0,060	0,067
135	-91,788	91,788	0,011	0,139

136	106,058	106,058	0,033	0,161
145	-45,011	45,011	-0,060	0,068
146	-45,011	45,011	-0,060	0,068
156	-45,011	45,011	-0,060	0,068
234	-37,197	37,197	-0,071	0,056
235	-76,752	76,752	-0,012	0,116
236	88,684	88,684	0,006	0,134
245	32,574	32,574	-0,078	0,049
246	-37,638	37,638	-0,071	0,057
256	-332,148	332,148	0,375	0,503
345	-12,167	12,167	-0,109	0,018
346	14,059	14,059	-0,106	0,021
356	124,069	124,069	0,060	0,188
456	-52,655	52,655	-0,048	0,080
1234	-20,029	20,029	-0,097	0,030
1235	-41,328	41,328	-0,065	0,063
1236	47,753	47,753	-0,055	0,072
1245	17,540	17,540	-0,101	0,027
1246	-20,266	20,266	-0,097	0,031
1256	-178,849	178,849	0,143	0,271
1345	-6,552	6,552	-0,118	0,010
1346	7,570	7,570	-0,116	0,011
1356	66,807	66,807	-0,027	0,101
1456	-28,353	28,353	-0,085	0,043
2345	-5,478	5,478	-0,119	0,008
2346	6,330	6,330	-0,118	0,010
2456	-23,708	23,708	-0,092	0,036
3456	8,856	8,856	-0,114	0,013
12345	-2,950	2,950	-0,123	0,004
12346	3,409	3,409	-0,123	0,005
13456	4,769	4,769	-0,121	0,007
12356	30,080	30,080	-0,082	0,046
12456	-12,766	12,766	-0,108	0,019
23456	3,987	3,987	-0,122	0,006
123456	2,147	2,147	-0,125	0,003

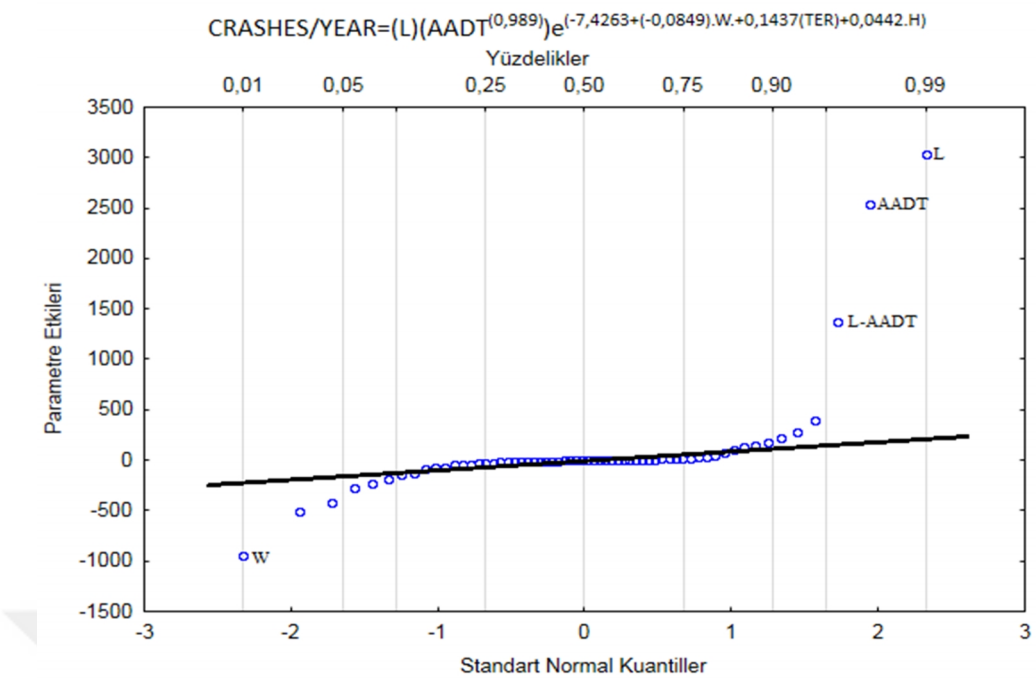
Modele ait alt ve üst sınırlar için kaza sayıları bulunarak faktöriyel tasarım esasları uygulanarak Çizelge 3.38'de görüleceği üzere |6σ| (6 standart sapma) değerine sahip en etkili tekil parametre L (Segment uzunluğu) ve ikincil olarak |5σ| (5 standart sapma) değerine sahip AADT(Yıllık ortalama günlük trafik) ve |4σ| (4 standart sapma) çoklu olarak L-AADT (Segment uzunluğu- yıllık ortalama günlük trafik) birlikteliği bulunmuştur.

Çizelge 3.38. Parametreler için |3σ|, |4σ|ve |5σ| değerlerindeki etkiler.

Parametreler			1.Derece Etkili	2. Derece Etkili	
			|6 σ|	|5σ|	|3σ|
1	L	Segment Uzunluğu	√		
2	AADT	Yıllık ortalama günlük trafik		√	
2-5	L-AADT	Segment Uzunluğu- Ortalama günlük trafik hacmi			√

Çizelge 3.37'de hesaplanan parametre etkileri Box ve Diğ. Belirttiği şekilde normal olasılık ölçeğinde grafik ortamına geçirilerek Şekil.3.4 oluşturulmuştur. Şekil 3.4'de de görüleceği üzere parametre etkileri normal dağılım grafiğinde gösterilmiş olup bu grafik yardımı ile modele dair en etkili tekil ve çoğul parametrelerin bulunması amaçlanmıştır. Modele ait tekil parametre etkisi en fazla olan faktörler sırasıyla L(Segment uzunluğu), AADT (Yıllık ortalama günlük trafik) olmuştur. Çoğul etkileşimler göz önüne alındığında ise L-AADT (Segment uzunluğu- Yıllık ortalama günlük trafik) birlikteliğinin etkisi görülmektedir.

Model için toplam kaza sayısı için etkili parametrelerden yıllık ortalama günlük trafik diğer modellerdeki gibidir. Diğer ve en etkili parametre olan segment uzunluğu arttıkça kaza sayısı artacaktır. Etkili çoklu etkileşim olan segment uzunluğu- yıllık ortalama günlük trafik birlikteliği önceki durumu desteklemek olup uzun seçilmiş bir segmentte ve yüksek trafik hacmi için kaza sayısının artışını gösterecektir.



Şekil.3.4. Altı faktörlü (Kurb varlığı-banket genişliği etkenleri) modeli için Normal Olasılık Ölçeğinde Çizilen Parametre Etkileri

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada trafik güvenliğine etki eden parametreler ve yol kusurları içerisinde yer alan yol geometrisi unsurları detaylı olarak incelenmiştir. Faktöriyel tasarım metodu yardımıyla seçilen trafik güvenliği çerçevesindeki 6 sayısal model incelenmiş ve sonuçları değerlendirilmiştir. Trafik güvenliğine etki eden trafik güvenlik unsurları içerisinde yol geometrisi elemanları ve trafik hacminin en etkili olan parametreler olduğu tez konusu olan modeller aracılığı ile de görülmüştür.

Tüm modellerde etkili parametreler içerinde trafik hacminin en etkili parametrelerin içerisinde yer almıştır. Trafik güvenliği sağlanmasında en öncelikli durum trafik hacminin düzenlenmesidir. Trafiği oluşturan ve trafiğin bileşenlerinden biri olan araç sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Bu durum beraberinde sürdürülebilir ulaşım politikalarını zorunlu kılmakta ve toplu taşımanın yanı sıra diğer ulaştırma

sistemlerinin de kullanılarak yeni düzenlemelerle trafik hacminin denetim altında tutulması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Toplu taşıma sistemlerine önem verilerek bu sistemlerin ve ulaşım türleri (karayolu, raylı sistemler varsa denizyolu) entegrasyon sağlanarak araç sahipliği ve dolayısıyla trafik hacminin azaltılması hedeflenebilir. Şehir merkezlerinde trafik kısıtlanmasına gidilmesi bisikletli ve yaya trafiği hakkındaki düzenlemelerle yine trafik hacminde azaltılmaya gidilmesi çözümler arasındadır. Şehirlerarası yolların şehiriçi trafiğine katılmadan direkt şehir dışından olacak şekilde tasarlanmış olması da bir diğer çözüm önerisidir.

Teze konu modellerin tamamında en etkili parametre olan trafik hacminin yanı sıra şerit genişliği, kurb parametreleri ve banket unsurları da modellerdeki diğer etkili parametreler olmuştur.

Trafik geometrisi unsurları içerisinde etkin alan olarak yatay kurblar ve elemanları ele alınabilir. Yatay kurb unsurları içerisinde kurb yarıçapı, kurb uzunluğu ve kurblardaki şerit genişliğinin etkinlikleri teze konu modeller aracılığıyla da görülmüştür. Yol tasarımları yapılırken kurb yarıçapı, kurb uzunluğu , kurbdaki şerit genişliği esaslarında yapılacak değişiklikler ile kaza sayılarında ciddi azalmalar sağlanabilir.

Sabit cisimler ile çarpışma halinde şerit genişliğinin fazla olması ve banket varlığının da kazaların azaltılması için etkin faktörler olduğu görülmüştür. Tezin içerisinde bulunan diğer araştırmalar çerçevesinde de şerit genişliğinin kazalar üzerinde etkin olduğu konusuna değinilmiştir. Banket varlığı, banket genişliği ve banket kaplaması durumu araştırmalar ve teze konu modellerin desteklediği şekilde trafik güvenliği için etkin rol oynamaktadır. Öncelikle banket varlığı sonrasında ise yeterli genişliğe sahip olması ve banket kaplaması durumu hakkında tasarımda yapılacak değişiklikler ile trafik güvenliğinin arttırılabilmesi mümkün olacaktır.

Ana yoldan dönüş ve kavşak tasarımları hakkında model sonuçları ile de görüldüğü şekilde kavşak tasarımlarında yapılacak düzenlemeler ile (trafik ışıkları, işaret ve işaretçiler, geçit yapılması) kazalar bertaraf edilmeye çalışılmalıdır. Mevcut trafik hacminin çeşidi (ağır vasıta otomobil, motosiklet vb.), yaya durumları vb. unsurlara

göre ayarlanacak sinyalizasyon ile optimum düzen ve emniyet sağlanmaya çalışılmalıdır. Kaza ve trafik hacminin çok olduğu durumlar için geçit yapılması kararı değerlendirilerek gerekli düzenleme sağlanabilir.

Bunların yanı sıra trafik kazalarından önce kaza oluşumunu engelleyecek tedbirlerin alınması esas olmalıdır. Bunlar caydırıcılığı yüksek cezalar, arttırılan denetimler, araçların aksamlarının belli periyotlarda kontrol edilmesi, sürücü belgesi sahiplerinin zaman aralıkları ile sağlık kontrolünün zorunlu tutulması, yol ile ilgili etmenlerin sık sık denetlenmesi ve iyileştirilmesi olarak sıralanabilir.

Kazalar hakkında doğru ve işlevsel verilere ulaşılması ve çözüm önerileri için kaza tespit tutanaklarının daha kapsamlı ve bilgili kişiler tarafından hazırlanması sağlanmalıdır. Elde edilen sağlıklı veriler ile yapılacak iyileştirmeler daha kısa ve doğru sonuçları beraberinde getirecektir.

Sürdürülebilir ve gelecek kuşakların gereksinimlerine cevap verebilen, güvenli ulaşım politikaları ile ihtiyaçlar giderilerek problemler kökten halledilmeye çalışılmalıdır. Sonradan oluşan sıkıntılara göre değil planlama aşamasında gereken düzenlemeler yapılarak sonuç odaklı tasarımlar yapılmalıdır. Varolan sistemler hakkında yapılabilecek düzenleme ve sınırlandırmalar ile güvenlik sağlanmalıdır. Üniversite, enstitüler, araştırma merkezleri ve ilgili kuruluşlarca oluşturulan veriler uzman ekipler tarafından değerlendirilerek iyileştirme ve yeni düzenlemelerin yapılması kesin çözümleri beraberinde getirecektir.

KAYNAKLAR

[1] Karayolları Genel Müdürlüğü, Trafik Kazaları Özeti 2017

[2] Türkiye İstatistik Kurumu, Ulaştırma İstatistikleri; http://www.tuik.gov.tr

[3] Karayolları Genel Müdürlüğü internet sayfası, http://www.kgm.gov.tr

[4] Devlet Demir Yolları İşletmesi Genel Müdürlüğü, İstatistik Yıllığı 2013-2017

[5] T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, Türkiye Ulaşım ve İletişim Stratejisi Hedef 2023

[6] Smeed R.J. , Variations in The Pattern Of Accident Rates in Different Countries and Their Causes, Traffic Engineering & Control, 10(7): 364-371, 1968

[7] Andreassen D.C., Linking Deaths With Vehicles and Population, Traffic Engineering & Control, 26(11): 547-549, 1985

[8] Mekky A., Effect of Rapid Dncrease in Motorization Levels on Road Fatality Rates in Some Rich Developing Countries, Accident Analysis and Prevention, 17(2): 101-109, 1985

[9] Partyka C., Simple Models of Fatality Trends Using Employment and Population Data, Accident Analysis and Prevention, 16(3) : 211-222,1984

[10] Valli P.P, Road Accident Models for Large Metropolitan Cities of India, IATSS Research, , 29(1): 57-65, 2005

[11] Zegeer C.V., Deacon, J.A., State of the Art Report 6, Transportation Research Board,1987

[12] Zegeer C.V., Reinfurt D.W., Hunter W.W., Hummer J., Stewart R., Herf L., Accident Effects of Sidelope and Other Roadside Features on Two- Lane Roads, Transportation Research Record 1195: 33-47

[13] Mirasyedi F.,Mevsimleri Türkiye'deki Trafik Kazlarına Etkisinin İncelenmesi ve Kaza Tahmin Modelleri, Yüksek Lisans Tezi. Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale 2006

[14] Akgüngör A.P., Yıldız O., Sensitivity Analysis of an Accident Prediction Model by the Fractional Factorial Method, Accident Analysis & Prevention 39 (2007): 63-68, 2007.

[15] Smeed ve Andreassen Kaza Modellerinin Türkiye Uygulaması: Farklı Senaryo Analizleri, Gazi Ünv.Müh.Mim.Fak.Der. Cilt 23(4): 821-827, 2008

[16] Camkesen N., Trafik Kaza Analizleri ve Kaza Tahmin Modelleri, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 1998

[17] Bağırgan N. , Şehirlerarası Karayollarında Trafik Güvenliği Tahmini, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, ,Isparta, 2006

[18] Doğan E. , Regresyon Analizi ve Yapay Zeka Yaklaşımı ile Türkiye ve Seçilen Bazı Büyük İller için Trafik Kaza Tahmin Modellleri, Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi,Kırıkkale, 2007

[19] Çodur M.Y. , Trafik Kaza Tahmin Modelleri: Erzurum İli Çevre Karayolları İçin Uygulamalar, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, 2012

[20] Emniyet Genel Müdürlüğü Trafik Hizmetleri Başkanlığı internet sitesi, http://trafik.gov.tr/

[21] Sungur İ., Akdur R., Piyal B., Türkiye'deki Trafik Kazalarının Analizi, Medical Journal, Cilt 14, Sayı 3: 114-124, 2014

[22] Tunç. A., Yol Güvenlik Mühendisliği ve Uygulamaları, Ankara, 2004

[23] Çarıkçı M.K., Bölünmüş Yol Çalışmalarının Trafik Kazaları Üzerine Etkisinin İncelenmesi., Yüksek Lisans Tezi ,Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, 2013

[24] Emniyet Genel Müdürlüğü Trafik Hizmetleri Başkanlığı, AB Üyesi Ülkelerde Karayolu Güvenliğinde En İyi Uygulamaların Özeti ve Yayını, SUPREME Final Raporu, 2007

[25] Kılınç B., Karayollarının Yapısal Özelliklerinin Trafik Güvenliğine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, 2007

[26] Emniyet Genel Müdürlüğü Trafik Hizmetleri Başkanlığı, Trafik İstatistik Bülteni, 2018

[27] Karayolu Trafik Güvenliği Stratejisi ve Eylem Planı,2012

[28] Korkmaz Y., Türkiye Karayollarında Meydana Gelen Trafik Kazalarının Çoklu Regresyon Analizi ile Modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale, 2005

[29] ITE, "The Traffic Safett Tollbox- A Primer on Traffic Safety", Second Edition, 1993

[30] Zegeer C.V., Deen R.C., Mayes J.G., Effect of Lane and Shoulder Widths on Accident Reduction on Rural, Two-Lane Roads, Transportation Research Record 806:33-42

[31] Zegeer C.V., Stewart J.S.,Councıl F.M.,Reinfurt D.W., Hamilton E. , Safety Effects of Geometric Improvements on Horizontal Curves,Transportation Research Record 1356:11-19

[32] Babkov, V.F., Road Conditions and Traffic Safety, MIR Publishers, Moscow, 1975

[33] Lamm R., Psarianos B., Mailaender T., "Highway Design and Traffic Safety Enginneeering Handbook", McGraw-Hil, 1999

[34] Yayla N., Karayolu Mühendisliği, İstanbul, 2006

[35] Türkiye Cumhuriyeti Karayolu İyileştirme ve Trafik Güvenliği (KİTGİ), Trafik Güvenliği Projesi, Ulusal Trafik Güvenliği Programı Raporu, 2001

[36] Çubuk K., Hatipoğlu S., Trafik Güvenliği ve Aşırı Hız, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 21, No 4: 699-702, 2006

[37] Akgüngör A.P.,Webster Modeline Ait Parametrelerin Gecikme Üzerindeki Etkisinin Faktöriyel Tasarım Yöntemi ile İncelenmesi, 9. Ulaştırma Kongresi, İstanbul, 2011

[38] Karakoç Ö., Deneylerin Faktöriyel Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi,İstanbul, 2006

[39] Akgüngör A.P., Yıldız O., Demirel A., A Sensitivity Analysis of the HCM 2000 Delay Model with the Faktorial Desing Metod, Turkish J. Eng. Env. Sci. 30 (2006): 259-267, 2006

[40] Akgüngör A.P., Korkmaz E., Doğan E., Akgüngör M., Ankara ili için Diferansiyel Gelişim Algoritması ile Trafik Kaza Tahmin Modelleri, ROTRASA 2015: 318-325, Ankara, 2015

[41] Akgüngör A.P., Doğan E., Farklı Yöntemler Kullanılarak Geliştirilen Trafik Kaza Tahmin Modelleri ve Analizi, Int.J.Eng.Research& Development, Vol 2 No 1:16-22, 2010

[42] FHWA, Crash Models for Rural Intersections: Four- Lane by Two-LAne Stop-Controlled and Two-Lane by Two-Lane Signalized, FHWA-RD-99-128, 1999

[43] Caliendo C., Guida M., Parisi A., A Crash-Prediction Model for Multilane Roads, Accident Analysis & Prevention39 (2007): 657-670,2007

[44] Persaud B., Retting R.A., Lyon C., Guidelines for Identification of Hazardous Highway Curves, Transportation Research Record 1717 00-1685: 14-18.

[45] Zegeer C.V, Deacon J., Effect of Lane Width, Shoulder Type on Highway

Safety, TRB State of the Art Report 6: 1-21

[46] Zegeer C.V., Stewart J.S.,Council F., Neuman T.R., Accident Relationships of Roadway Width on Low-Volume Roads, Transportation Research Record 1445: 1-10

[41] Zegeer C.V., Cynecki M., Determination of Cost-Effective Roadway Treatments for Utility Pole Accidents, Transportation Research Record 970: 52-64.

[42] Zegeer C.V., Council F.M., Safety Relationships Associated with Cross-Sectional Roadway Elements, Transportation Research Record 1512: 29-36

[43] Zegeer C.V.,Reinfurt D.W., Hunter W.W., Hummer J., Stewart R., Herf L., Accident Effects of Sidelope and Other Roadside Features on Two- Lane Roads, Transportation Research Record 1195: 33-47

[44] Zegeer C.V., Reinfurt D.W., Hummer J., Stewart R.,Herf L., Hunter W.W., Safety Effects of Cross- Section Desing for Two- Lane Roads, Transportation Research Record 1195:20-32

[45] Ranck F., Applying Safety and Operational Effects of Highway Design Features to Two-Lane Rural Highways, 2003 TAC Annual Conference, Kanada

[46] RISMET, Applying speed prediction models to define road sections and to develop accident prediction models: A German case study and a Portuguese exploratory study, Rapor No: 823137 : 22-23 ,2011, Almanya

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Merve Burçin CENİKLİ
Doğum Tarihi : 03/02/1987
Yabancı Dil : İngilizce(Orta)

Eğitim Durumu : (Kurum ve Yıl)
Lisans : Kırıkkale Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü (2004-2008)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl/Yıllar:
1.Yolsu Mühendislik Hizmetleri 2008-2008
2.Koltek Müşavirlik A.Ş. 2008-2009
3. Emlak Konut G.Y.O. 2009-2010
4. Toplu Konut İdaresi Başkanlığı 2010-