

**KARAYOLLARI 4. BÖLGE YOL AĞI TRAFİĞİNİN
MODELLENMESİ**

CANTÜRK YILMAZ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HAZİRAN 2012

ANKARA

Cantürk YILMAZ tarafından hazırlanan “KARAYOLLARI 4. BÖLGE YOL AĞI TRAFİĞİNİN MODELLENMESİ” adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Hikmet BAYIRTEPE

Tez Danışmanı, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Özdemir AKYILMAZ

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, ODTÜ

Yrd. Doç. Dr. Hikmet BAYIRTEPE

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, G.Ü.

Yrd. Doç. Dr. Kürşat ÇUBUK

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, G.Ü.

Tarih: 08 / 06 / 2012

Bu tez ile Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Bilal TOKLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Cantürk YILMAZ

**KARAYOLLARI 4. BÖLGE YOL AĞI TRAFİĞİNİN
MODELLENMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

Cantürk YILMAZ

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Haziran 2012**

ÖZET

T.C. Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM), 4. sorumluluğunda bulunan otoyol, devlet ve il yolları Karayolu Kontrol Kesimi (KKK) noktalarında sabit, seyyar ve özel olmak üzere üç farklı yöntem ile trafik ölçümleri yapmaktadır.

En yaygın olarak kullanılmakta olan Otomatik Taşıt Sayım (OTS) cihazlarıyla sadece taşıt adetleri, Otomatik Taşıt Sınıflandırma Sayımları (OTSS) cihazlarıyla ise taşıt adetlerine ek olarak ağırlık, dingil türü, akslar arası mesafe gibi özelliklerine göre taşıt sınıfları belirlenmektedir.

Bu tez çalışmasında; 2004-2008 yılları arasında Ankara ile çevre il ve ilçelerini kapsayan KGM 4. Bölge Müdürlüğü sınırları içerisindeki 40 adet KKK noktasında ölçülen trafik verileri kullanılmıştır. Bu veriler, sürekli ve kalıcı düzenekle kurulmuş noktalarda taşınabilir MetroCount (MC) taşıt sayım cihazları ile yapılan mevsimsel 7 gün ve 24 saatlik OTSS1 trafik ölçümleri ile elde edilmiştir. Mevsimsel etkiler belirlenerek, yıllık ve mevsimsel bazda ortalama günlük trafik değerleri ile ortalama araç hızları elde edilmiştir. Bölge ağı içindeki tüm kesimler tek bir küme halinde alınması yanında mevcut trafik verileri, kümeleme ve ayrıştırma analizleri yardımıyla kesimler düşük, orta ve yük trafik yoğunluğuna ilaveten düşük ve yüksek işletme hızına göre 3, 4, 5 ve 6

farklı sınıflandırılmış, iteratif gruplandırma ve tahmin işlemleri altında irdelenmiştir. Ayrıca geliştirilen yaklaşımlar ile yol ağı araç trafiği modellenerek, trafik ölçüm verileri bulunmayan yol kesimlerinin sınıfı ve trafik bilgileri elde edilmeye çalışılmıştır.

Bilim Kodu : 911.1.134
Anahtar Kelimeler : Ulaşım Mühendisliği, Yol Ağı Trafiği Modeli, Taşıt Sayımı
Sayfa Adedi : 105
Tez Yöneticisi : Yrd. Doç. Dr. Hikmet BAYIRTEPE

**MODELLING OF ROAD NETWORK TRAFFIC IN THE 4th REGION OF
HIGHWAYS**

(M.Sc. Thesis)

Cantürk YILMAZ

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

June 2012

ABSTRACT

T.C. General Directorate of Highways (GDH) performs permanent, portable and special 3 different traffic counts at highway sections of the freeways, state and provincial highways.

Automatic Vehicle Counts (OTS) method is used only for counting number of vehicles. On the other hand Automatic Vehicle Classification Counts (OTSS) method is not only used for counting number of vehicles but also classifying vehicle types with respect to vehicle weight, axle type and axle distance.

In this thesis, seasonal 7 / 24 hours traffic count data have been collected by MetroCount (MC) equipment which is for Automatic Vehicle Classification Counts, between 2004-2008 at 40 highway sections placed at GDH 4th Region network which covers Ankara and neighboring cities or towns, has been used. By concerning seasonal impacts, average daily traffic and average operating speeds have been estimated for annual and seasonal basis. Like analyzing highway sections as whole, they have clustered and discriminated to 3-6 groups to imply both traffic volumes as low, moderate and high, and operating speeds as low and high. All these groups have been analysed by iterative procedure of

estimation. Besides, modelling of highway network traffic has been used for estimating traffic data of highway sections having any traffic measure.

Science Code	: 911.1.134
Keywords	: Transportation Engineering, Modelling of Road Network Traffic, Vehicle Count
Page Number	: 105
Adviser	: Assist. Prof. Dr.Hikmet BAYIRTEPE

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresinde başlangıcından sonuna kadar gerekli bütün yardım, tavsiye ve yönlendirmeleri ile bana yol gösteren sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Hikmet BAYIRTEPE' ye en içten teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Hayatımın her anında, her daim yanımda bulunan, bana güvenen ve bugünlere gelmeme sağlayan canım aileme, bana sonsuz destek veren kız arkadaşına ve çalışmalarım boyunca tüm kadrosuyla bana her zaman yardımcı olan Hidromark Müh. Müş. A.Ş.'deki mesai arkadaşlarıma teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
1. GİRİŞ	1
2. TEMEL BİLGİLER	4
2.1. Trafik Ölçüm Sistemleri	4
2.1.1. Yol üzeri trafik ölçüm sistemleri	5
2.1.2. Yol kenarı trafik ölçüm sistemleri	5
2.2. Türkiye’de Kullanılan Trafik Ölçüm Cihazları ve Yöntemleri	7
2.2.1. Otomatik taşıt sayımı (OTS)	9
2.2.2. Otomatik taşıt sınıflandırma sayımları (OTSS3)	10
2.2.3. Otomatik taşıt sınıflandırma sayımları (OTSS2)	12
2.2.4. Otomatik taşıt sınıflandırma sayımları (OTSS1)	14
2.3. MC Taşıt Sayım ve Sınıflandırma Cihazı	16
2.3.1. MC cihazı çalışma prensibi	17
2.4. OGT, Yıllık OGT ve Mevsimsel OGT Değerleri	18
2.5. İstatistiksel Analizler	19
2.5.1. Kümeleme analizi	19
2.5.2. Ayırıştırma analizi	21
2.5.3. Regresyon analizi	21
3. YOL AĞI TRAFİĞİ MODELLEMESİ İÇİN KAVRAMSAL YAKLAŞIM	23

3.1. Veri Analizi	24
3.2. Yıllık Bazda Ortalama Düzeltmeleri ve Eksik Mevsim Tahminleri	28
3.3. Yıllık Değişimler ve Tahminler	31
4. UYGULAMA VERİTABANI.....	38
4.1. Karayolu Ağı ve Trafik Bilgileri	38
4.1.1. İllere göre yol uzunlukları ve trafik ölçümleri	39
4.2. KGM 4. Bölge Trafik Ölçümleri Veritabanı	44
4.2.1. “04yozet” veritabanı.....	45
4.2.2. “04yillik” veritabanı	45
4.2.3. “04mevsim” veritabanı.....	46
4.2.4. “04aylik” veritabanı	47
4.2.5. Haftalık veritabanı	47
5. KGM 4. BÖLGE UYGULAMASI	48
5.1. Mevsimsel Kombinasyonlar.....	49
5.2. Yıllık Bazda Ortalama Düzeltme ve Eksik Mevsim Tahmini.....	57
5.3. Kümeleme, Ayırıştırma ve İteratif Tahmin İşlemleri.....	59
5.3.1. Kümeleme ve ayırıştırma işlemleri	60
5.3.2. Üçlü küme için iteratif tahmin işlemleri.....	67
5.3.3. Dörtlü küme için iteratif tahmin işlemleri	69

5.3.4. Beşli küme için iteratif tahmin işlemleri	71
5.3.5. Altılı küme için iteratif tahmin işlemleri	73
5.4. Oluşturulan Küme Karakteristik Özellikleri	75
5.4.1. Üçlü kümelerin tipik özellikleri	75
5.4.2. Dörtlü kümelerin tipik özellikleri	78
5.4.3. Beşli kümelerin tipik özellikleri	81
5.4.4. Altılı kümelerin tipik özellikleri	85
5.5. Yol ağı trafiği modellenmesi	89
5.6. Sonuçlar	93
5.6.1. Altılı küme sonuçları	93
5.6.2. Beşli kümeye göre sonuçlar	94
5.6.3. Dörtlü kümeye göre sonuçlar	94
5.6.4. Üçlü kümeye göre sonuçlar	95
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	96
6.1. Trafik Ölçümleri ve Veritabanına İlişkin	96
6.2. Mevsimsel Kombinasyonlara İlişkin	97
6.3. Kümeleme Analizine İlişkin	98
6.4. Ayrıştırma Analizlerine İlişkin	99
6.5. İteratif Kümeleme-Ayrıştırma ve Tahmin İşlemleri İlişkin	100

6.6. Öneriler.....	101
ÖZGEÇMİŞ	105

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. KKK'larda ölçüm yapılan araç türleri.	16
Çizelge 4.1. Satih cinslerine göre yol ağı.....	39
Çizelge 4.2. Ankara il sınırlarında bulunan KKK'lara ait bilgiler.	41
Çizelge 4.3. Bolu il sınırlarında bulunan KKK'lara ait bilgiler.	42
Çizelge 4.4. Eskişehir ili sınırlarında bulunan KKK'lara ait bilgiler.....	42
Çizelge 4.5. Kırıkkale il sınırlarında bulunan KKK'lara ait bilgiler.....	43
Çizelge 4.6. Düzce il sınırlarında bulunan KKK'lara ait bilgiler.	44
Çizelge 4.7. Çankırı il sınırlarında bulunan KKK'lara ait bilgiler.....	44
Çizelge 5.1. Yıllık OGT ile Mevsimsel OGT arasındaki denklemler.....	53
Çizelge 5.2. Yıllık Ortalama Araç Hız ile Mevsimsel Ortalama Araç Hız arasındaki denklemler.	57
Çizelge 5.3. 2008 yılı mevsimsel trafik ve hız ölçümleri	58
Çizelge 5.4 2008yılı Y-OGT ve Y-OAH tahminleri yapılmış mevsimsel trafik ve hız ölçümleri.....	59
Çizelge 5.5. 2004–2008 verileri bazında altılı küme ara mesafeleri.....	60
Çizelge 5.6. 2004–2008 verileri bazında beşli küme ara mesafeleri.....	61
Çizelge 5.7. 2004–2008 verileri bazında dörtlü küme ara mesafeleri.	61
Çizelge 5.8. 2004–2008 verileri bazında üçlü küme ara mesafeleri.	62
Çizelge 5.9. 2008 yılı verileri ile oluşturulan altılı küme ara mesafeleri.....	62
Çizelge 5.10. 2008 yılı verileri ile oluşturulan beşli küme ara mesafeleri.....	63
Çizelge 5.11. 2008 yılı verileri ile oluşturulan dörtlü küme ara mesafeleri.....	63
Çizelge 5.12. 2008 yılı verileri ile oluşturulan üçlü küme ara mesafeleri.	63
Çizelge 5.13. KKK'ların ait olduğu kümeler.....	64

Çizelge 5.14 Altılı kümelerde eşleşme	65
Çizelge 5.15 Beşli kümelerde eşleşme.....	65
Çizelge 5.16 Dörtlü kümelerde eşleşme	66
Çizelge 5.17 Üçlü kümelerde eşleşme	66
Çizelge 5.18. 2008 yılı küme değerleri ve verileri ile oluşturulan üçlü küme ara mesafeleri.....	67
Çizelge 5.19. 2008 yılı küme değerleri ve verileri ile oluşturulan dörtlü küme ara mesafeleri.....	69
Çizelge 5.20. 2008 yılı küme değerleri ve verileri ile oluşturulan beşli küme mesafeleri.	71
Çizelge 5.21. 2008 yılı küme değerleri ve verileri ile oluşturulan altılı küme mesafeleri.	73
Çizelge 5.22. Üçlü küme için Y-OGT ve Y-OAH değerleri ile mevsimsel genişleme katsayıları.....	76
Çizelge 5.23. Üçlü küme için trafik yön dağılımı.....	76
Çizelge 5.24. Üçlü küme için araç kompozisyonu.....	77
Çizelge 5.25. Dörtlü küme için Y-OGT ve Y-OAH değerleri ile mevsimsel genişleme katsayıları.....	79
Çizelge 5.26. Dörtlü küme için araç kompozisyonu.....	80
Çizelge 5.27. Dörtlü küme için trafik yön dağılımı.....	81
Çizelge 5.28. Beşli küme için Yıllık ve Mevsimsel OGT ile OAH değerleri.....	83
Çizelge 5.29. Beşli küme için trafik yön dağılımı.....	83
Çizelge 5.30. Beşli küme için araç kompozisyonu.....	84
Çizelge 5.31. Altılı küme için Yıllık ve Mevsimsel OGT ile OAH değerleri.....	87
Çizelge 5.32. Altılı küme için trafik yön dağılımı.....	87
Çizelge 5.33. Altılı küme için araç kompozisyonu.....	88

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Modern trafik veri toplama cihazları ve yöntemleri.	4
Şekil 2.2. 2008 yılında gerçekleştirilen ulaşım etütleri.	8
Şekil 2.3. Yıllara göre dingil ağırlığı ve başlangıç-son etüt noktası adedi.	9
Şekil 2.4. Yıllara göre OTS trafik ölçümü yapılan kontrol noktası adedi.	10
Şekil 2.5. Sabit trafik sayım ve sınıflandırma cihazları sınıflandırma şeması.	11
Şekil 2.6. Yıllara göre OTSS3 trafik ölçümü kontrol noktası adedi.	11
Şekil 2.7. Yıllara göre OTSS2 trafik ölçümü yapılan kontrol noktası adedi.	12
Şekil 2.8. Hareketli ağırlık ölçüm cihazları sınıflandırma şeması.	13
Şekil 2.9. Yıllara göre OTSS1 trafik ölçümü yapılan kontrol noktası adedi.	15
Şekil 2.10. MC ile yapılan ölçümlere ait taşıt yönleri gösterimi.	17
Şekil 3.1. Yol ağı trafiğinin modellenmesi için genel akım şeması.	23
Şekil 3.2. Veri analizi genel akım şeması.	24
Şekil 3.3. Yıllık bazda OGT (OAH) düzeltme ve eksik mevsim tahmini akım şeması.	29
Şekil 3.4. Yıllık değişim ve tahmin işlemleri akım şeması.	32
Şekil 3.5. Karayolu I bağı bağlantı yollarının gösterimi.	37
Şekil 5.1. Tek mevsimsel trafik ölçüm kombinasyonları.	50
Şekil 5.2. İkili mevsimsel trafik ölçüm kombinasyonları.	51
Şekil 5.3. Üçlü mevsimsel trafik ölçüm kombinasyonları.	52
Şekil 5.4. Dörtlü mevsimsel trafik ölçüm kombinasyonları.	52
Şekil 5.5. Tek mevsimsel hız ölçüm kombinasyonu.	54
Şekil 5.6. İkili mevsimsel hız ölçüm kombinasyonları.	55
Şekil 5.7. Üçlü mevsimsel hız ölçüm kombinasyonları.	56

Şekil 5.8. Dörtlü mevsimsel hız ölçüm kombinasyonu.	56
--	----

HARİTALARIN LİSTESİ

Harita	Sayfa
Harita 4.1. KGM 4.Bölge Müdürlüğü karayolu ağı.....	40
Harita 5.1. Üçlü kümenin bölge içerisindeki dağılımı.....	68
Harita 5.2. Dörtlü kümenin bölge içerisindeki dağılımı.....	70
Harita 5.3. Beşli kümenin bölge içerisindeki dağılımı.....	72
Harita 5.4. Altılı kümenin bölge içerisindeki dağılımı.....	74
Harita 5.5 Ölçümleri eksik olan kesimlerin tahmininden sonra altılı kümenin bölge içerisindeki dağılımı.....	92

SİMGE VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklama
KGM	Karayolları Genel Müdürlüğü
KKK	Karayolu Kontrol Kesimi
WIM	Weight In Motion
MC	Metro Count
OTSS	Otomatik Taşıt Sınıflandırma Sayımı
OTS	Otomatik Taşıt Sayımı
OGT	Ortalama Günlük Trafik
Y-OGT	Yıllık Bazda Ortalama Günlük Trafik
M-OGT	Mevsimsel Bazda Ortalama Günlük Trafik
Y-OAH	Yıllık Bazda Ortalama Araç Hızları
M-OAH	Mevsimsel Bazda Ortalama Araç Hızları
MS	Microsoft
EEK	Elektronik Ek

1. GİRİŞ

Türkiye coğrafi konumu itibarıyla ulaştırma faaliyetlerinde önemli bir yere sahiptir. Özellikle taşımalardaki performans açısından karayolu daha yoğun olarak görünmekte, demiryolu, deniz ve hava ulaşımı izlemektedir. Karayolu taşımacılığının diğer türlere oranla daha ağırlıklı görünmesi; yatırımlardan, işletme stratejilerinin belirlenmesi ve sonuçlarının değerlendirilmesine kadar yapılan tüm çalışmaların önemini de artırmaktadır. Karayolu taşımacılığında planlama, projelendirme, yapım, bakım, onarım ve işletme aşamalarında alınacak kararlar yeterli ve güvenilir veriye dayanmalıdır. İhtiyaç duyulan bu veriler, genellikle trafik ölçüm ve etütleriyle elde edilmektedir.

Türkiye Cumhuriyeti Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM); sorumluluğunda bulunan otoyol, devlet ve il karayolu ağı, kesim ve dilimlerinde çeşitli sürelerle trafik ölçümleri yapmakta, veri derlemekte, verileri denetlemekte, analiz etmekte ve sonuçlarını yayımlamaktadır.

KGM bünyesinde bulunan 16 adet Bölge Müdürlüğü kendi sınırları içerisinde, karayolu ağı üzerinde sabit veya değişken noktalarda seyyar, sabit ve özel sayımlar olmak üzere üç farklı yöntemle trafik ölçümleri yapmakta ve trafik verileri derlememektedir. Bu trafik ölçümleri içinde yalnızca sabit sayımlar yılın 365 günü 24 saat boyunca yapılan sürekli ölçümler olup bu sayımların amacı yıllık programlar dahilinde seyyar, kısa süreli yapılan sayımları Yıllık Ortalama Günlük Trafik (Y-OGT) değerine dönüştürmek için dönüştürme katsayılarını tespit etmektir. Seyyar sayımlar, kısa süreli sayımlar olarak nitelendirilir ve yıl içerisinde mevsimsel 7 gün 24 saatlik kısa süreli yapılır. Kısa süreli sayımlar;

1. Otomatik Taşıt Sayımı (OTS) yöntemi ve
2. Otomatik Taşıt Sınıflandırma Sayımı (OTSS) yöntemi

adı altında iki farklı yöntemle yapılmaktadır.

Ayrıca bölgelerde yapılan özel sayımlar yıllık program haricinde ve ihtiyaçlar doğrultusunda, genelde cihazlı sayımlarda 48 saat, el sayımlarında ise 8 saat süreyle yapılan sayımlardır. Sayımlar genellikle devlet yolları ve il yolları ile otoyolların ücretsiz olduğu kesimlerde yapılmaktadır.[1]

Bu çalışmada; KGM idaresinde bulunan rastgele 4. Bölge Müdürlüğü seçilerek bu bölge sınırları içinde kalan devlet yollarında 2004-2008 yılları arasında 40 KKK noktasında yapılmış olan 7 gün 24 saatlik mevsimsel OTSS1 trafik ölçüm taşıt verileri kullanılmaktadır. Bu veriler sürekli ve kalıcı düzeneyle kurulmuş noktalarda taşınabilir MetroCount (MC) taşıt sayım cihazları kullanılarak yapılan trafik ölçümleriyle elde edilmektedir.

KGM tarafından yapılan ölçümler, MC cihazlarından alındıktan sonra çeşitli bilgisayar programları ile toplam taşıt adedi, her bir ölçümde taşıt sayımı yapılan süre, ortalama taşıt adedi bilgileri okunmakta ve farklı zamansal türlerde yıllık, mevsimsel, aylık, haftalık, hafta içi, hafta sonu, günlük ve saatlik bazda hazırlanmaktadır.

KKK noktalarına ait yıllık bazda ortalama günlük trafik değerleri kullanılarak, yıllık ve mevsimsel trafik dağılımları arasındaki benzerlikler ve yol ağı trafiğinin modellenmesi istatistiksel analiz yöntemleri ile belirlenmektedir. Yılın dört mevsimi trafik ölçümü yapılan KKK noktalarında, YOGT ile MOGT değerleri arasındaki değişimler irdelenerek, matematiksel modeller geliştirilmekte ve dört mevsim trafik ölçümü yapılmayan KKK noktalarına ait Mevsimsel bazda Ortalama Günlük Trafik (M-OGT) ve Ortalama Araç Hız (M-OAH) değerleri elde edilmektedir.

Bu çalışmada hesaplanan dönüşüm katsayılarının kullanımı ile mevcut herhangi bir mevsime ait OGT ile yıllık bazda OGT değerini veya bulunan yıllık bazda OGT ile herhangi bir mevsime ait OGT değerini elde etmek mümkün olmaktadır.

Tezin ikinci bölümünde çalışmaya yönelik temel bilgiler yer almaktadır. Dünyada ve KGM tarafından Türkiye karayollarında uygulanan trafik ölçüm yöntemleri, bu

yöntemler kapsamında kullanılan metotlar ve ölçüm cihazları hakkında genel bilgi verilmektedir. Ayrıca yol ağı trafiği modellenmesine yönelik veri analizlerinde kullanılan istatistiksel analiz yöntemleri hakkında da bilgi verilmektedir.

Tezin üçüncü bölümünde, yol ağı trafik modellenmesi için yaklaşım, kavramsal olarak ve genel akım şemaları yardımıyla açıklanmaktadır. Ayrıca verilerin alınması, tasnifi, analizi ve değerlendirilmesine dair akım şemaları da sunulmaktadır.

Dördüncü bölümde tez çalışmasında örnek uygulama için seçilen KGM 4. Bölgeye ait bulunan illere göre yol cinsleri ve uzunlukları, trafik dağılımı, her ildeki karayolu kontrol kesimlerine ait trafik ölçüm bilgileri de sunulmaktadır. Ayrıca çalışma sırasında kullanılan veritabanı da açıklanmaktadır.

Beşinci bölümde, üçüncü bölümde kavramsal olarak açıklanan taşıt trafiği analizleri ile çalışmada uygulanan istatistiksel yöntem uygulamaları yer almaktadır. Geliştirilen matematiksel modeller yardımıyla öncelikle kümeleme, sonra ayrıştırma analizleri ile 3 ila 6 adet farklı grup oluşturulmakta, her bir grup ve kesim için yıllık ve mevsimsel bazda genişleme katsayıları, araç tür ve yön dağılımları trafik karakteri olarak belirlenmekte ve yol ağı trafik modellenmesi yapılmaktadır. Bölümün sonunda ise elde edilen sonuçlar özetlenmekte ve değerlendirilmektedir.

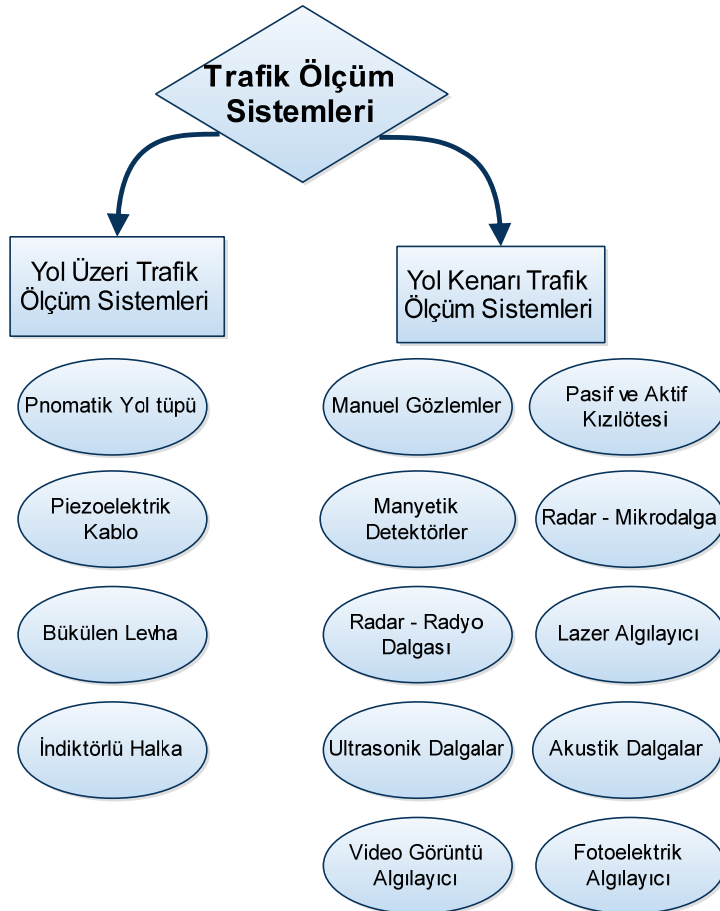
Altıncı bölümde ise tez kapsamında yapılan çalışmalar süresince saptanan görüşler, elde edilen sonuçlara ait değerlendirmeler, karayolları taşıt ölçümleri ve ileride yapılacak çalışmalar için düşünce ve öneriler bulunmaktadır.

2. TEMEL BİLGİLER

2.1. Trafik Ölçüm Sistemleri

Karayolu işletme, planlama ve uygulama aşamalarında trafik verilerinin rolü çok büyüktür. Sağlıklı bir çalışmanın yapılması için verilerin toplanması, düzenlenmesi ve değerlendirilmesi önemli bir aşamadır.

Trafik sayımlarında teknolojinin de gelişmesi ile birlikte yeni cihazlar ile ölçümler yapılmaktadır. Ölçümlerin teknolojik yöntemlerle yapılması sayesinde değerlendirmeler daha sağlıklı ve doğru olmaktadır. Ölçümlerde kullanılan aletler yol üzeri ve yol kenarı sistemler olmak üzere iki çeşittir.



Şekil 2.1. Modern trafik veri toplama cihazları ve yöntemleri.

2.1.1. Yol üzeri trafik ölçüm sistemleri

Pnömatik yol tüpü (Pneumatic road tubes): İçi hava dolu lastik tüplerin yola dik olarak yerleştirilmesi ile yapılan ölçüm çeşididir. Tüplerin uçlarında bulunan sensörler sayesinde, araçlar tüpün üzerinden geçerken oluşan basınç değişimleri ile hareketlendirdikleri hava sayesinde aracın verileri kaydedilir. Basit taşıt sayımları ve hız ölçümleri yapılmaktadır.

Piezo-Elektrik kablo (Piezo-Electric cable): Basınç algılayan ve piezoelektrik özellikleri olan kablolar tarafından yapılan ölçümlerdir. Araçların geçişleri sırasında kabloların üzerlerinde oluşan deformasyonlar sayesinde kabloların elektrik iletimlerindeki değişimler ile araç sayımı, hızı, kategorisi ve ağırlığı ölçülmektedir. Yol yüzeyine açılan çukurlara yerleştirilen kablolar uzun ömürlü olup lastik tüplere göre daha dayanıklıdır.

Bükülen levha (Bending plate): Bu ölçüm çeşidi genel olarak hareketli ağırlık ölçümlerinde kullanılır. Taşıtlar yola kurulan metal bir ölçüm tartısının üzerinden geçerken levha taşıtın ağırlığından dolayı bükülür, bu bükülme sonucu levhada oluşan basınç, basınçölçerler tarafından tespit edilmekte ve ölçümler yapılmaktadır. Bu ölçümlerde taşıt sınıflandırma işlemleri ve hız tespiti de yapılabilmektedir.

İndüktörlü halka (Inductive loop): İndüktörlü halkaların yol üzerine döşenmesi sonucu oluşan elektromanyetik alanlardan geçen taşıtların elektrik akımlarını değiştirmesi sonucu ölçüm yapılır. Taşıtlarla ilgili sayım, ağırlık, hız ve kategori verileri kaydedilmektedir.

2.1.2. Yol kenarı trafik ölçüm sistemleri

Manuel gözlemler (Manual observations): İnsanlar tarafından yapılan gözlemlere manuel gözlemler denir. Bu gözlemler küçük hacimli trafik kesimlerinde formlar vasıtasıyla yapılırken büyük hacimli trafik kesimlerinde kronometre ve manuel

sayaçlar vasıtasıyla yapılır. İnsanlar tarafından yapıldığı için kısa süreli ve hataya açıktır.

Pasif ve aktif kızılötesi algılayıcılar (Passive infrared detector): Aktif ve pasif kızılötesi ölçüm cihazlarının yol üzerinde konumlandığı yerde yaydığı kızılötesi enerji dalgalarının araçlar tarafından geri dönüşlerinin izlenmesi sonucunda ölçümler verir. Pasif kızılötesi cihazları yol kenarlarında bulunan direklere, üstgeçitlere veya köprülere kurulmaktadır. Aktif kızılötesi cihazlar yüzeye dik aşağı yönde veya yol kenarında yüzeye paralel yerleştirilir. Hem aktif hem de pasif kızılötesi algılayıcılar; taşıt sayımı, hız ölçümü ve kategori sınıflandırması yapabilmektedir.

Manyetik detektörler (Passive magnetic detector): Araç geçişlerinde, Asfalt altına yerleştirilen manyetik detektörlere elektrik verilmesi ile oluşan manyetik alanlarda değişimler oluşur. Bu değişimler kenarlarda bulunan elektronik cihaza iletilir. Bu cihaz değişimlere göre ölçümler yapar ve araçların sayımıyla sınıflandırır. Manyetik detektörler araç geçişlerinin olmadığı zamanlarda birbirlerine sürekli dalgalar göndererek elektromanyetik dengeyi sağlarken, araç geçişleri sırasında dengenin bozulması ise ölçümlerin gerçekleşmesini sağlar.

Radar–Mikrodalga (Radar–Microwave): Radar cihazları sürekli olarak , konumlandığı yerden yol geçişlerine zayıf enerjili mikrodalga ışınları göndererek geri dönüş sürelerini ölçer. Araç geçişleri sırasında mikrodalga dönüşleri sürelerinin değişimi göz önünde bulundurularak aracın hızı hesaplanabilmektedir.

Radar–Radyo dalgası (Radar–Radio waves): Taşıtların belirli bir kesimden geçişleri sırasındaki mesafe, pozisyon, hız ve yer değişimlerinin hesaplanması radar cihazları tarafından yapılır. Konumlandığı yerden yaydığı radyo dalgalarının geri dönüşlerine göre hesaplar yapılır. Bu tür cihazların en büyük handikapları, iklim koşulları veya gece gündüz durumları sebebiyle farklı sonuçlar ortaya koymasındır.

Lazer algılayıcısı (Laser detector): Yol kenarı ölçüm sistemlerinin bir diğer yöntemi lazer algılayıcısıdır, ölçüm yapan kişi tarafından yol üzerine sürekli lazer ışınları

gönderilir. Bu cihazla yapılan ölçümler radar ölçümlerine göre daha hızlı ve hassastır.

Ultrasonik dalgalar (Ultrasonic wave): Ses dalgaları ile çalışan ultrasonik cihazlar, dalgaların geri dönüş zamanlarına göre taşıtlarının sayımlarını yapmaktadır. Ses dalgalarının geri dönüşlerinin hızlı olması sayesinde sayımlar hızlı yapılabilmektedir.

Akustik dalgalar (Acoustic wave): Akustik ölçüm cihazları, ölçüm yapılan yol kesiminde yoldan geçen araçlardan gelen sesleri, daha önceden kaydedilen seslere göre sınıflandırır. Taşıtlardan alınan sesler en çok hangi sınıfa ait benzerlik gösteriyorsa o taşıt kategorisine eklenir.

Video görüntüsü algılayıcı (Video image detector): Kamera ile görüntü alınan yol kesiminin görüntüleri üzerinde yapılan analiz sonuçlarına göre sınıflandırmalar yapılır. Ölçüm yapılacak olan yol kesiminde görüş açısına göre kameranın yerleştirileceği yere dikkat edilmelidir. Video görüntü algılayıcısı ile yapılan ölçümlerde taşıt sayımları, kategorileri ve hız verileri elde edilir.

Fotoelektrik algılayıcısı (Interruption of a light beam): Ölçüm yapılan yol kesiminde hareket eden araçlardan gönderilen ışık demetlerine göre sınıflandırmanın yapıldığı ölçüm çeşididir.

2.2. Türkiye’de Kullanılan Trafik Ölçüm Cihazları ve Yöntemleri

Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından Türkiye genelinde trafik sayımları yapılmaktadır. Bu sayımlar seyyar, sabit ve özel sayımlar olmak üzere üç farklı şekilde olmaktadır. 2008 yılı içerisinde gerçekleştirilmiş olan trafik ölçüm yöntemleri ile ilgili detaylı bilgiler Şekil 2.2’de verilmektedir.[3]

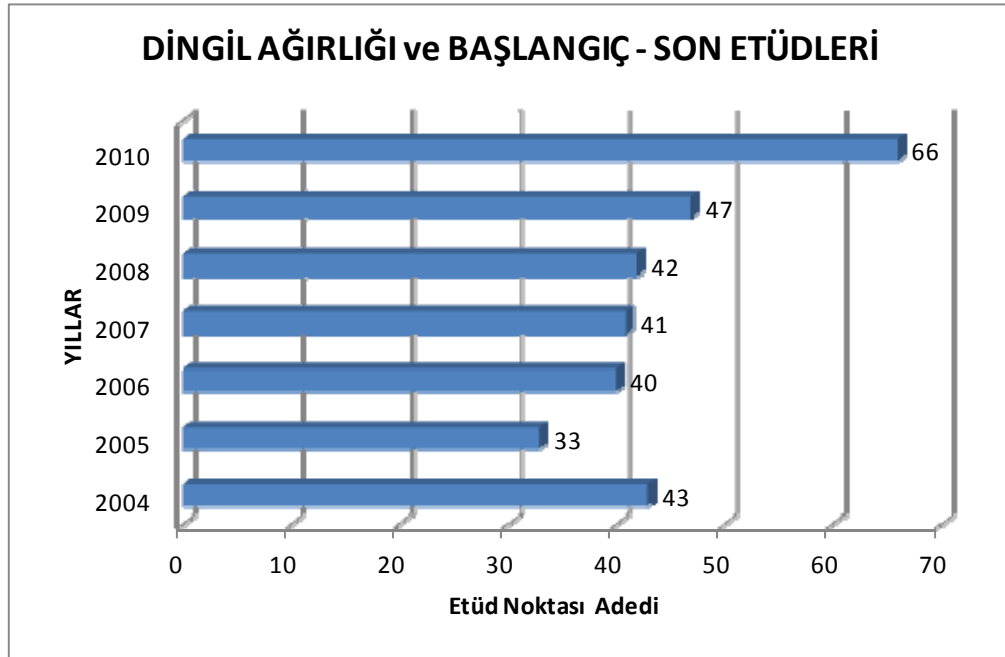


Şekil 2.2. 2008 yılında gerçekleştirilen ulaşım etütleri.

KKK noktalarında yıl içerisinde cihazların türlerine göre sayımlar yapılmaktadır. Bu sayımlar OTSS uygulamalarında üç adet yöntem ile uygulanmaktadır. Hava basınçlı hortumlu cihazlar ile yapılan ölçümler OTSS1, hareketli ağırlık ölçüm cihazları ile yapılan sayımlar OTSS2 ve manyetik döngülü cihazlar kullanılarak yapılan ölçümler OTSS3 olarak adlandırılır.

Seyyar sayımlar kısa süreli sayımlar olup yıllık programlar dahilinde 4 mevsim, 7 gün ve 24 saat boyunca yapılan sayımlardandır. Türkiye genelinde OTSS1 yöntemi ile sayımlar yapılmaktadır. Bu sayımlarda, sistem taşıt sınıflandırmaları, 11 sınıfta aks sayısına ve aks mesafelerine göre gerçekleştirilmektedir.[1]

Dingil Ağırlığı ve Başlangıç – Son Etütleri sonuçları sayesinde yük cinslerine ve taşıt sınıflarına göre taşıt başına ortalama taşınan yük miktarı, taşıt sayılarına göre yük cinslerinin dağılımı, taşınan yük miktarına göre yük cinslerinin dağılımı, taşıt sınıflarına göre dingil tipleri tahmin edilmektedir. Türkiye genelinde 2010 yılında 66 noktada Dingil Ağırlığı ve Başlangıç – Son Etütleri sayımları yapılmıştır.[1] 2004–2010 yılları arasında KGM tarafından kontrol kesimlerinde yapılan Dingil Ağırlığı ve Başlangıç – Son Etütlerinin dağılımı Şekil 2.3'te gösterilmektedir.

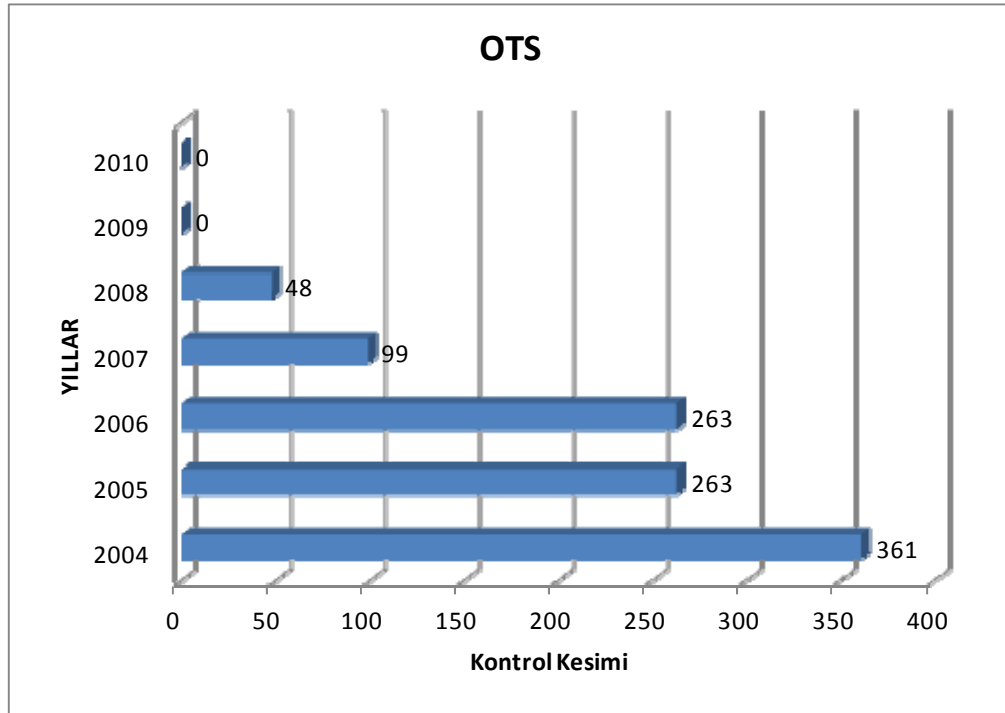


Şekil 2.3. Yıllara göre dingil ağırlığı ve başlangıç-son etüt noktası adedi.

2.2.1. Otomatik taşıt sayımı (OTS)

Otomatik Taşıt Sayımı, kontrol kesimlerinde her mevsim en az 7 gün 24 saat süreyle otomatik sayım cihazlarıyla yapılan trafik sayımlarıdır. Bu sayımlar da sadece toplam trafik bilgisi elde edilmektedir, bu sebeple kontrol noktalarına en yakın sayım ve sınıflandırma istasyonuna ait bilgiler yardımıyla veriler elde edilmektedir. KGM yayımladığı yıllık trafik ve ulaşım bilgilerinde yapılan sayımların Yıllık OGT değerlerine dönüştürülmesi amacıyla aylık katsayılar kullanılmaktadır.

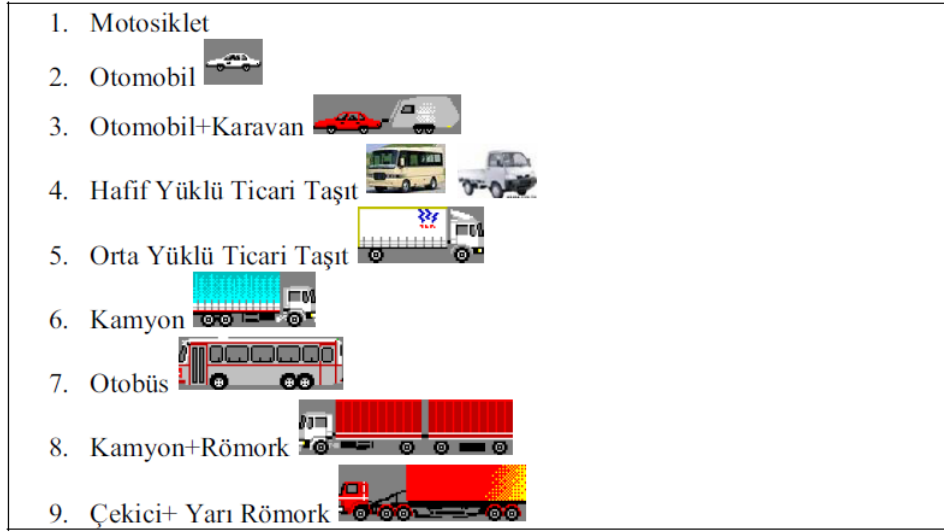
2009 ve 2010 yıllarından beri KGM bünyesinde OTS cihazı bulunmamaktadır. Bu cihazların yerini daha iyi sonuçların alındığı OTSS3 cihazları almaktadır.[1] 2004–2010 yılları arasında OTS cihazı ile ölçüm yapılan kontrol noktalarının dağılımı Şekil 2.4 de gösterilmektedir.



Şekil 2.4. Yıllara göre OTS trafik ölçümü yapılan kontrol noktası adedi.

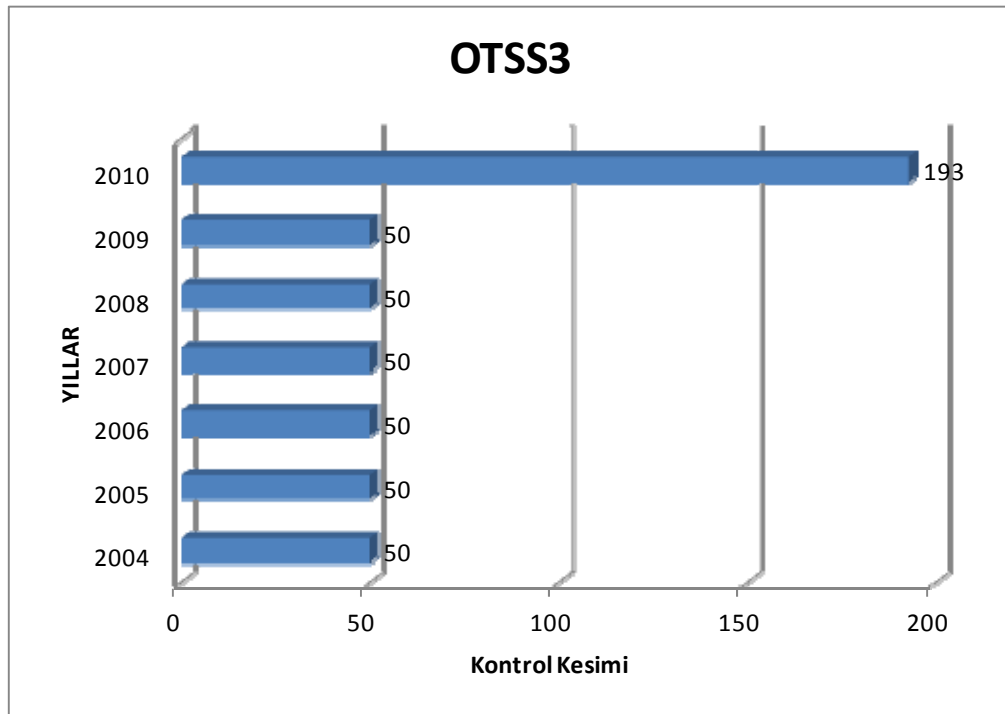
2.2.2. Otomatik taşıt sınıflandırma sayımları (OTSS3)

2006 yılından itibaren kullanılan OTSS3 sayımları, manyetik döngülü cihazlar kullanılarak yapılan sürekli sayım ve sınıflandırma istasyonları ile yapılmaktadır. Türkiye genelinde KGM, 7 gün 24 saatlik sayımları 365 gün boyunca yapmaktadır. 2010 yılında 193 kontrol kesiminde OTSS3 sayımları yapılmıştır. Yapılmış olan OTSS3 sayımlarından elde edilen aylık değişim katsayıları sayesinde kısa süreli sayımların yapıldığı kesimlerdeki trafik bilgileri Yıllık OGT'ye dönüştürülmektedir. OTSS3 sayımlarında taşıt uzunluklarına göre, Motosiklet, Otomobil, Otomobil + Karavan, Hafif Yüklü Ticari Taşıt, Orta Yüklü Ticari Taşıt, Kamyon, Otobüs, Kamyon + Römork, Çekici + Yarı Römork olarak 9 ayrı sınıflandırma yapılmaktadır.[6] OTSS3 sayımlarının yapıldığı cihazlardaki hata oranı trafik sayımlarında $\pm\%5$ sınıflandırma sayımlarında ise $\pm\%10$ olduğu bilinmekte ve sonuçlar değerlendirilirken göz önünde bulundurulmaktadır.[1]



Şekil 2.5. Sabit trafik sayım ve sınıflandırma cihazları sınıflandırma şeması.

2006–2010 yılları arasında KGM bünyesinde Türkiye genelinde OTSS3 sayımlarının yapıldığı kontrol kesimlerinin grafiksel dağılımı Şekil 2.6’da gösterilmektedir.

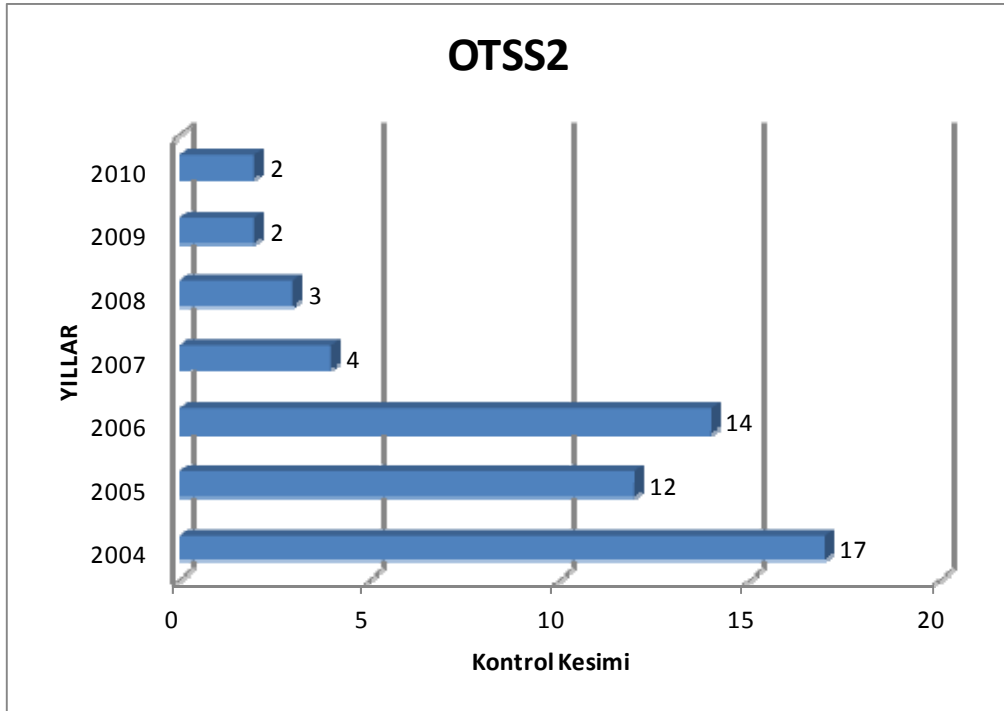


Şekil 2.6. Yıllara göre OTSS3 trafik ölçümü kontrol noktası adedi.

2.2.3. Otomatik taşıt sınıflandırma sayımları (OTSS2)

OTSS2 sayımları, hareketli ağırlık ölçüm cihazları kullanılarak yapılan trafik sınıflandırma sayımlarıdır. 2010 yılı içerisinde Türkiye genelinde KGM tarafından 2 adet sabit istasyonda sayımlar yapılmıştır. OTSS2 sayımlarının yapıldığı cihazlarda 13 farklı kategoride sınıflandırma yapılmaktadır.[1]

2004–2010 yılları arasında Türkiye genelinde OTSS2 sayımlarının yapıldığı kontrol kesimlerinin dağılımları Şekil 2.7’de gösterilmektedir.



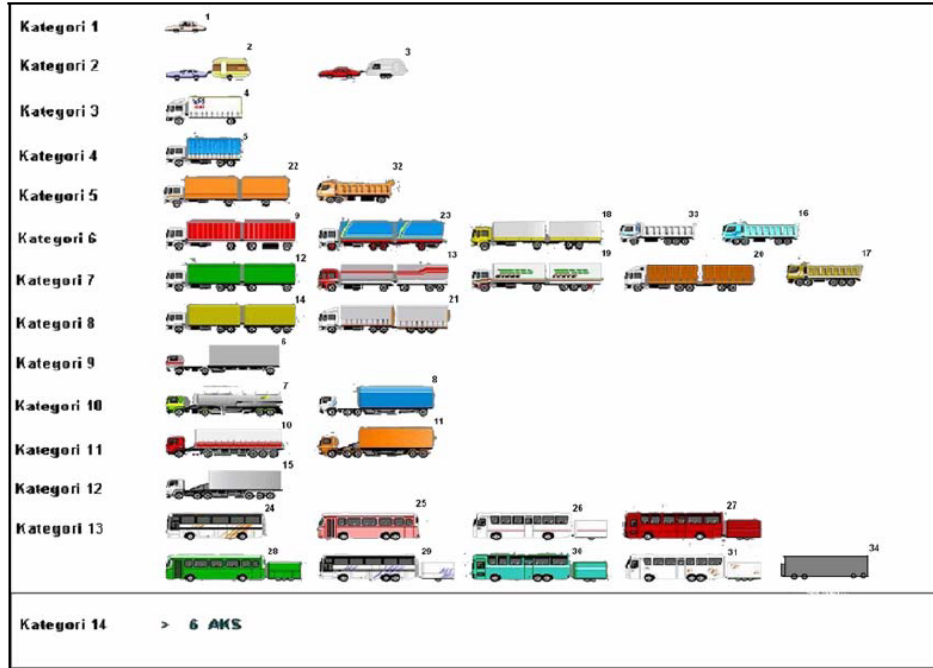
Şekil 2.7. Yıllara göre OTSS2 trafik ölçümü yapılan kontrol noktası adedi.

OTSS2 sayımları hareketli ağırlık ölçüm cihazları ile yapılmaktadır. Bu cihazlar ile yapılmış olan sayımlardan elde edilen veriler ile karayolunda yapılacak olan yatırımın belirlenmesinde, yapım ve işletim çalışmalarında etkili çözümler elde edilebilmektedir.

Cihazlarda herhangi bir teknik arıza ortaya çıkmadığı sürece KKK noktalarında yıl içerisinde eksiksiz taşıt sayımları yapılabilmekte ve Yıllık OGT değerleri kesin bir şekilde hesaplanabilmektedir. WIM istasyonları, aşırı yüklü ağır araçların köprülere veya yol üst yapısına zarar vermesini önlemektedir. Ayrıca ihlal kontrollerinde taşıtların ağırlıklarını hareket halinde ölçebildikleri için trafiğin akışını engellememektedir.

Hareketli ağırlık ölçüm cihazları, 14'ü istatistiksel kategori olmak üzere toplam 34 alt kategoride toplanmaktadır. Bu kategori taşıtların toplam ve aks ağırlıklarına, hız ve sınıflandırma bilgilerine, taşıtların uzunluklarına ve aks mesafelerine göre gruplara ayrılmaktadır.[6]

Hareketli ağırlık ölçümlerinde; asfaltın altına yerleştirilen piezo elektronik sensör cihazları ile seyir halindeki her bir taşıtın boyuna, dingil sayısına, dingil ağırlığına, dingillerin birbirleri ile olan konumuna ve taşıtın hızına ait bilgiler ile taşıtlar arası mesafeler kaydedilmektedir.



Şekil 2.8. Hareketli ağırlık ölçüm cihazları sınıflandırma şeması.

Genel olarak WIM sistemi üç kısma ayrılır. Bunlar;

- Tartım cihazı (ağırlık sensörü)
- Veri toplama birimi (ağırlık sensörü ara yüz kartı)
- Bilgisayar sistemi bileşenleri

Taşıtların geçişi sırasında tartım yapan aks petlerinden veya piezo elektrik kablolarından gelen sinyaller, verileri bilgisayarda kullanılabilecek duruma getiren bir dönüştürücü ile dönüştürülerek bilgisayara aktarılmakta ve bilgisayardaki yazılımlar sayesinde taşıtlara ağırlık tespiti yapılmaktadır.

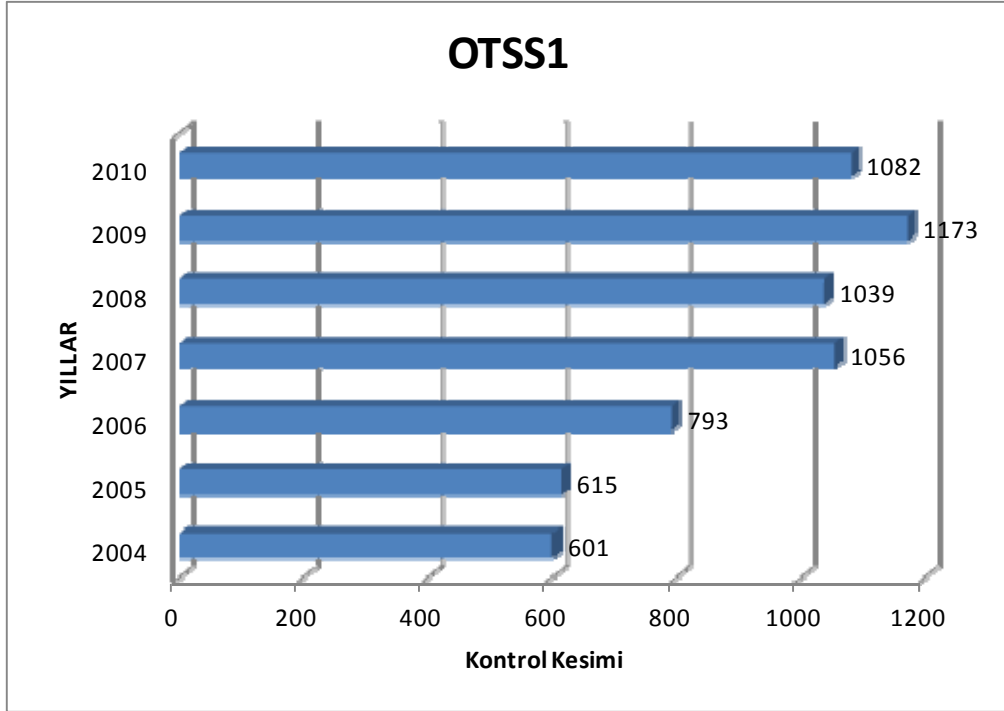
Hareketli ağırlık ölçüm cihazları ile yapılan ölçümlerde aşırı yüklü araçların trafiğe çıkması engellenmektedir. Böylelikle üstyapı onarım maliyetleri azaltılmakta ve ticari trafik akışı gözlemlenerek bu konuda yatırım planlamaları yapılmaktadır. Ayrıca ölçüm yapılan kesimlerde meydana gelen trafik kazaları ile bu kesimlerdeki trafik yoğunlukları arasında ilişkiler irdelenmektedir.

2.2.4. Otomatik taşıt sınıflandırma sayımları (OTSS1)

KKK'de her mevsim en az 7 gün 24 saat süreyle taşınabilir hava basınçlı hortumlar kullanılarak yapılan taşıt sınıflandırma sayımlarıdır. KGM tarafından Türkiye genelinde 2010 yılında 1 082 noktada yapılmıştır. KGM bünyesinde 353 adet hava basınçlı hortumla sayım yapan cihaz bulunmasına karşın cihazların seyyar olmasından dolayı daha fazla noktada sayım yapılmaktadır. Bu nedenle KGM tarafından bu cihazların kullanımı her yıl artmaktadır.

OTSS1 sayımları yapan cihazlar 11 farklı aks sayısına ve aks mesafelerine göre sayımlar gerçekleştirmektedir. [6] Bu cihazlar konumlandıkları KKK 'de en az 7 gün süreyle ölçüm yapacak şekilde monte edilmektedir. Cihazlar sayımları yaparken taşıt sayımların da $\pm\%5$ sınıflandırma sayımlarında ise $\pm\%10$ oranında hata oranına sahiptir.[1]

2004–2010 yılları arasında OTSS1 sayımlarının yapıldığı kontrol kesimleri Şekil 2.9’da görülmektedir.



Şekil 2.9. Yıllara göre OTSS1 trafik ölçümü yapılan kontrol noktası adedi.

KGM OTSS1 trafik ölçümü yapılan kesimlerde, seyyar sayımlardan elde edilen trafik değerleri, sürekli sayım yapan istasyonlardan alınan aylık ve mevsimlik katsayı bilgilerini kullanarak Yıllık OGT değerlerine dönüşmektedir.

OTSS1 trafik ölçümlerinde kullanılan MC cihazları, taşıt sınıflandırmalarını, aks sayısına ve aks mesafelerine göre Çizelge 2.1’de detaylı olarak verildiği gibi 12 farklı kategoriye ayırmaktadır. Tabloda 11 farklı araç türü bulunmakta ve MC cihazından elde edilen verilerde kategori dışında kalan ölçümler diğer kategorisinde verilmektedir.[6]

Çizelge 2.1. KKK’larda ölçüm yapılan araç türleri.

1. Kategori	Motersiklet	
2. Kategori	Otomobil	
3. Kategori	Orta Yüklü Ticari Taşıt	
4. Kategori	Otobüs	
5. Kategori	2 Akslı Kamyon	Kamyon
6. Kategori	3 Akslı Kamyon	
7. Kategori	4 Akslı Kamyon	
8. Kategori	3-4 Aks Kombinasyonu	Kamyon + Römork Çekici + Yarı Römork
9. Kategori	5 Aks Kombinasyonu	
10. Kategori	6 Aks Kombinasyonu	
11. Kategori	7 Aks ve Üzeri	
12. Kategori	Diğer	

Hava basınçlı hortumla çalışan MC cihazından aynı zamanda taşıt hızlarına ait veriler de toplanmaktadır. Hız bilgileri 3 farklı grupta değerlendirilmektedir;

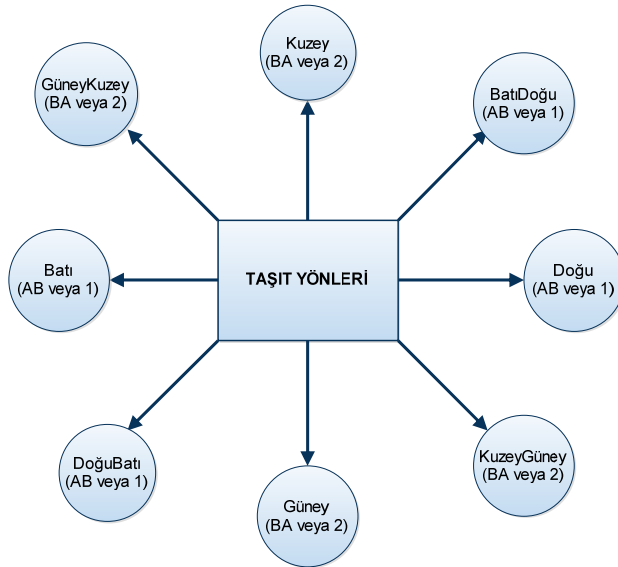
- Hızı 100 km/sa geçen otomobil yüzdesi, hızı 90 km/sa geçen orta yüklü ticari taşıt ve otobüs yüzdesi, hızı 80 km/sa geçen kamyon, kamyon + römork, çekici + yarı römork yüzdesi.
- Bütün taşıt sınıfları için ortalama hız.
- Bütün taşıt sınıfları için yüzde seksen beşlik (%85’lik) hız.

2.3. MC Taşıt Sayım ve Sınıflandırma Cihazı

Bu tez çalışmasında, KGM tarafından yapılan trafik ölçüm yöntemleri içerisinde MC cihazları kullanılarak yapılan mevsimsel 7 gün 24 saatlik OTSS1 trafik ölçümlerinden elde edilen taşıt bilgileri kullanılmaktadır.

2.3.1. MC cihazı çalışma prensibi

OTSS1 trafik ölçümlerinin yapıldığı kontrol kesimlerinde yol üzerinde belirli aralıklarla 2 adet aks sensörü döşenir. Bu sensörlerin üzerinden araçların geçmesi sırasında havalı hortumlarda hava geçişleri sağlanır ve yol kenarında bulunan cihaza sinyal iletilmiş olur. Yol kenarındaki cihaz tarafından kaydedilmiş olan sinyaller sayesinde aracın hızı ve sınıfı belirlenmektedir.[6] Taşıt sınıflandırmaları aks sayısına, aks mesafelerine ve aks gruplarına göre daha önce cihazlarda bilgileri mevcut olan 11 adet araç kategorisine ait verilerle kıyaslamakta ve yakın özellik gösteren kategori ile eşleştirmektedir. MC cihazından elde edilen sonuçlarda yön bilgisi “Batıya–Güneye” (AB yönü) olan taşıtlar 1 no.lu yön, “Doğuya–Kuzeye” (BA yönü) olan taşıtlar 2 no.lu yön ve her iki yöndeki taşıtların birlikte değerlendirildiği toplam yön, 0 no.lu yön olarak kabul edilmektedir. MC cihazı ile yapılan ölçümler için trafik yönleri, Şekil 2.10’da gösterilmektedir.



Şekil 2.10. MC ile yapılan ölçümlere ait taşıt yönleri gösterimi.

MC cihazları taşıt adedi, hız, ağırlık, taşıt sınıflandırması gibi tüm verileri taşıt tekerleklerinin hortumlara uyguladığı basınç miktarı ve geçiş hızını kullanarak hesaplamaktadır.

2.4. OGT, Yıllık OGT ve Mevsimsel OGT Değerleri

Bir KKK noktasında 365 gün 24 saat yapılan kesintisiz taşıt sayımları sonucu elde edilmiş olan toplam taşıt adedinin sayım yapılmış gün adedine bölünmesi ile günlük taşıt adedi ortalaması elde edilmektedir. Elde edilen bu değer yıllık ortalama günlük trafik (YOGT) değeridir. KKK'larda kullanılan ölçüm cihazlarının arızalanması, elektrik kesintisi veya teknik nedenlerden kapatılıp açılması, sökölüp tekrar kurulması; taşıt sayımlarının aksamasına, taşıt sayımlarının 365 gün yapılamamasına veya eksik yapılmasına sebep olmaktadır. Eksik ölçümler ile edinilmiş olan yıllık bazda ortalama günlük trafik (Y-OGT) değeri YOGT olmamaktadır. Yapılan sayımların bir yıl için 365 güne yaklaşması durumunda Y-OGT değeri YOGT değerine yakın sonuçlar vermektedir.

KGM tarafından MC cihazlarının kullanıldığı mevsimsel 7 gün 24 saatlik süre ile yapılan trafik ölçümleri ile 365 gün boyunca geçen taşıt adedi belirlenemediği için, bu yöntemle elde edilen taşıt verileri ile Yıllık OGT değerleri hesaplanamamaktadır.

KKK'larda yapılmış olan mevsimlik trafik ölçümleri ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimlerini kapsayan aylar içerisinde yapılan taşıt sayım verilerini içermektedir. İlkbahar mevsimi Mart, Nisan, Mayıs aylarından, yaz mevsimi Haziran, Temmuz, Ağustos aylarından, sonbahar mevsimi Eylül, Ekim, Kasım aylarından ve kış mevsimi de Ocak, Şubat, Aralık aylarından oluşmaktadır. Mevsimsel ortalama günlük trafik (MOGT) değerleri, hesaplanacak mevsime ait 3 aylık ve ayın her günü 24 saat sürekli olarak yapılan taşıt sayımlarından elde edilen mevsimsel toplam taşıt adedinin, ölçüm yapılan toplam gün adedine bölünmesi ile hesaplanabilmektedir.

KGM tarafından KKK'da yapılmış olan mevsimsel taşıt sayımlarında yıllık taşıt sayımlarında olduğu gibi cihazda oluşabilecek bir problem veya sayımda yaşanacak aksaklıklardan dolayı eksik sayımlar olabilmektedir. Elde edilen verilerin tam olmaması durumunda MOGT değeri hesaplanamamakta fakat mevsimsel bazda OGT değeri belirlenebilmektedir.

Ölçüm sürelerinin birbirinden daha uzun ya da kısa olması da yıllık ve mevsimsel ortalama günlük trafik ve hız hesaplarını etkilemektedir. Bu etkinin en aza indirgenmesi, daha gerçekçi mevsimsel dağılım ve etkileşimin elde edilmesi ve yıllık ortalamalar üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amacıyla, dört mevsim ölçümlerle hesaplanan mevsimsel ve yıllık ortalama trafik ile hız değerleri arasında istatistikî modeller geliştirilmektedir.

Türkiye sınırları içerisindeki devlet yollarında yapılan OTSS1 trafik ölçümlerinde MC otomatik taşıt sınıflandırması ve sayımı yapabilen cihazlar ile elde edilen şifreli düzendeki veriler, aynı firma tarafından geliştirilen MC Report adlı bir bilgisayar yazılımı ile farklı seçeneklere göre (tek tek taşıt, haftalık taşıt, günlük taşıt) düzenli bir rapor formatında kaydedilebilmektedir.

2.5. İstatistiksel Analizler

Taşıt sayım verilerinin analizine yönelik çalışmalarda kullanılan istatistiksel analiz yöntemleri şunlardır :

2.5.1. Kümeleme analizi

Kümeleme Analizi, (Clustering Analysis) X veri matrisinde yer alan ve doğal gruplamaları kesin olarak bilinmeyen birimleri, değişkenleri ya da birim ve değişkenleri birbiri ile benzer olan alt kümelere (grup, sınıf) ayırmaya yardımcı olan yöntemler topluluğudur.

Kümeleme analizi; birimleri, değişkenler arası benzerlik ya da farklılıklara dayalı olarak hesaplanan bazı ölçülerden yararlanarak homojen gruplara bölmek belirli prototipler tanımlamak amacıyla kullanılır.

Kümeleme analizi için başka bir tanım da şu biçimde yapılmaktadır. “ Kümeleme analizi, temel amacı nesneleri (birimleri) sahip oldukları karakteristik özellikleri baz alarak gruplamak olan çok değişkenli teknikler grubudur. Kümeleme analizi,

nesneleri küme içerisinde çok benzer biçimde, kümeler arasında farklı olacak biçimde kümeler. Kümeleme işlemi başarılı olursa, bir geometrik çizim yapıldığında nesneler küme içerisinde birbirine çok yakın, kümeler ise birbirinden uzak olacaktır.” (Hair vd, 1995)

Kümeleme analizi, temel olarak dört değişik amaca yönelik işlev yerine getirir.

- n sayıda birimi, nesneyi, oluşumu p değişkene göre saptanan özelliklerine göre olabildiğince kendi içinde türdeş ve kendi aralarında farklı alt gruplara ayırmak,
- p sayıda değişkeni, n sayıda birimde saptanan değerlere göre ortak özellikleri açıkladığı varsayılan alt kümelerle ayırmak ve ortak faktör yapıları ortaya koymak,
- Hem birimleri hem de değişkenleri birlikte ele alarak ortak n birimi p değişkene göre ortak özellikli alt kümelerle ayırmak,
- Birimleri, p değişkene göre saptanan değerlere göre, izledikleri biyolojik ve tipolojik sınıflamayı ortaya koymak

Kümeleme analizinin uygulama aşamaları aşağıdaki gibi verilebilir.

1. Birim ya da değişkenlerin doğal gruplamaları hakkında kesin bilgilerin bulunmadığı popülasyonlardan alınan n sayıda birimin p sayıda değişkenine ilişkin gözlemlerin elde edilmesi (veri matrisinin belirlenmesi)
2. Birimlerin/değişkenlerin birbirleri ile olan benzerliklerini ya da farklılıklarını gösteren uygun bir benzerlik ölçüsü ile birimlerin/değişkenlerin birbirlerine uzaklıklarının hesaplanması (Benzerlik ya da farklılık matrisinin belirlenmesi)
3. Uygun küme yöntemi yardımı ile benzerlik/farklılık matrisine göre birimlerin/değişkenlerin uygun sayıda kümelerle ayrılması

4. Elde edilen kümelerin yorumlanması ve bu kümeleme yapısına dayalı olarak kurulan hipotezlerin doğrulanması için gerekli analitik yöntemlerin uygulanması

Yukarıdaki açıklamadan da anlaşılacağı gibi kümeleme analizi çok sayıda değişik işlevi yerine getiren yöntemler topluluğudur. Bu nedenle farklı amaçlar için farklı yöntemler uygulanır. Ayrıca değişkenlerin ölçü birimlerinin ve ölçümleme tekniklerinin farklı olmasından ötürü birimlerinin benzerliklerinin ortaya konmasında da değişik ölçüler kullanılır.

2.5.2. Ayırıştırma analizi

Ayırıştırma Analizi (Discriminant Analysis), iki veya daha fazla grubu sınıflandırmak amacıyla yapılan analizdir. Analiz yapılırken tanımlanmış olan gruplar arasında bilinen örneklerle göre grupların kendi aralarında farklılıklarının bulunması ve grupların kendi içlerindeki değişimler ile gruplar arasındaki değişimlerin değerlendirilmesi sonucunda elde edilen kombinasyonları değerlendirilmektedir.

2.5.3. Regresyon analizi

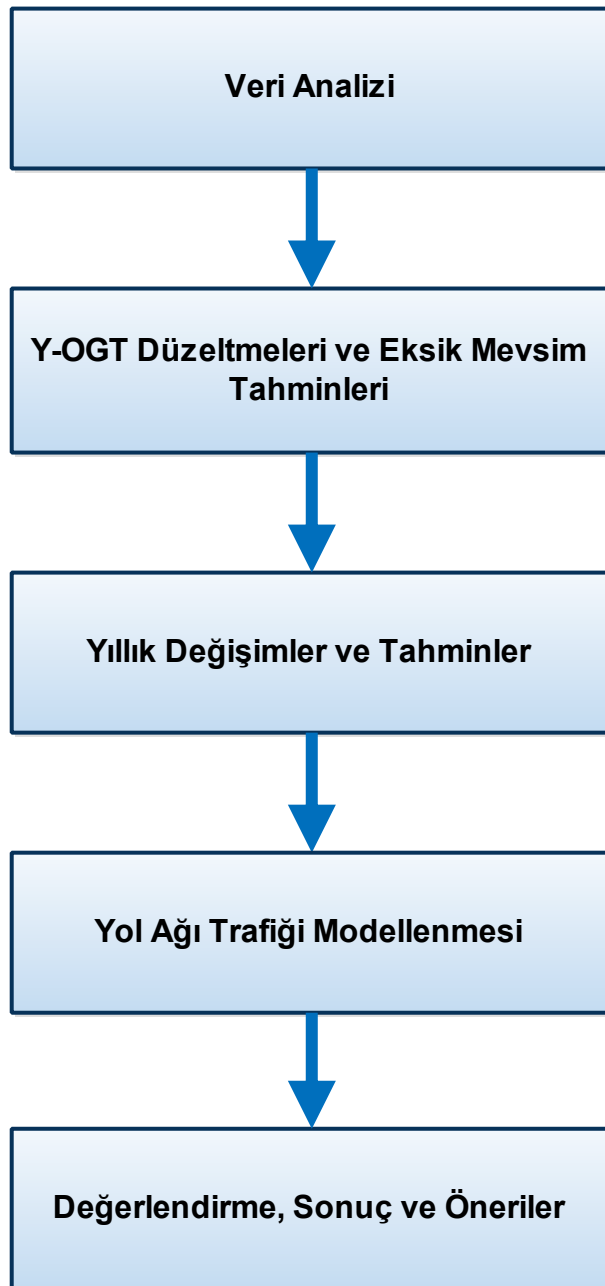
Regresyon analizi (Regression Analysis) bağımlı değişken ile bir veya daha çok bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla kullanılan bir analiz yöntemidir. Bir adet bağımsız değişkenin kullanıldığı regresyon tek değişkenli regresyon analizi, birden fazla bağımsız değişkenin kullanıldığı regresyon analizi de çok değişkenli regresyon analizi olarak adlandırılır.

Tek Değişkenli Regresyon Analizi: Tek değişkenli regresyon analizi bir bağımlı değişken ve bir bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi inceler. Tek değişkenli regresyon analizi ile bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki doğrusal ilişkiyi temsil eden bir doğrunun denklemi formüle edilir.

Çok Değişkenli Regresyon Analizi: İçinde bir adet bağımlı değişken ve birden fazla bağımsız değişkenin bulunduğu regresyon modelleri çok değişkenli regresyon analizi olarak bilinir.[9]

3. YOL AĞI TRAFİĞİ MODELLEMESİ İÇİN KAVRAMSAL YAKLAŞIM

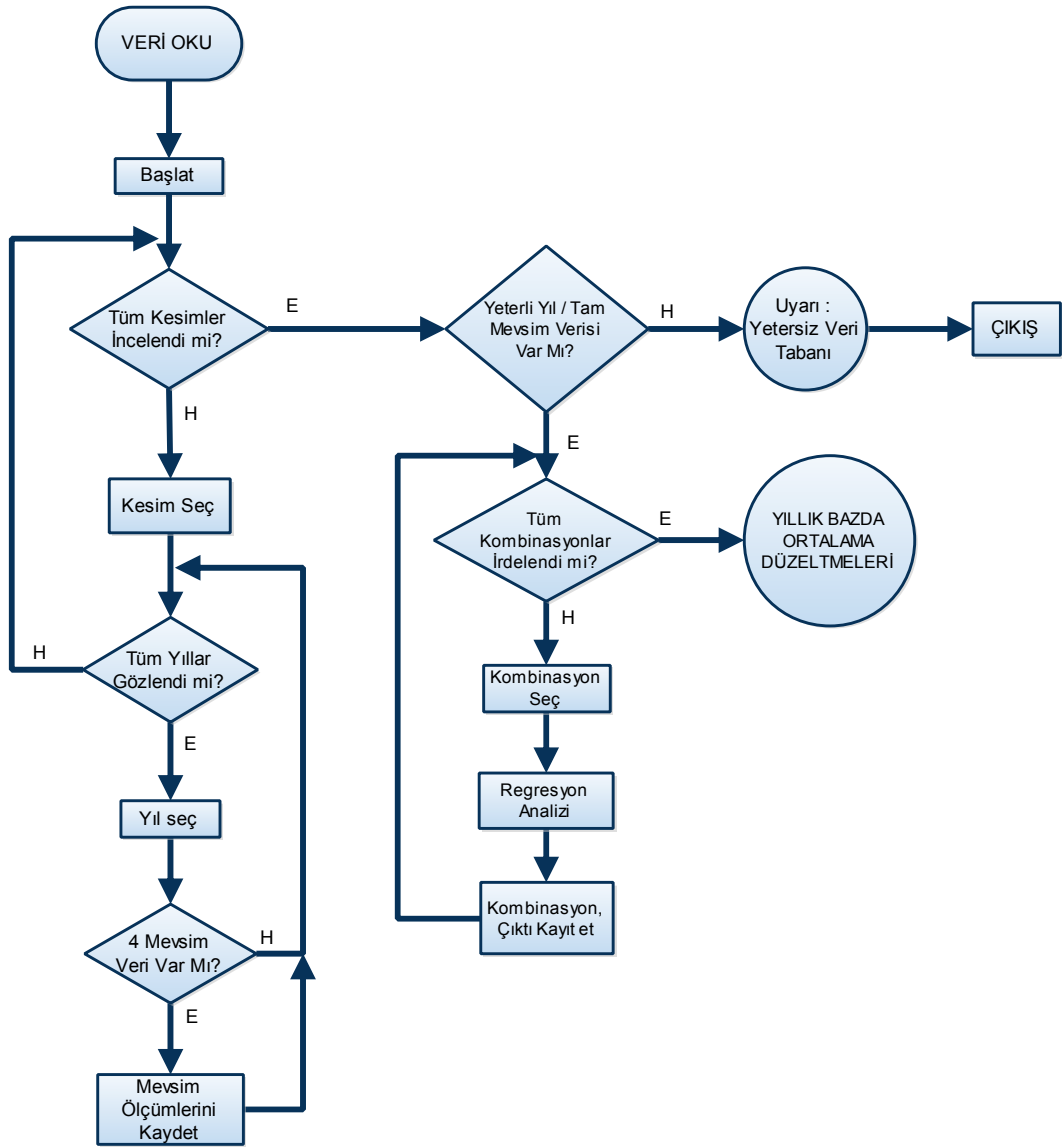
Yol ağı trafiğinin modellenmesine yönelik yaklaşım, gerçekleştirilen çalışmalar ve izlenen aşamalar Şekil 3.1’de sunulan genel akım şemasında özetlenmektedir. Akım şemasında yer alan işlemler; aşağıda alt başlıklar halinde detaylı olarak açıklanmaktadır.



Şekil 3.1. Yol ağı trafiğinin modellenmesi için genel akım şeması.

3.1. Veri Analizi

Veri analizi aşamasında Şekil 3.2’de sunulan akım şemasında belirtilen işlemler gerçekleştirilmektedir. Bu işlemler aşağıda detaylı olarak açıklanmaktadır:



Şekil 3.2. Veri analizi genel akım şeması.

“Veri Oku”: Veri tabanında bulunan tüm KKK’lara ait tüm yıllık, mevsimsel, aylık, haftalık, günlük ve saatlik veriler okunarak her bir KKK’da bulunan trafik bilgileri,

yön dağılımları, araç türleri, araç adetleri ve hız girdileri alınmakta veya verileri yüklenmektedir.

“Başlat”: Tüm işlem ve sonuçlarının sıfırlanmasıdır.

“Tüm Kesimler İncelendi mi?”: Veritabanında mevcut tüm kesimlerin incelenip incelenmediği kontrol edilmektedir.

“Kesim Seç”: İncelenmemiş kesim(ler) var ise seçilerek bu kesimin incelenmesi sağlanmaktadır.

“Tüm Yıllar Gözlendi mi?”: Seçilen kesime ait veri tabanında mevcut verilerin tamamının veya tüm ölçüm yıllarının gözlenip gözlenmediği kontrol edilmektedir. Tüm ölçüm yılları gözlendi ise diğer kesimlere ait işlemlere aksi halde aynı kesimin diğer yıllara ait ölçümlerine geçilmektedir.

“Yıl Seç”: İlgilenilen kesime ait ve henüz incelenmemiş yıllar seçilmektedir.

“4 Mevsim Veri Var mı?”: İlgilenilen kontrol kesiminin incelenen yıl ölçümleri içinde dört mevsim ölçüm yapıp yapılmadığı kontrol edilmektedir. Dört mevsim ölçüm var ise verileri kaydedilmekte, dört mevsim ölçümleri yok ise kesime ait bir başka ölçüm yılı seçimine geçilmektedir.

“Mevsim Ölçümlerini Kaydet”: Seçilen kontrol kesiminin incelenen yıl içindeki dört mevsim ölçüm sonuçları yani Yıllık OGT değeri ile tüm mevsimlere ait trafik ve hız bilgileri bir sonraki aşamada oluşturulan kombinasyonlarda kullanılmak üzere kaydedilmektedir.

“Yeterli Yıl / Tüm Mevsim Verisi Var mı?”: Tüm kesimler incelendikten sonra dört mevsim ölçüme sahip kesimler ile farklı yıllardaki ölçüm sonuçlarının yeterliliği ve güvenilirliği sorgulanmaktadır.

“Tüm Kombinasyonlar İncelendi mi?”: Tüm kontrol kesimlerinin farklı yıllara ait kaydedilmiş Y-OGT değeri ile M1, M2, M3 ve M4 değerleri ve HIZY değeri ile HM1, HM2, HM3 ve HM4 değerleri arasında geliştirilebilecek modeller taranmaktadır.

Bu aşamada; her kesimde, her yıl, 4 mevsim ölçüm sonucunun mevcut olmadığı, ölçümleri yapılmayan mevsimlerin birden fazla ve değişken olduğu gerçeğinden hareketle 1 ila 4 adet mevsimsel ölçümlere ilişkin olası tüm kombinasyonlara ait istatistiksel modeller, eşitlik (1) de verilen biçimde tek bir bağımsız değişken ile oluşturulan modellerdir. Kontrol kesimlerine ait dört mevsim ölçümleri ile elde edilen yıllık bazda ortalama günlük trafik ve yıllık bazda ortalama araç hız değerleri, mevsimsel ölçümler bazında değerlendirilmekte ve mevsimsel etkiler, etkileşimler ve değişimler bulunmaktadır. Kontrol kesimlerinde yapılan ölçümler genel olarak 7 gün 24 saat civarında bir süreyi kapsamakta olup ölçülen derlenen araç adetlerinin ölçüm süresine bölünmesi ile ortalama günlük trafik ve ölçülen araç hızları toplamının araç adetine bölünmesi ile de ortalama araç hızları elde edilmektedir. Y: yıllık bazda ortalama günlük trafik veya hız ortalamaları olup, X bağımsız değişkeni ise her bir farklı mevsimsel ölçüm kombinasyonuna göre oluşturulabilen ortalamalardır. Eşitlik (2)’de verildiği şekliyle, c katsayıları mevsimsel ölçüm bulunup bulunmadığını belirleyen katsayılardır. “x” değerleri ise mevcut mevsimsel ölçümlere ait ortalama günlük trafik veya hız değerleridir. Bir başka deyişle c_i katsayısı mevsimsel veri olması durumunda 1 tersinde ise 0 değeri ile ifade edilmekte olup mevsimsel ortalamalar ise x_i değişkeni ile temsil edilmektedir.

$$Y = aX + \varepsilon \quad (1)$$

Y : Ortalama Günlük Trafik veya Ortalama Araç Hızları

a : bağımsız değişkene ait katsayı

X : Mevsimsel Ortalama Günlük Trafik veya Ortalama Araç Hız Kombinasyonları

ε : Hata terimi

$$X = \frac{\sum_{i=1}^4 c_i x_i}{\sum_{i=1}^4 c_i} = \frac{c_1 x_1 + c_2 x_2 + c_3 x_3 + c_4 x_4}{c_1 + c_2 + c_3 + c_4} \quad c_i = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases} \quad \forall i = 1, 2, 3, 4 \quad (2)$$

“Kombinasyon Seç”: Yıllık bazda Ortalama Günlük Trafik ve Ortalama Araç Hız değerleri ile 15 adet farklı mevsimsel kombinasyon veya bağımsız değişken arasında regresyon modelleri geliştirilebilmektedir. Mevsimsel kombinasyonlar; tek mevsim ölçüme dayalı (4 adet), ikili mevsimsel ölçüme dayalı (6 adet), üçlü mevsimsel ölçüme dayalı (4 adet) ve dört mevsim ölçüme dayalı (1 adet) ortalamalar (X değişkeni) olmak üzere toplam 15 adettir.

“Regresyon Analizi”: Yıllık ile Mevsimsel Ortalama Günlük Trafik değerleri ve Yıllık ile Mevsimsel Ortalama Araç Hız değerleri arasında oluşturulabilen 15 farklı mevsimsel kombinasyona ait regresyon modelleri geliştirilmektedir. Bu kombinasyon modelleri kullanımıyla; gerek yıllık bazda ortalama düzeltme veya kalibrasyonları yapılabilmekte gerekse eksik mevsimsel ölçüm tahminleri gerçekleştirilebilmektedir.

“Kombinasyon Çıktı Kaydet”: Regresyon analizi sonuçları değerlendirilerek her bir kombinasyona ait model katsayısı (a), standart sapması (S), regresyon katsayısı (R^2 ve düzeltilmiş R^2) değerleri kaydedilmektedir.

“Yıllık Bazda Ortalama Düzeltmeleri ve Eksik Mevsim Tahminleri”: Kombinasyon modellerinin geliştirilmesini takiben aşağıda detayları ile açıklanan “Yıllık Bazda Ortalama Düzeltmeleri ve Eksik Mevsim Tahminleri” işlemlerine geçilmektedir.

3.2. Yıllık Bazda Ortalama Düzeltmeleri ve Eksik Mevsim Tahminleri

KKK’larda yapılmış olan ölçümler arasında varsa eksik verilerin tamamlanması ve Yıllık bazda Ortalama Günlük Trafik ve Ortalama Hız değerleri kalibrasyonu veya düzeltmeleri için Şekil 3.3’de sunulan akım şeması kullanılmaktadır.

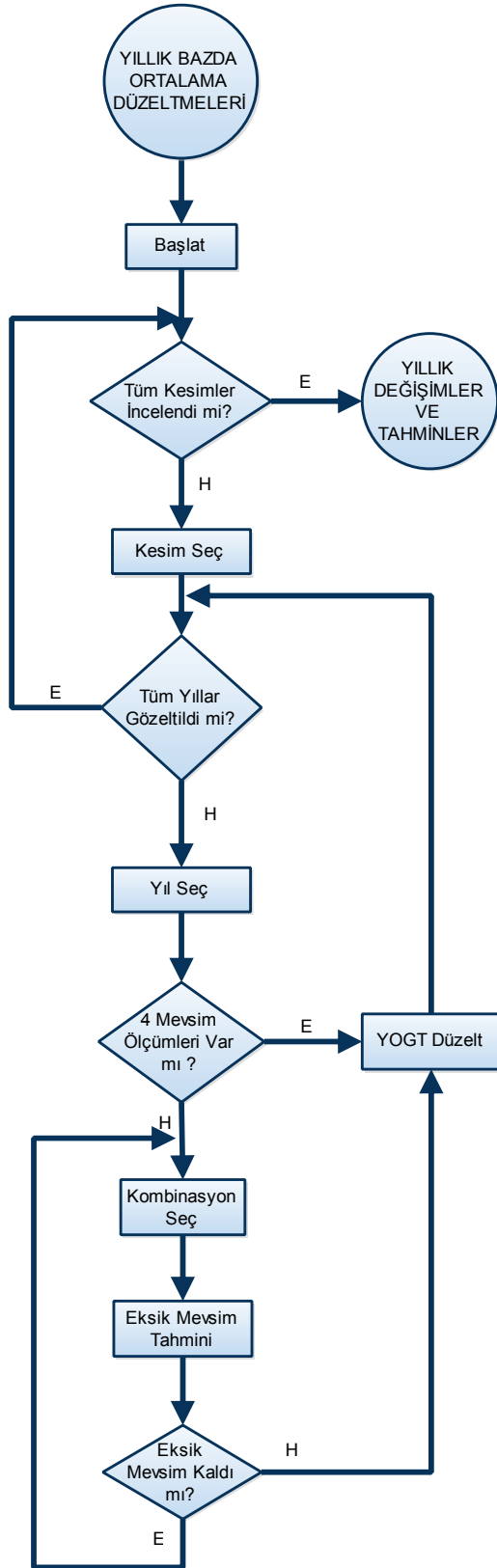
“Yıllık Bazda OGT (OAH) Düzeltmeleri ve Eksik Mevsim Tahminleri”: Seçilen kontrol kesiminde dört mevsim ölçüm var ise Yıllık bazda OGT ve OAH düzeltmeler, eğer dört mevsim ölçüm yok ise OGT ve OAH düzeltmeleri ile birlikte eksik mevsim verileri tahmin edilmektedir.

“Tüm Kesimler İncelendi mi?": Kontrol kesimlerinin tamamının incelenip incelenmediği kontrol edilmektedir. Tüm kesimler ve ölçüm yılları incelenene kadar düzeltme ve tahmin işlemleri tekrarlanmakta, tüm kesimler için işlemler tamamlanınca ise “Yıllık Değişimler ve Tahminler” isimli aşamaya geçilmektedir.

“Kesim Seç”: Ölçümlerin yapıldığı kontrol kesimleri teker teker seçilerek tamamının incelenmesi sağlanmaktadır.

“Tüm Yıllar Gözlendi mi?": Seçilen kesime ait veri tabanında mevcut verilerin tamamının veya tüm ölçüm yıllarının gözlenip gözlenmediği kontrol edilmektedir. Tüm ölçüm yılları gözlendi ise diğer kesimlere ait işlemlere aksi halde aynı kesimin diğer yıllara ait ölçümlerine geçilmektedir.

“Yıl Seç”: İlgilenilen kesime ait ve henüz incelenmemiş yıllar seçilmektedir.



Şekil 3.3. Yıllık bazda OGT (OAH) düzeltme ve eksik mevsim tahmini akım şeması.

“4 Mevsim Veri Var mı?": İlgilenilen kontrol kesiminin incelenen yıl ölçümleri içinde dört mevsim ölçüm yapıp yapılmadığı kontrol edilmektedir. Dört mevsim ölçüm var ise YOGT düzeltmeleri yapılmakta, dört mevsim ölçümleri yok ise uygun olan kombinasyon seçimine geçilmektedir.

“Kombinasyon Seç": İrdelenen kontrol kesiminde dört mevsim ölçüm verisi yok ise eksik olan mevsimsel ölçümler tek tek mevcut olan ölçümler ile kombine edilmekte geliştirilmiş 15 adet kombinasyon modeli içinden maksimum regresyon katsayısı ve minimum sapma değerine sahip kombinasyon öncelikle seçilmekte, bu kombinasyon içerisindeki eksik mevsimsel ölçüm tahmin edilerek diğer eksik mevsimsel ölçümlerin tahmini gerçekleştirilmektedir. Dolayısıyla, kombinasyon seçimi modülünde, her bir eksik ölçüm için mevcut mevsimsel ölçümlerle birlikte oluşturulabilen kombinasyon modelleri içinde maksimum regresyon katsayısı ve minimum sapma değerine sahip kombinasyon ve regresyon modeli seçilmektedir. Bu model ile tek bir bilinmeyen halindeki eksik mevsimsel ölçüm tahmin edilmektedir. Bir başka eksik mevsimsel ölçüm tahmini işleminde de; mevcut mevsimsel ölçümler ile birlikte tahmin edilmiş olan mevsimsel ölçümler dahil olmak üzere oluşan kombinasyon ve modellerine göre seçim yapılarak tahmin işlemleri sürdürülmektedir.

“Eksik Mevsimlerin Tahmini": Seçilen kombinasyon mevcut mevsimsel ölçümleri ve eksik mevsimsel ölçümü içeren bir kombinasyon modeli olup eksik mevsimsel ölçüm, bu modelin X değişkeni içindeki tek bilinmeyen durumundadır. Bu tek bilinmeyen değer analitik çözümü; eksik mevsimsel ölçümün düzeltilmiş tahmini olmaktadır. Bir başka deyişle, eksik mevsim tahminlerinde; sadece bir mevsimin eksik olması durumunda tahmin işleminde kullanılabilecek tek bir kombinasyon modeli vardır. İki veya üç mevsimsel ölçüm verileri tahmininde ise; her bir eksik mevsim ile mevcut mevsimsel ölçümlerin oluşturduğu kombinasyonlar gözden geçirilmekte, bu kombinasyonlara ait modeller içinde en güçlü model seçilerek tahmin işlemi her bir ölçüm için ayrı ayrı ve model gücüne göre belirlenen sırayla yapılmaktadır. Eksik mevsimsel verilerin tahmininde kullanılacak kombinasyon modelleri R^2 ve S parametrelerine bağlı olarak seçilmektedir. Kombinasyon

modellerinde kabul edilebilir olmak koşuluyla gerçeği yansıtırma oranı yani (R^2) değeri en yüksek ve model sapma değeri (S) en küçük veya daha az hata içeren modeller aranmaktadır. Kombinasyon seçimleri sırasında da R^2 değeri ne kadar yüksek ve S değeri ne kadar düşük ise eksik mevsimlerin tahminleri de o kadar güçlü veya gerçekleştirmelere yakın olabilmektedir.

“Eksik Mevsim Kaldı mı?”: İncelenen kontrol kesiminde eksik bulunan başkaca bir mevsimsel ölçüm bulunup bulunmadığı kontrol edilmektedir. Eksik mevsimsel ölçüm bulunması halinde ise kombinasyon seçimi adımına dönülerek tahmin işlemi tamamlanmaktadır, aksi halde yani eksik mevsimsel ölçüm bulunmadığında ister doğrudan ölçülerek isterse tahmin işlemleri sonucu elde edilmiş dört mevsim trafik verileri Yıllık bazda kalibrasyon veya düzeltme veya düzenleme işlemine tabi tutulmaktadır.

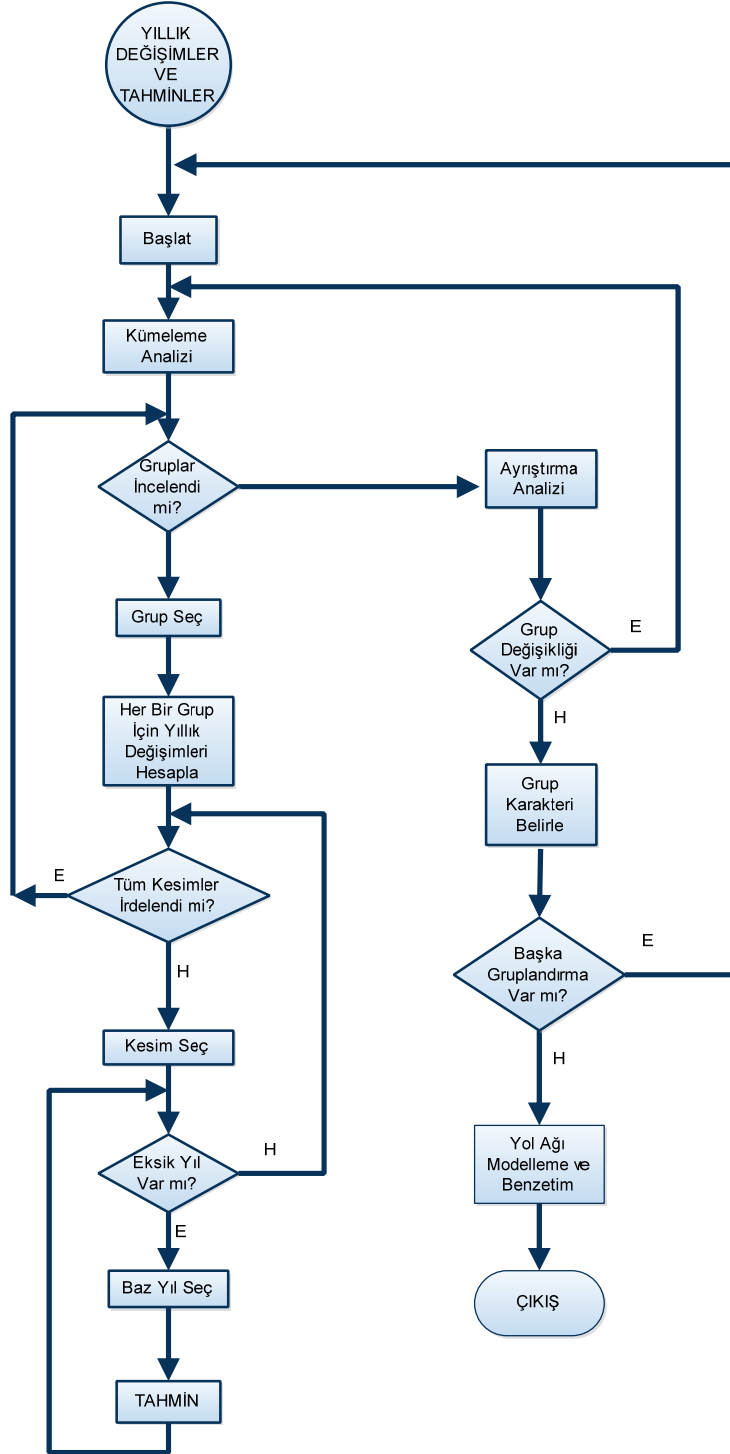
“Yıllık Değişimler ve Tahminler”: Tüm kesimlerin incelenmesi ve ilgili işlemlerin tamamlanmasını takiben yıllık değişim ve gelişimlerin irdelendiği aşamaya geçilmektedir.

3.3. Yıllık Değişimler ve Tahminler

Yıllık değişim ve eksik yıllık trafik verilerinin tahmini işlemi Şekil 3.4’de sunulan akım şemasında özetlenmektedir. Akım şemasında belirtilen her işlem aşağıda başlıklar halinde açıklanmaktadır:

“Yıllık Değişimler ve Tahminler”: Kontrol kesimlerinde eksik olan yıllık ölçümlerin tahminleri sırasında mevsimsel katsayıları bulunmuş olan yıllar ile matematiksel işlemler yapılmakta ve eksik ölçümler tahmin edilmektedir. Yıllık Ortalama Günlük Trafik (Y-OGT) değerinin tahmin edilebilmesi için Mevsimsel Ortalama Günlük Trafik (M-OGT) ile Yıllık OGT değerleri arasında ilişkiler incelenerek her bir mevsime ait Mevsimsel OGT değerlerinin Yıllık OGT değerleri içerisindeki yüzdeleri belirlenmektedir. Dört mevsim ölçüm yapılamayan kontrol kesimlerinde bulunan mevsimsel trafik dağılımı ve Y-OGT değerlerinin tahmini sırasında dört

mevsim ölçüm yapılmış olan kontrol kesiminden elde edilen değerler kullanılmaktadır.



Şekil 3.4. Yıllık değişim ve tahmin işlemleri akım şeması.

Kontrol kesimlerinde yıllık ortalama trafik tahminlerinin yapılması sırasında; geride kalan yılların tahmininde mevcut yılın Y-OGT değeri aynı yılın yıllık OGT artış oranına bölünmesi ile, ileride olan yılların tahmininde ise mevcut yılın Y-OGT değeri tahmin edilecek yılın yıllık OGT artış oranına çarpımı ile hesaplanmaktadır. Yıllık Ortalama Araç Hızları tahminlerinin yapılmasında ise Yıllık OGT tahminlerinde yapıldığı gibi artış oranlarının ortalaması hesaplanmakta ve tahmin edilecek olan yılın geride veya ileride olması durumuna göre tahminler yapılmaktadır. Bu işlemler sonucunda tüm KKK noktaları için yıllar bazında her mevsim için Y-OGT ve Y-OAH değerleri belirlenmektedir.

“Başlat”; tüm işlemlerin sıfırlandığı ve oluşturulacak küme sayısının belirlendiği aşamadır.

“Kümeleme Analizi”: Kontrol kesimlerindeki mevsimsel ölçümler içerisinde bazı yıllarda eksik mevsimsel ölçümler bulunmaktadır. İlk aşamada tespit edilen eksik verilerin tahmin edilmesi amacıyla hesaplarda kullanılacak olan kontrol kesimlerinin tümü tek bir grup olarak kabul edilmektedir. Bu kabule göre her yıl için bir önceki ve bir sonraki yıla göre değişim oranları bulunarak her bir KKK için elde edilen oranların ortalaması alınmakta ve bu ortalama değerlere göre kontrol kesimlerinde eksik olan yıllık ölçümler tahmin edilmektedir. Tüm kesimlere ait eksik mevsimsel ölçümlerin tahmin edilmesinin ardından kümeleme analizi yapılmaktadır. Kümeleme analizinde kesimlere ilişkin girdi olarak seçilen veriler, birbirlerine olan yakınlık veya uzaklıklarına göre gruplandırılmaktadır. Yüzde yüz benzerlik düzeyinde tüm gözlemlerin yani kesimlerin her biri ayrı bir küme halindedir. Benzerlik düzeyi azaldıkça küme sayısı da azalmakta, en son ve en düşük benzerlik düzeyinde ise tek bir kümeye ulaşılmaktadır. Bu sebeple, kümeleme analizine girdi olarak alınan yıllık ve mevsimsel trafik ve hız verileri bazında, olası farklı karakterleri açığa çıkarmaya yönelik 3, 4, 5 ve 6 ayrı küme oluşturulmaktadır. Bu kümeler; düşük, orta ve yüksek trafik yoğunluğu ile her bir trafik yoğunluğuna ilişkin düşük ve yüksek akım hızı ayırımını kapsama amaçlıdır.

“Tüm Gruplar İncelendi mi?”: Kontrol kesimleri ile oluşturulan tüm küme veya grupların incelenmesi sağlanmakta veya kontrol edilmektedir. Tüm gruplar incelenmiş ise ayrıştırma analizi aşamasına geçilmekte, aksi durumda incelenmemiş küme veya grup seçilerek işlemlere devam edilmektedir.

“Grup Seç”: İncelenen küme seti içindeki grup ve üyesi kontrol kesimleri belirlenmektedir. Her bir grubun ve üyesi kesimlerin tek tek çalışılması sağlanmaktadır.

“Her Bir Grup İçin Yıllık Değişimleri Hesapla”: Seçilen grup içerisindeki kesimlerde yapılan mevsimsel ölçümler ile Yıllık OGT ve Yıllık Ortalama Araç Hız değerlerinin değişimleri hesaplanmaktadır. Yıllık değişimleri hesaplanmış olan kesimlerin oluşturdukları gruplara göre ortalamaları da her bir grubun yıllık değişimini oluşturmaktadır.

“Tüm Kesimler İrdelendi mi?”: Grupların yıllık değişimlerinin hesaplanması sırasında tüm kesimlerin kullanılıp kullanılmadığı kontrol edilmektedir. Tüm kesimlerin kullanılması durumunda bir sonraki aşamaya geçilmekte, aksi durumda ise tekrar ilk aşamalara dönülmektedir.

“Kesim Seç”: İncelemelerin yapılması için kesim seçilmektedir.

“Eksik Yıl Var mı?”: Seçilen kesimdeki ölçümlerde eksik yıllık ölçüm olup olmadığı kontrol edilmektedir. Eksik yıllık ölçüm olması durumunda bir sonraki tahmin aşamasına geçilmekte, aksi halde tüm kesimlerin incelendiği aşamaya geri dönülmektedir.

“Baz Yıl Seç”: Eksik yıllık ölçüm olması durumunda ölçümlerin değerlendirilmesi için bir baz yıl seçilmektedir. Bu baz yıl genellikle ve mümkün olduğunda; trafik ölçümlerinin güvenilirliğine bağlı olarak seçilerek tahmin işlemi yapılmaktadır. Bir başka deyişle, en güvenilir ve tahmin yılına yakın yıl bazında eksik yıl tahmini daha başarılı sonuçlar elde edilebilmektedir.

“Tahmin”: Kesimlerde seçilen baz yılı bilgileri ile eksik yıllık ve mevsimsel ölçüm tahminleri yapılmaktadır.

“Ayrıştırma Analizi”: Seçilen küme seti ve kümeleme analizi ile ilgili aşamaları takiben yapılan işlemlerin güvenilirliğini de test etmek ve değişikliklere göre düzenlemek amacıyla ayrıştırma analizi yapılmaktadır. Kümeleme analizi sonucu elde edilen gruplar, ayrıştırma analizi ile kontrol edilmekte ve ihtiyaca göre gerekirse yeniden düzenlenmektedir. Ayrıştırma analizinde kümeleme analizinde kullanılan değişkenler arasında oto-korelasyon bulunup bulunmadığı da kontrol edilmekte ve varsa oto-korelasyon düzeltmeleri yaparak kümeleme analizi tekrarlanmaktadır. Ayrıştırma analizinin ardından kümeler ait karakteristik bilgiler ve kümeler arasındaki ilişkiler raporlanmaktadır.

“Grup Değişikliği Var mı?": Ayrıştırma analizi sonuçlarına göre kontrol kesimlerinin ait olduğu gruplarda değişimler olup olmadıkları kontrol edilmektedir. Gruplara aidiyet de değişiklik olmaması durumunda grup karakteri bulunmaktadır, aksi durumda kümeleme analizine geri dönülerek elde edilen değerler ile yeniden kümeleme analizi yapılmaktadır.

“Grup Karakteri Belirle”: Kümeleme ve ayrıştırma analizleri sonucunda kontrol kesimlerinin ait oldukları gruplara göre karakterlerinin bulunması aşamasına geçilmektedir. Grup karakterini belirlerken grupları oluşturan kontrol kesimlerinde bulunan yıllık bazda OGT değerleri ile yıllık bazda OAH değerleri bulunmakta ve kontrol kesimlerinde yapılan mevsimsel ölçümlerin yönleri, ölçümler sonucu kesimlerden geçen araç türleri belirlenmektedir.

“Başka Gruplandırma Var mı?": Grup karakterinin de belirlenmesinin ardından işlem yapılan grubun dışında başka bir grup olup olmadığı kontrol edilmektedir. Başka bir grup olması durumunda kümeleme analizine geri dönülerek o grup için işlemlerin yeniden yapılması sağlanmaktadır, aksi halde işlemlere devam edilmektedir.

“Yol Ağı Modelleme ve Benzetim”: Kesim trafiğinin yol ağı üzerine işlenerek, ölçüm yapılmamış yol kesimleri trafiğinin elde edilmesi aşaması olup, her bir bağ için bağa giren ve çıkan trafiğin eşit olma zorunluluğuna dayalı eşitlik modelleri oluşturulmaktadır.

Şekil 3.5’de verilen ağ üzerinde, ölçümü veya trafik bilgileri bulunmayan bağlantılar kesik çizgi ile, ölçümleri mevcut olan kesimler ise düz çizgi ile gösterilmektedir.. Ağ içinde yer alan her bir bağ için bağa giren ve bağdan çıkan toplam trafiğin eşitliğine ilişkin eşitlikler yazıldığında aşağıdaki eşitlik denklem serileri elde edilmektedir. Denklem serilerinde X_{ij} , i noktasından j noktasına giden yön ve trafik kompozisyonuna göre oluşturulmaktadır.

$$X_{FI} + X_{GI} + X_{JI} + X_{LI} + X_{KI} = X_{IF} + X_{IG} + X_{IJ} + X_{IL} + X_{IK} + \epsilon_I \quad (3)$$

$$X_{FG} + X_{BG} + X_{EG} + X_{HG} + X_{JG} + X_{IG} = X_{GF} + X_{GB} + X_{GE} + X_{GH} + X_{GJ} + X_{GI} + \epsilon_G \quad (4)$$

$$X_{BF} + X_{BG} + X_{BE} = X_{FB} + X_{GB} + X_{EB} + \epsilon_B \quad (5)$$

$$X_{EB} + X_{EG} + X_{EH} = X_{BE} + X_{GE} + X_{HE} + \epsilon_E \quad (6)$$

$$X_{HE} + X_{HG} + X_{HJ} = X_{EH} + X_{GH} + X_{JH} + \epsilon_H \quad (7)$$

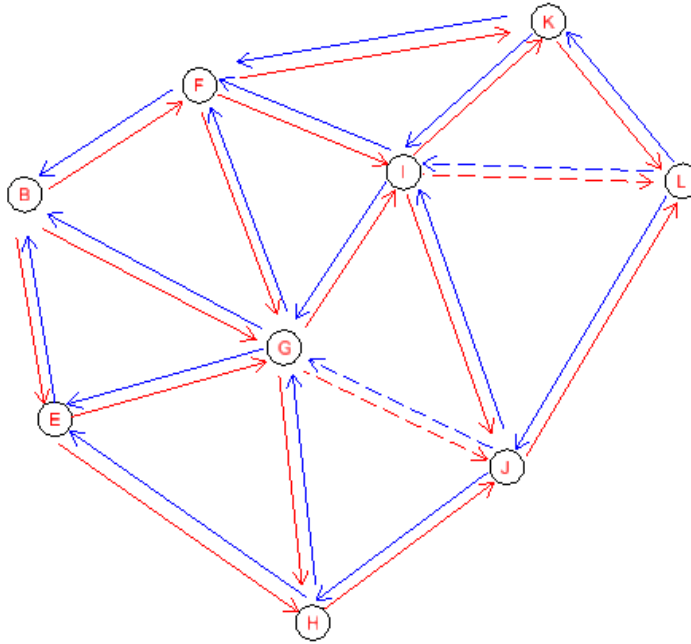
$$X_{JH} + X_{JG} + X_{JI} + X_{JL} = X_{HJ} + X_{GJ} + X_{IJ} + X_{LJ} + \epsilon_J \quad (8)$$

$$X_{LJ} + X_{LI} + X_{LK} = X_{JL} + X_{IL} + X_{KL} + \epsilon_L \quad (9)$$

$$X_{KL} + X_{KI} + X_{KF} = X_{LK} + X_{IK} + X_{FK} + \epsilon_K \quad (10)$$

$$X_{FB} + X_{FG} + X_{FI} + X_{FK} = X_{BF} + X_{GF} + X_{IF} + X_{KF} + \epsilon_F \quad (11)$$

ε değerlerinin bağ üzerinde herhangi bir yerleşim birimi olmadığından “0” olması gerekmektedir. Her bir yol kesimine ait trafiğin farklı zamanlarda yapılan ölçümlere dayalı olarak elde edildiği unutulmamalıdır. Peş peşe gelen ve herhangi bir giriş veya çıkış bulunmayan kesimlerde, olası trafik ölçüm veya hesap hatalarının tespiti ve değerlendirilmesi amacıyla bu hata terimleri eşitliklere eklenmiştir. Herhangi bir bağ için tüm bağlantı trafiği bilindiği ve hata teriminin sıfırdan farklı bir değer alması durumunda yapılan ölçümlerin gözden geçirilmesi ve hesaplanan trafik değerlerinin yenilenmesi veya bu hata miktarına göre yeniden düzenlenmesi gerekmektedir. Dolayısıyla öncelikle yapılan ölçümlerin güvenilirliği test edilebilmekte ve herhangi bir hata varsa irdelenebilmekte ve düzeltilebilmekte, ilaveten eşitlik sayısı kadar trafik bilgileri mevcut bulunmayan yol kesimlerinin trafiği analitik olarak elde edilebilmektedir. Eşitliklerin yetersiz kaldığı hallerde dahi genel bir yaklaşım ile trafik bilgisi eksik kesimlerin toplam değerleri hakkında bilgi edinilebilmektedir. Analitik veya matris çözümlerinde olduğu gibi, eksik trafik bilgilerinin tahmininde en az sayıda bilinmeyen eşitliklerden başlayarak tahmin işleminin yürütülmesi işlem süresini azaltmaktadır.



Şekil 3.5. Karayolu I bağı bağlantı yollarının gösterimi.

4. UYGULAMA VERİTABANI

3. Bölümde kavramsal olarak açıklanan yaklaşımın uygulanmasında, rastgele seçilen KGM 4. Bölgeye ait veriler kullanılmıştır. Rastgele bir seçime dayansa da; KGM 4. Bölge Müdürlüğü bulunduğu yer ve sorumluluğundaki karayolu ağı açısından, Genel Müdürlüğe en yakın Bölge Müdürlüğü'dür. Bu durumun trafik ölçümleri açısından önemi ise; Genel Müdürlük inisiyatifleri doğrultusunda her türlü deneme ve kontrol ölçümleri ilk ve uzun süreli olarak 4. Bölge karayolu ağı üzerinde seçilen kesimlerde yapılmasına dayanmaktadır. Bir başka deyişle; Türkiye genelinde kullanılan tüm farklı ölçüm cihazları 4. Bölge sınırları içinde trafik ölçümlerinde kullanılmış, test ve kontrol edilmiş durumdadır.

KGM 4. Bölge Müdürlüğü yaygın olarak OTSS1 cihazları kullanmaktadır, ancak son yıllarda OTSS3 cihazı kullanımı da artmıştır. Bu yöntemlerle, ölçüm yapılan yol kesimlerinde taşıtların yönleri, hızları, geçiş tarihleri, geçiş saatleri ve taşıt kategorisine ait bilgiler kaydedilmektedir. Cihazlarla derlenen bu veriler genel merkeze aktarılmaktadır. Ana veritabanını oluşturan veriler; bu cihazlarla 2004~2008 yılları arasında 63 adet KKK'da gerçekleştirilen 671 adet ölçüm ile derlenen verilerdir.

4.Bölge'ye ilişkin ve uygulamada kullanılan veriler aşağıda başlıklar halinde özetlenmektedir:

4.1. Karayolu Ağı ve Trafik Bilgileri

KGM 4. Bölge Müdürlüğü 1950 yılında Karayolları Genel Müdürlüğü ile birlikte kurulmuş ve çalışmalarına başlamıştır. 4. Bölgenin yüzölçümü 63 414 km² olup, Ankara, Bolu, Eskişehir, Düzce, Kırıkkale, Çankırı, Zonguldak ve Karabük illeri bulunmaktadır. Sorumluluğunda bulunan yol ağının % 98'i (3 834 km) asfalt kaplamadır. Bunun 1 390 kilometresi Bitümlü Sıcak Karışım (BSK) dır. 2012 yılı verilerine göre 4. Bölge sınırlarında toplam nüfus 6 368 766,mevcut tescilli araç sayısı ise 1 542 033 dur.[5]

Karayolları 4. Bölgeye ait yol ağı uzunlukları ve kaplama türleri Çizelge 4.1’de, karayolu ağ haritası ve il sınırları ise Harita 4.1’de sunulmaktadır.

Çizelge 4.1. Sath cinslerine göre yol ağı.

SATIH CİNSLERİNE GÖRE YOL AĞI (KM)								
4. Bölge ANKARA	ASFALT YOLLAR			PARKE	STABİLİZE	TOPRAK	DİĞER YOLLAR	ŞEBEKE UZUNLUĞU
	ASFALT BETONU	SATHİ KAPL.	TOPLAM					
Otoyol	353	-	353	-	-	-	-	353
Devlet Yolu	1 034	878	1 912	-	-	-	42	1 954
İl Yolu	123	1 480	1 603	2	4	-	-	1 609
Toplam	1 510	2 358	3 868	2	4	-	42	3 916

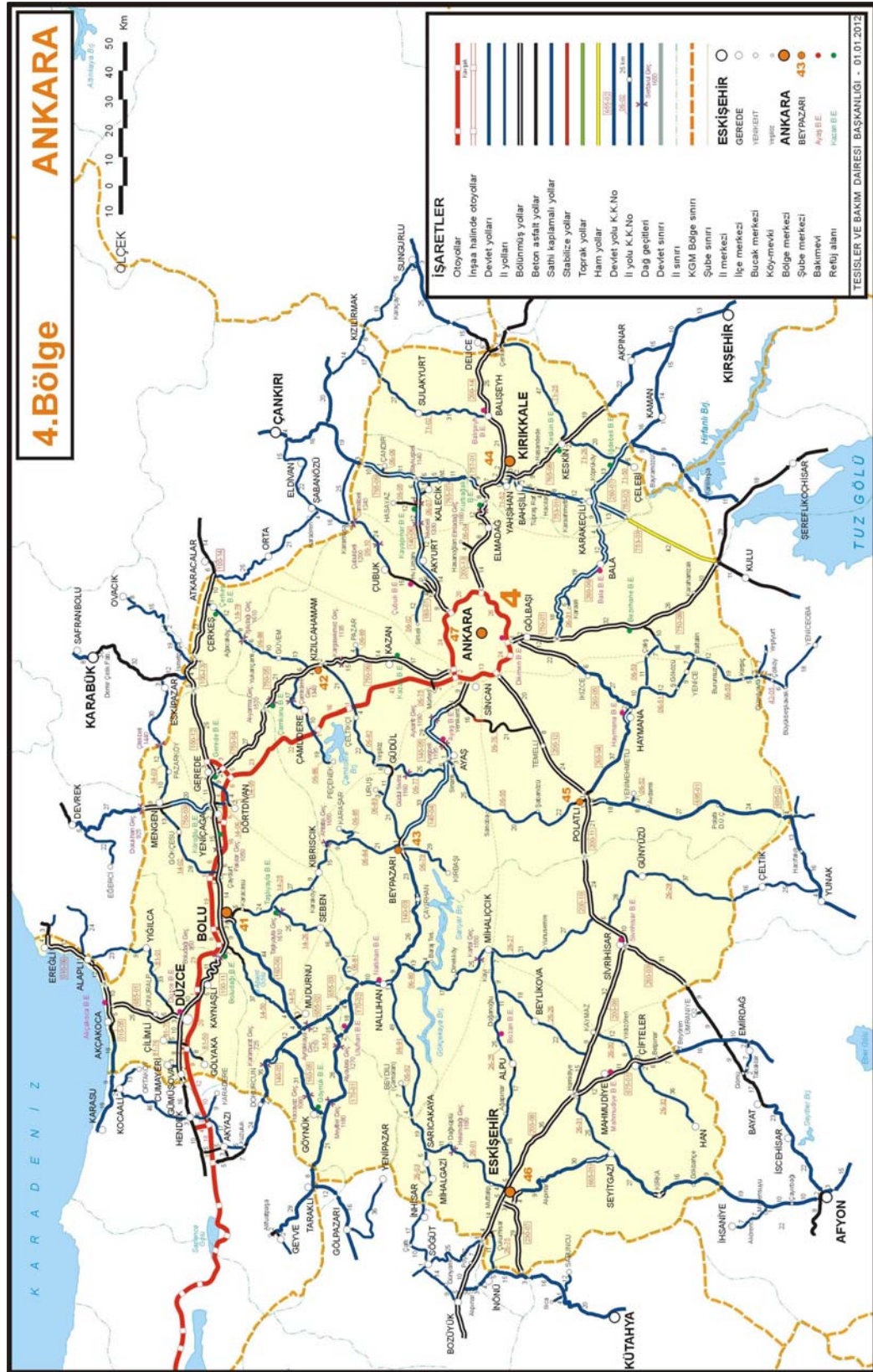
4.1.1. İllere göre yol uzunlukları ve trafik ölçümleri

4. Bölgede bulunan illere ait karayolu ağı ve trafik ölçüm bilgileri şu şekildedir;

Ankara İli ve çevresi

Ankara ili hudutları dâhilinde 198 km otoyol, 835 km devlet yolu, 666 km il yolu olmak üzere toplam 1 699 km yol ağı bulunmaktadır. İl sınırları içerisindeki yolların 636 km’si asfalt betonu, 1 017 km’si sathi kaplama, 4 km’si stabilize, 42 km’si diğer yoldur.[5]

Ankara sınırlarında bulunan KKK’larda taşıt sayısı diğer illere oranla daha fazladır. Ankara ili, gerek coğrafi gerek fiziki gerekse idari konumu sebebiyle bölge müdürlüğü sınırları içerisinde bulunan diğer illere göre trafik yoğunluğu ve önemi açısından daha farklı bir konumda bulunmaktadır. Ankara il sınırında bulunan 18 KKK’ya ait toplam sayım ve toplam araç değerleri Çizelge 4.2’de detaylı olarak verilmektedir.



Harita 4.1. KGM 4.Bölge Müdürlüğü karayolu ağı.

Çizelge 4.2. Ankara il sınırlarında bulunan KKK'lara ait bilgiler.

ANKARA			
Sıra No	Kesim No	Sayım	Toplam Araç
1	04014003	15	271 086
2	04014004	18	509 632
3	04014005	23	2 246 591
4	04014006	23	2 643 926
5	04017002	16	142 970
6	04018007	4	419 998
7	04020011	1	3 345
8	04020012	3	567 839
9	04020013	22	4 763 091
10	04026004	17	76 116
11	04026005	20	787 750
12	04026006	26	475 512
13	04069501	18	532 975
14	04075005	8	147 974
15	04075006	21	1 768 727
16	04075008	19	2 747 780
17	04076506	17	442 419
18	04076507	16	136 578
Toplam		287	18 684 309

Bolu İli ve çevresi

Bolu ili hudutları dâhilinde 114 km otoyol, 366 km devlet yolu, 261 km il yolu olmak üzere toplam 739 km yol ağı bulunmaktadır. Bu yolların 270 km'si asfalt betonu 469 km'si sathi kaplama ve 2 km'si parke yoldur.[5] 8 KKK Bolu il sınırlarında bulunmaktadır. KKK'lara ait toplam sayım ve toplam araç adetlerine ait detaylı veriler Çizelge 4.3'de verilmektedir.

Bolu, KGM 4. Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde bulunan iller arasında toplam araç sayısı olarak 5. sırada bulunmaktadır. Bolu ilinde bulunan KKK'lar arasında Bolu – Ankara ile Bolu – Düzce arasında bulunan Devlet Yolu önemli bir yer kaplamaktadır.

Çizelge 4.3. Bolu il sınırlarında bulunan KKK'lara ait bilgiler.

BOLU			
Sıra No	Kesim No	Sayım	Toplam Araç
1	04010012	24	2 064 436
2	04014002	17	135 689
3	04016004	15	97 863
4	04016005	18	72 773
5	04016006	22	472 345
6	04017001	17	65 352
7	04075003	19	454 215
8	04075004	4	119 858
Toplam		136	3 482 531

Eskişehir İli ve çevresi

Eskişehir ili hudutları dâhilinde 357 km devlet yolu, 462 km il yolu olmak üzere toplam 819 km yol ağı bulunmaktadır. Bu yolların 264 km'si asfalt betonu, 555 km'si sathi kaplama yollardır.[5]

Eskişehir ili sınırlarında 7 KKK'da yapılan toplam 118 adet ölçümde 7 843 982 adet taşıt sayımı yapılmış ve kaydedilmiştir. KKK'larda toplam sayım ve toplam araç değerleri Çizelge 4.4'de verilmektedir.

Çizelge 4.4. Eskişehir ili sınırlarında bulunan KKK'lara ait bilgiler.

ESKİŞEHİR			
Sıra No	Kesim No	Sayım	Toplam Araç
1	04020008	13	2 542 418
2	04020009	14	757 682
3	04020010	8	800 382
4	04023007	15	511 271
5	04026003	16	660 729
6	04066501	33	1 666 149
7	04067501	19	905 351
Toplam		118	7 843 982

Kırıkkale İli ve çevresi

Kırıkkale ili sınırları dâhilinde 202 km devlet yolu, 135 km il yolu olmak üzere toplam 337 km yol ağı bulunmaktadır. Bu yolların 122 km'si asfalt betonu, 215 km'si sathi kaplama yoldur.[5] Kırıkkale ilinde bulunan KKK'lar Çizelge 4.5'te verilmektedir.

Kırıkkale, 4. Bölgede bulunan diğer illere göre taşıt adedi olarak 4. sırada bulunmaktadır. Kırıkkale il sınırında bulunan 4 KKK arasından 2 tanesi yüksek taşıt adetleri ile öne çıkmaktadır. Bu KKK'lar Ankara ilinden Kırıkkale'ye bağlanan devlet yollarıdır.

Çizelge 4.5. Kırıkkale il sınırlarında bulunan KKK'lara ait bilgiler.

KIRIKKALE			
Sıra No	Kesim No	Sayım	Toplam Araç
1	04020014	18	1 781 315
2	04026007	16	94 882
3	04075301	16	477 818
4	04076508	17	1 664 270
Toplam		67	4 018 285

Düzce İli ve çevresi

Düzce ili sınırları dâhilinde 42 km otoyol, 114 km devlet yolu, 60 km il yolu olmak üzere toplam 216 km yol ağı bulunmaktadır. Bu yolların 156 km'si asfalt betonu, 60 km'si sathi kaplama yoldur. [5]

Düzce, toplam araç sayısında diğer iller arasında 3. sırada bulunmaktadır. Düzce ilinde bulunan KKK'ların sırasıyla Batı Karadeniz şehirlerini birbirine bağlayan sahil yolu ile Bolu – Düzce – Adapazarı arasında bulunan devlet yollarıdır. Toplam sayım adedi ve toplam araç adetleri Çizelge 4.6'da verilmektedir.

Çizelge 4.6. Düzce il sınırlarında bulunan KKK'lara ait bilgiler.

DÜZCE			
Sıra No	Kesim No	Sayım	Toplam Araç
1	04001005	20	1 438 591
2	04010011	25	4 074 883
Toplam		45	5 513 474

Çankırı İli ve çevresi

Çankırı ili sınırlarında 4. Bölge Müdürlüğüne bağlı olarak 33 km devlet yolu, 21 km il yolu olmak üzere toplam 54 km yol ağı bulunmaktadır. Bu yolların 33 km'si asfalt betonu, 21 km'si sathi kaplama yoldur. [5]

Çankırı ili bölgede bulunan diğer illere nazaran bölge sınırlarında daha küçük bir yüzölçümüne sahiptir. Bu sebeple Çankırı iline ait tek bir KKK'dan elde edilmiş olan veriler kullanılmıştır. Ölçüm yapılmış olan KKK'nın Çankırı ili ile Bolu ili arasında bulunan Devlet Yolu olduğu gözlemlenmiştir. Bu KKK'dan elde edilmiş olan verilerin detaylı sonuçları Çizelge 4.7'de verilmektedir.

Çizelge 4.7. Çankırı il sınırlarında bulunan KKK'lara ait bilgiler.

ÇANKIRI			
Sıra No	Kesim No	Sayım	Toplam Araç
1	04010014	18	917 265
Toplam		18	917 265

4.2. KGM 4. Bölge Trafik Ölçümleri Veritabanı

KKK'larda yapılan mevsimsel trafik ölçümleri, "04toplu" MS Excel dosyası çalışma sayfaları olarak verilmiştir. Bu dosya içerisinde; "04yozet", "04yillik", "04mevsim", "04ay", "04haftason", "04haftaici", "04haftatum", "04haftagun", "04gun" ve "04saat" veritabanları bulunmaktadır. Bu sayfaların tamamında; ölçüm yapılan kesimler kolonlarda yer almakta, her bir ölçüm yılına ait, toplam ve ilgili zaman

dilimleri detayları trafik yönleri ile KGM tarafından önceden belirlenen 12 adet araç kategorisine göre ayrı ayrı verilmektedir. Bu sayfalara ait detaylar ise aşağıdaki gibidir:

4.2.1. “04yozet” veritabanı

“04yozet” isimli veritabanında, veriler 54 792 satır 189 sütunda bulunmaktadır. Veritabanında taşıt sınıfları, KGM tarafından kullanılan standartlara uygun olarak 0-12 sayıları ile ifade edilmektedir. “1” ile “11” arasındaki sayılar taşıt kategorilerini, “12” ölçümlerde belirlenemeyen taşıt sınıfını veya taşıt kategorisi dışında kalan taşıt sınıfını, “0” ise tüm taşıtlar toplamını temsil etmektedir.

KGM 4. Bölge Müdürlüğünde 63 kontrol kesiminde 671 adet ölçümde toplam 40 459 846 adet taşıt sayılmıştır. Kontrol kesimleri arasında 33 adet ölçüm ile en fazla ölçüm 04066501 no.lu kesimde yapılmıştır. Kontrol kesimleri genelinde ise ortalama 11 adet ölçüm yapılmıştır.

3.sütundaki satır düzeni 2. sütuna benzetilmiş, temel farklılıklar ise genel taşıt bilgilerinin bulunduğu ilk 2-7 satırlar arası hücreler boş bırakılmış ve 2. sütunda ortalama taşıt adetleri bilgileri yerine taşıtlara ait ortalama hız bilgileri her taşıt sınıfı için 1.yön ve 2.yön ayrılarak hesaplanmış ve kaydedilmiştir.

Veritabanında her ölçüme ait ortalama taşıt adedi bir sütunda, ortalama taşıt hızı bilgileri ise bir başka sütunda yer almaktadır. Ölçümlere ait bilgiler toplam 9 133 satırdan oluşmaktadır. 9 134. satırı takiben ve sıra ile diğer ölçümlere ait genel ölçüm bilgileri, ortalama taşıt adet ve ortalama taşıt hız bilgileri yer almaktadır. “04yozet” isimli veritabanı örnek görünümü Elektronik Ek EEK EEK-1’de verilmektedir.

4.2.2. “04yillik” veritabanı

“04yillik veritabanında bulunan veriler toplamda 168 kolonda 1 091 satırda bulunmaktadır. Veritabanında; 1. sütunda KKK’larda ölçüm yapılan taşıtların

yönleri, 2. sütunda ölçüm yapılan KKK'da tespit edilen taşıt sınıfı, 3. sütunda ise KKK'da sayımın yapıldığı yıl verilmektedir. 6. sütundan itibaren ise KKK numaraları ile bu kesimde yapılan trafik ölçümünde sayılan araç adeti, ölçüm süresi ve hesaplanan OGT değerleri yer almaktadır. Ortalama günlük trafik (OGT) değeri toplam taşıt adedinin, toplam ölçüm süresine bölünmesi ile elde edilmektedir. 106. sütundan itibaren her bir KKK'da yapılan trafik ölçümlerinde elde edilen OAH değerleri yer almaktadır. Her bir sütunda, kesime ait 975 adet veri bulunmaktadır. Bu veriler; toplam, trafik yönü ve araç kategorileri detaylarını içermektedir. “04yıllık” veritabanının örnek görünümü Elektronik Ek EEK-1’de verilmektedir.

4.2.3. “04mevsim” veritabanı

“04mevsim” veritabanında, mevsimsel trafik ölçümleri 63 adet KKK'da ölçülmüş, 5 459 satır 168 sütun halinde verilmektedir. Veri tabanında mevsimler 0 ile 4 arasındaki rakamlar ile temsil edilmektedir: 0. Mevsim tüm mevsimler veya yıl toplamı, 1. Mevsim İlkbahar mevsimi olup, Mart, Nisan ve Mayıs ayları, 2. Mevsim Yaz mevsimidir, Haziran, Temmuz ve Ağustos ayları, 3. Mevsim Sonbahar mevsimi ve Eylül, Ekim ve Kasım ayları ile 4. Mevsim Kış mevsimi ise, aynı yılın Ocak, Şubat ve Aralık ayları toplamıdır.

Veritabanının, 1. sütununda mevsim başlığı altında ölçümlerin yapıldığı mevsim, 2. sütunda ölçülen araç yön bilgisi, 3. sütunda araç sınıfı, 4. sütunda ölçümün yapıldığı yıl ve 6. sütundan itibaren ise ölçümün yapıldığı KKK numaraları ile mevsimsel trafik ölçümlerinde sayılan toplam araç adeti, ölçüm süresi ve OGT hesapları yer almaktadır. 106. sütundan itibaren ölçümün yapıldığı KKK'dan elde edilen OAH değerleri yer almaktadır.

“04mevsim” veritabanındaki 63 kesim içinde bulunan 12 adet İl Yolu ile 4. Bölge Müdürlüğü sınırları içinde yer almayan 11 adet Devlet Yolu, veri tabanından çıkarılmış ve çalışma geriye kalan 40 adet KKK bazında yapılmıştır. Veritabanından çıkarılan kesimler; 04000105, 04000610, 04000682, 04000688, 04000805, 04001206, 04001402, 04001451, 04001477, 04002627, 04002628, 04008150,

04015004, 04026901, 04026903, 04026906, 04066502, 04075022, 04075808, 04075906, 04076580, 04200013 ve 04699501 numaralı kesimlerdir. “04mevsim” isimli veritabanı örnek görünümü Elektronik Ek EEK-1’de verilmektedir.

4.2.4. “04aylik” veritabanı

“04ay” isimli veritabanı, 168 sütun ve 14 195 satır halinde bulunmaktadır. 1. sütunda ay başlığı altında ölçümlerin tasnif edildiği ayları, 2. sütunda toplam 1 ve 2 olmak üzere trafik yönü, 3. sütunda araç sınıfları bulunmaktadır. 4. sütunda KKK’larda ölçümlerin yapıldığı yıllar, 6. sütundan itibaren ise KKK’lara göre trafik ölçüm verileri yer almaktadır. 106. sütundan itibaren KKK’larda elde edilen hız değerleri yer almaktadır. “04ay” isimli veritabanında herhangi bir yıl içinde dahi 12 ayın tamamında ölçüm yapılan hiçbir kesim bulunmamaktadır.

4.2.5. Haftalık veritabanı

“04haftatüm”, “04haftaici” ve “04haftasonu” isimli veritabanları ise KKK’larda yapılan ölçümlerin yılın haftalarına göre tasnif edilerek türetilen verileri içermektedir. Veritabanları 168 sütun ve 58 967 satır halinde bulunmaktadır. 1. Sütununda hafta başlığı altında hafta numaraları 2. sütunda toplam 1 ve 2 olmak üzere trafik yönü, 3. sütunda araç sınıfları bulunmaktadır. 4. sütunda KKK’larda ölçümlerin yapıldığı yıllar, 6. sütundan itibaren KKK’lara göre trafik ölçüm verileri, 106. sütundan itibaren KKK’larda elde edilen hız değerleri yer almaktadır. Yıl içerisinde yapılmış olan ölçümlerin haftalık değerlendirmelerinin yapılması amacıyla bir yıl 53 haftaya ayrılmıştır. Sayımın yapıldığı yıl içerisinde bulunan ilk pazartesi birinci haftanın başlangıcı olarak kabul edilmektedir. “04haftatüm”, “04haftaici” ve “04haftasonu” isimli veritabanlarında herhangi bir yıl içinde dahi 53 haftanın tamamında ölçüm yapılan hiçbir kesim bulunmamaktadır.

5. KGM 4. BÖLGE UYGULAMASI

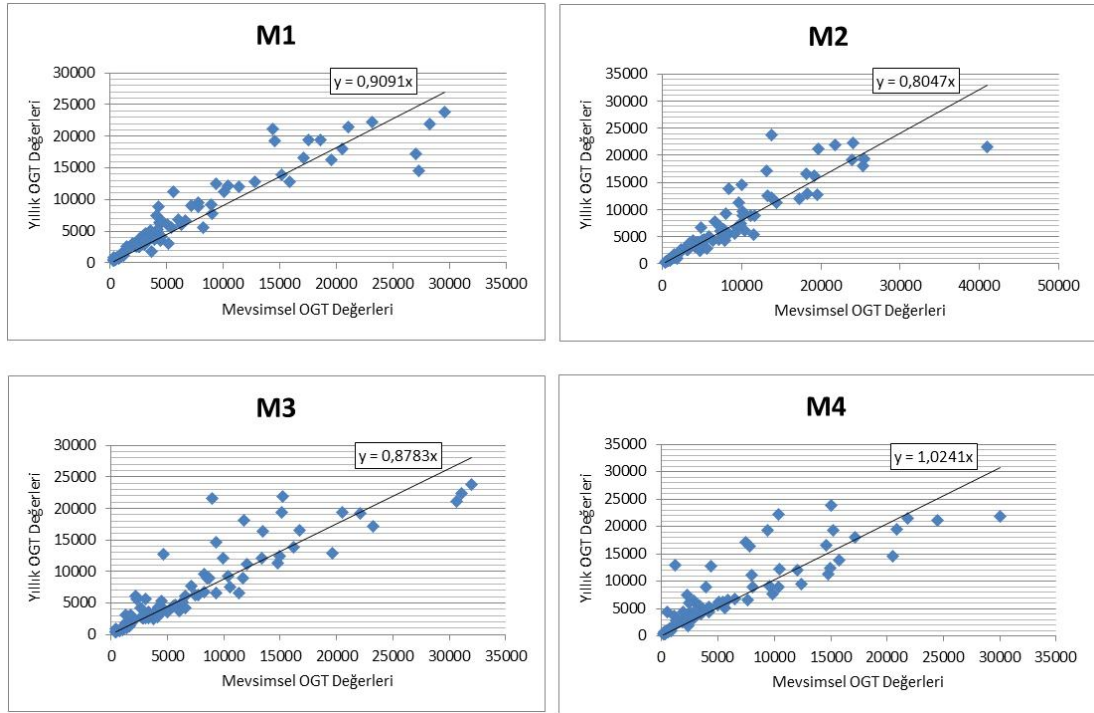
KGM 4. Bölge sınırları de yapılan ölçümlerde elde edilen mevsimsel trafik ve hız bilgileri ile yıllık bazda ortalama günlük trafik ve hız hesaplanmaktadır. Yıllık ile mevsimsel ortalama günlük trafik ve hız değerleri, yapılmış olan ölçümlerin süreleri ile değişmektedir. Ölçüm sürelerinin sonuçlardaki etkisinin azaltılması, daha hassas ve daha gerçekçi sonuçlar ortaya çıkarmakta ve dört mevsim ölçüm verileri ile hesaplanan mevsimsel-yıllık ortalama trafik ve hız değerleri arasında istatistiki modeller geliştirilmektedir. Kontrol kesimlerinde yapılacak olan yıl-mevsim ilişkilerinde, farklı yıllarda olsa dahi mevsimsel etkileşim ve değişim aynı olacağı için, dört mevsim ve yıllık ortalama trafik ve hız hesapları kullanılmaktadır. Kontrol kesimlerinde yapılan dört mevsim ölçümleri sayesinde farklı mevsim ölçümleri ile kombinasyonlar çıkartılarak olası bir hesap hatasının en aza indirgenmesi amaçlanmaktadır. Ortalama Günlük Trafik ve Ortalama Araç Hız değerleri ile 15 adet kombinasyon için regresyon modelleri geliştirilmektedir. Bu regresyon modellerinde mevsimsel ölçümlerden elde edilen yıllık ölçümler kalibre edilmekte veya düzeltilmektedir. Ayrıca bu regresyon modelleri yardımıyla ölçüm yılı içerisinde eksik mevsimler de tahmin edilebilmektedir. Her bir kombinasyon için geliştirilen regresyon modelleri, regresyon katsayısı veya gerçekleşmeyi yansıtmaya gücü (R^2) ile regresyon modeli sapma (S) değerleri ile önceliklendirilmekte ve eksik mevsimsel verilerin bu öncelik sırasına uygun olarak seçilen kombinasyon modelleri ile tahmin edilmektedir. Eksik verilerin kombinasyonlara göre tahmin edilmesi sonucu kesimlerin ait oldukları kümeler arasında değişiklikler olabilmektedir. Kümeler içerisinde olası bir değişiklik olması durumunda tekrar kümeleme ve ayrıştırma analizleri yapılarak kesimlerin ait oldukları kümelerde herhangi bir değişiklik oluşmayana kadar iterasyon yapılmaktadır. Kümelerin en son durumları dikkate alınarak kesimler ile ilgili hesaplamalar sonuçlandırılmaktadır.

5.1. Mevsimsel Kombinasyonlar

Yıllık OGT değerlerinin hesaplanması sırasında KKK'larda yapılmış olan ölçümlerin tüm mevsimleri kapsamı gerekmektedir. 4. Bölgede 2004–2008 yılları arasında 36 KKK'da 4 mevsim taşıt ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümler ile elde edilen M-OGT değerlerinden Y-OGT değerlerine geçiş yapılmakta ve eksik Y-OGT değerini bulmak için matematiksel modeller geliştirilmektedir.

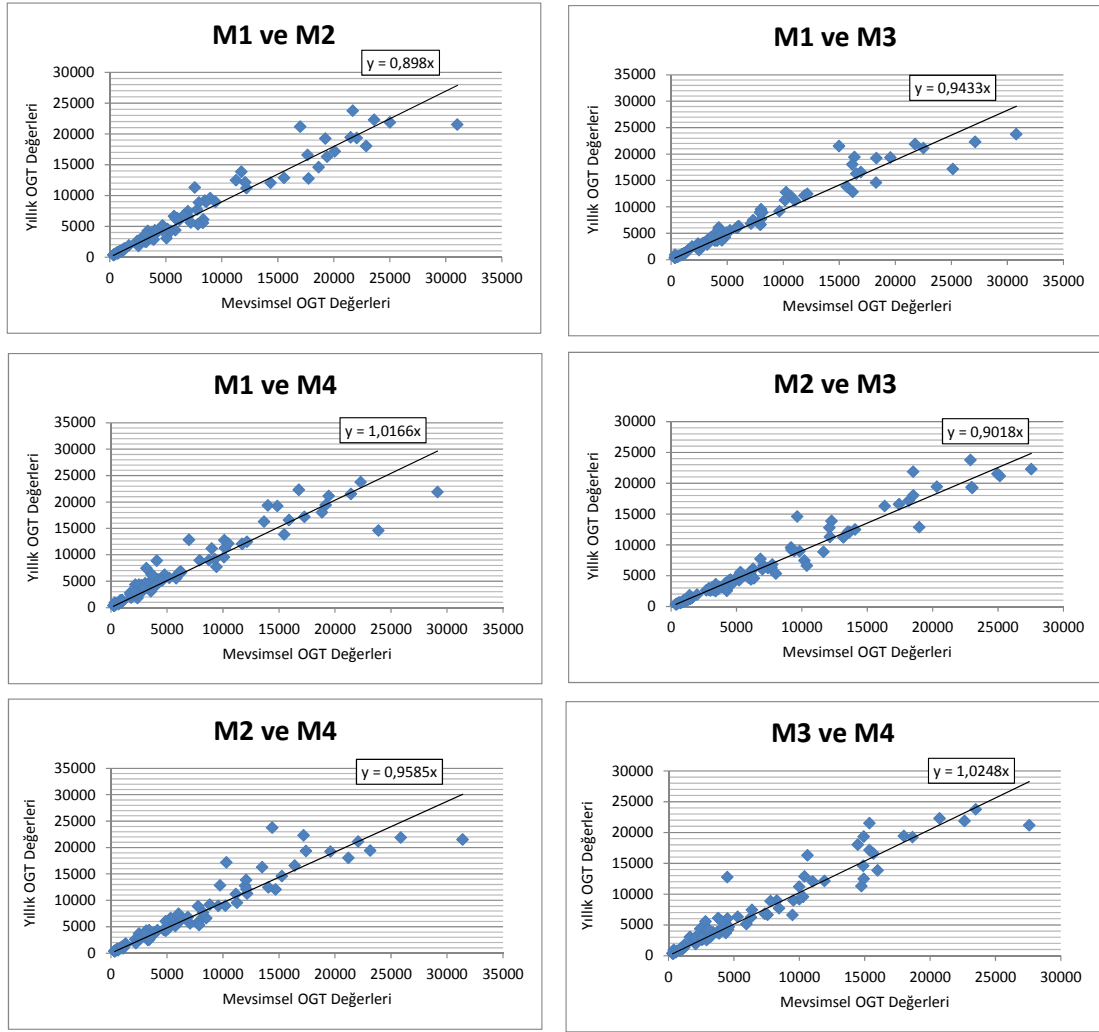
Çalışmalar sırasında M-OGT değerleri ile Y-OGT değerleri regresyon analizine tabi tutulmakta ve her iki değer arasında lineer eşitlik denklemleri bulunarak hesaplamalar yapılmaktadır. Bulunan bu eşitlikler grafik olarak gösterilmektedir. Grafiklerin x eksenlerinde KKK'lara ait ölçüm yapılmış olan M-OGT değerleri, y eksenlerinde ise KKK'lara ait ölçüm yapılmış Y-OGT değerleri bulunmaktadır. Bu noktaların dağılımlarının bulunduğu grafik üzerinde lineer eğilim çizgisi eklenerek Y-OGT ile M-OGT değerleri arasında lineer denklem elde edilmektedir. Grafikler üzerinde İlkbahar mevsimi M1, Yaz mevsimi M2, Sonbahar mevsimi M3 ve Kış mevsimi M4 olarak tanımlanmaktadır. Kombinasyonlar ile grafiklerin ardından Bölüm 3.1'de açıklanan parametreler verilmektedir.

Kontrol kesimlerinde yapılan mevsimsel trafik ölçümleri ile geliştirilen tek mevsimlik kombinasyonlar içerisinde M1-Y-OGT kombinasyonun en uygun olduğu görülmektedir. M1-Y-OGT kombinasyon sonuçlarında M1'in 13000-15000 ile 25000-27000 değerleri arasında 3 adet ölçümde lineer eğilim çizgisinden sapmalar görülmektedir. M2-Y-OGT kombinasyon sonuçlarında M2'nin 15000-18000 ile 30000 den sonra 6 adet ölçümde lineer eğilim çizgisinden sapmalar görülmektedir. M3-Y-OGT kombinasyon sonuçlarında M3'ün 5000 değerinden sonra 11 adet ölçümde lineer eğilim çizgisinden sapmalar görülmektedir. M4-Y-OGT kombinasyon sonuçlarında M4'ün 2000 değerinden sonra 12 adet ölçümde lineer eğilim çizgisinden sapmalar görülmektedir.



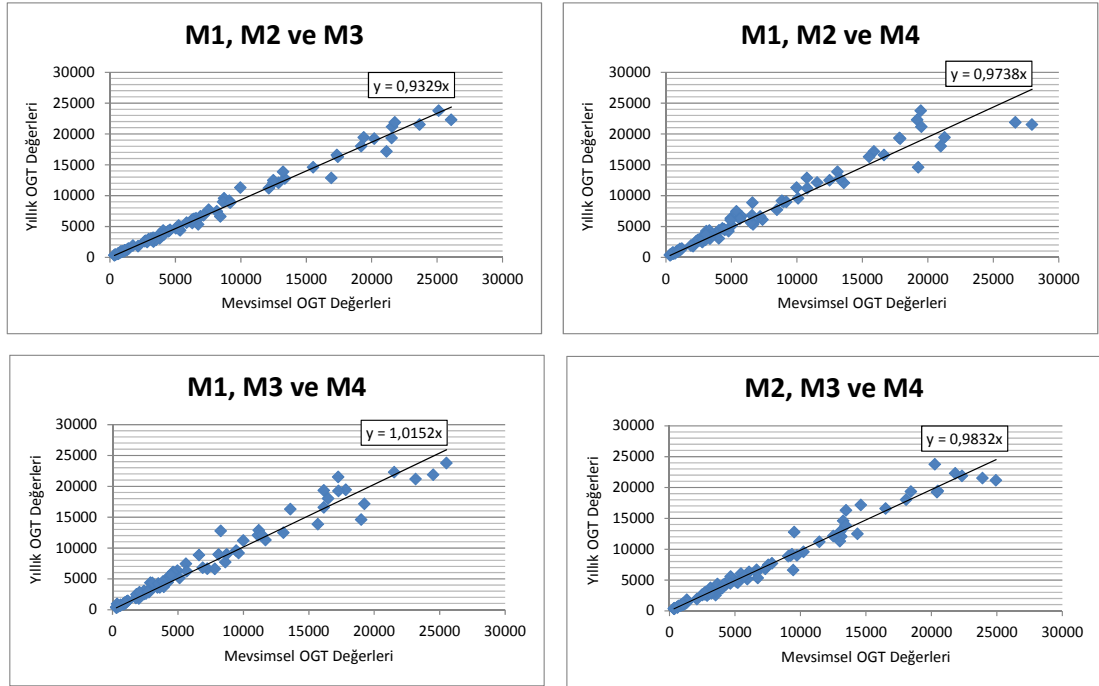
Şekil 5.1. Tek mevsimsel trafik ölçüm kombinasyonları.

İki mevsim-Yıllık OGT kombinasyonları arasında M1&M2-Y-OGT ile M2&M3-Y-OGT kombinasyonlarının diğer kombinasyonlara oranla daha uygun bir çözüm olduğu görülmektedir.

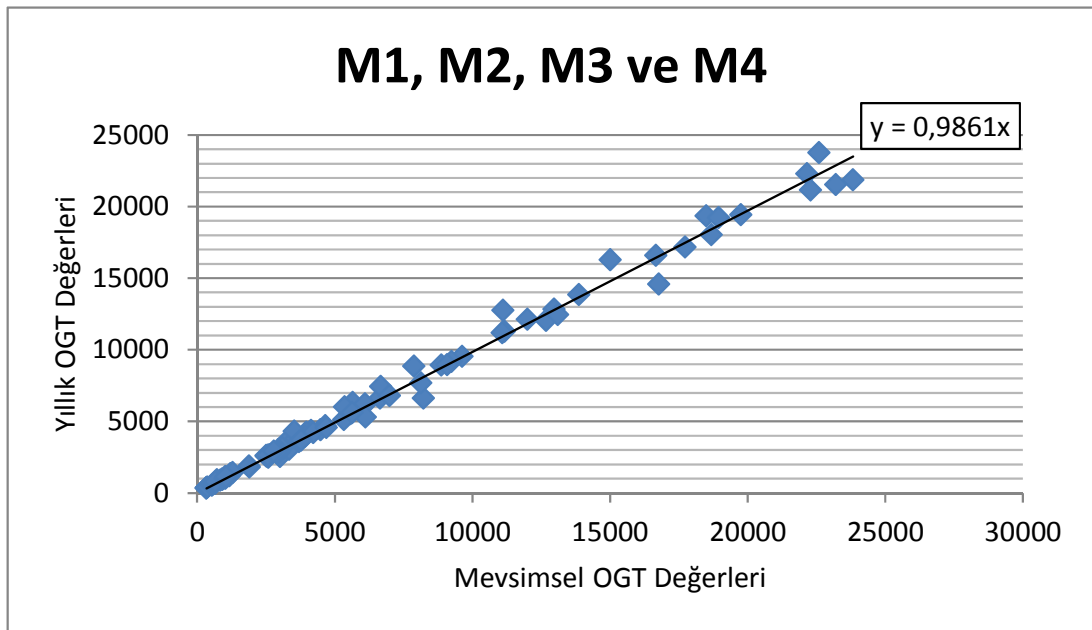


Şekil 5.2. İkili mevsimsel trafik ölçüm kombinasyonları.

Üç mevsim-Yıllık OGT kombinasyonu sonuçları Şekil 5.3'de verilmiştir. Kombinasyonlar arasında M1&M2&M3-Y-OGT kombinasyonunun diğer kombinasyonlara oranla en uygun çözüm olduğu görülmektedir.



Şekil 5.3. Üçlü mevsimsel trafik ölçüm kombinasyonları.



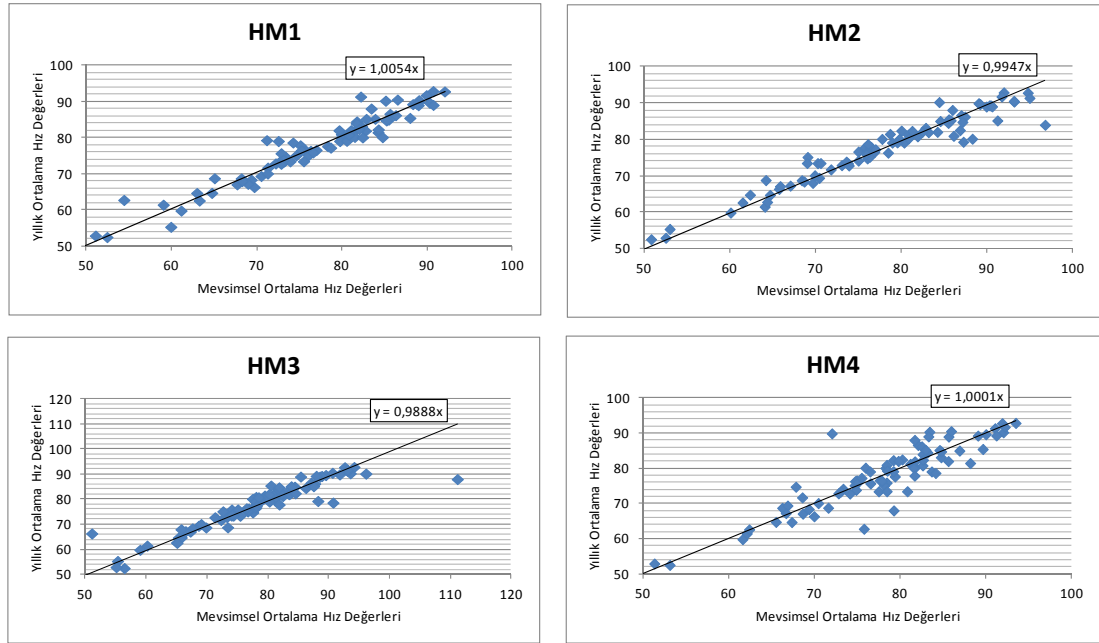
Şekil 5.4. Dörtlü mevsimsel trafik ölçüm kombinasyonları.

Çizelge 5.1. Yıllık OGT ile Mevsimsel OGT arasındaki denklemler.

	YOGT ile Mevsimsel Verilerin Kombinasyonları ile Elde Edilen Denklemler	R ² Düzeltilmiş	R ²	S
KOMBİNASYON 1	YOGT = 0,9091 x M1	0,9206	0,9324	2 434,08
KOMBİNASYON 2	YOGT = 0,8047 x M2	0,9074	0,9192	2 661,58
KOMBİNASYON 3	YOGT = 0,8783 x M3	0,8927	0,9045	2 893,26
KOMBİNASYON 4	YOGT = 1,0241 x M4	0,8525	0,8642	3 449,55
KOMBİNASYON 5	YOGT = 0,8980 x ((M1+M2)/2)	0,9616	0,9734	1 527,23
KOMBİNASYON 6	YOGT = 0,9433 x ((M1+M3)/2)	0,9577	0,9695	1 635,79
KOMBİNASYON 7	YOGT = 1,0166 x ((M1+M4)/2)	0,9386	0,9503	2 086,21
KOMBİNASYON 8	YOGT = 0,9018 x ((M2+M3)/2)	0,9676	0,9794	1 344,76
KOMBİNASYON 9	YOGT = 0,9585 x ((M2+M4)/2)	0,9401	0,9518	2 054,32
KOMBİNASYON 10	YOGT = 1,0248 x ((M3+M4)/2)	0,9483	0,9601	1 870,78
KOMBİNASYON 11	YOGT = 0,9329 x ((M1+M2+M3)/3)	0,9826	0,9944	702,81
KOMBİNASYON 12	YOGT = 0,9738 x ((M1+M2+M4)/3)	0,9658	0,9776	1 401,04
KOMBİNASYON 13	YOGT = 1,0152 x ((M1+M3+M4)/3)	0,9694	0,9811	1 285,63
KOMBİNASYON 14	YOGT = 0,9832 x ((M2+M3+M4)/3)	0,9767	0,9884	1 006,56
KOMBİNASYON 15	YOGT = 0,9861 x ((M1+M2+M3+M4)/4)	0,9846	0,9964	563,65

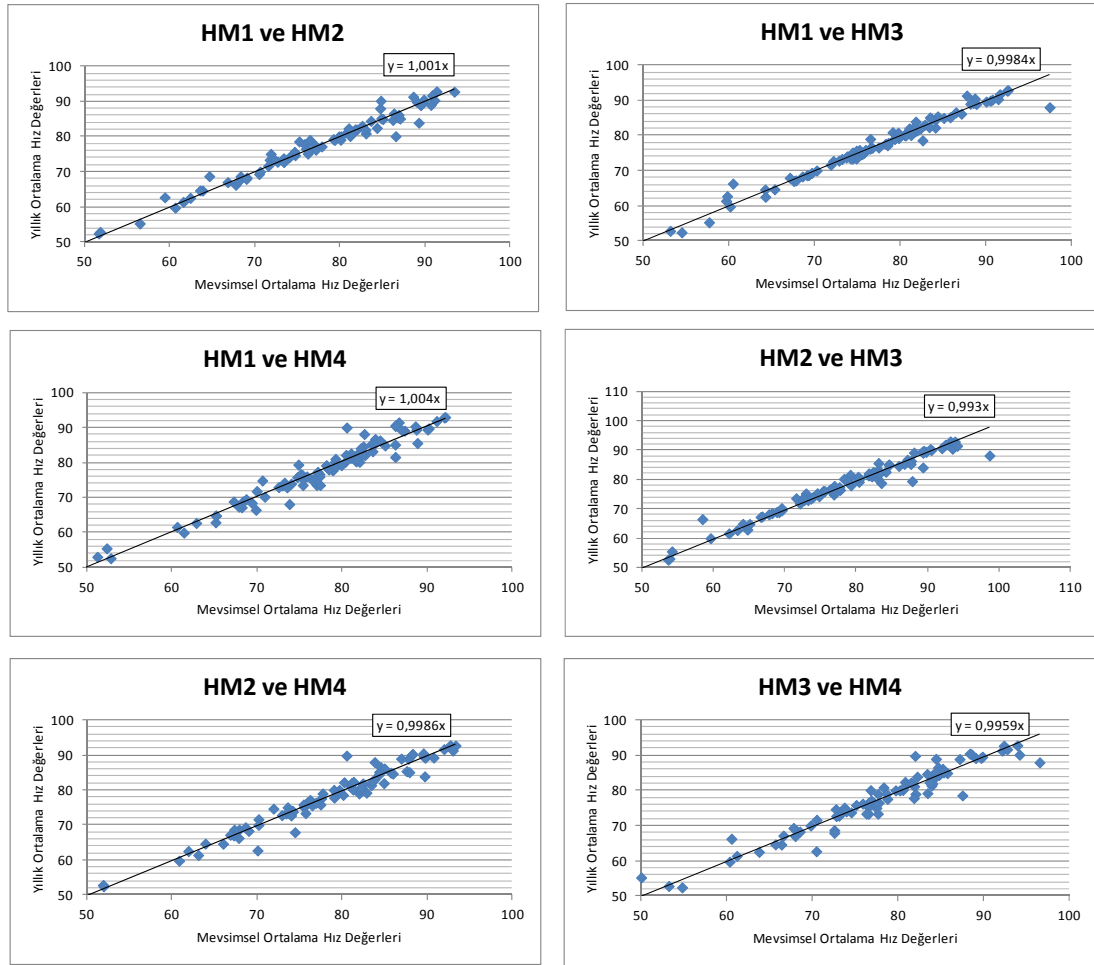
Yıllık Ortalama Araç Hız ile Mevsimsel Ortalama Araç Hız değerleri arasında da, 4 mevsim ölçüm yapılmış 36 kontrol kesiminden elde edilen mevsimsel hız ölçümleri ile kombinasyonlar geliştirilmiştir. Hız değerlerinin dağılım grafikleri çizilmekte ve her bir kombinasyona göre lineer eğilim denklemleri bulunmaktadır. Grafiklerin ardından verilmiş olan çizelge de Bölüm 3.1’de açıklanan kombinasyon seçimi aşamasında kullanılan parametreler bulunmaktadır. Hız değerleri km/saat olarak verilmektedir.

Tek mevsim Ortalama Araç Hız değeri ve yıllık Ortalama Araç Hız değeri arasında yapılmış olan kombinasyonlar içerisinde HM1–Y-OAH kombinasyonunun en uygun kombinasyon olduğu görülmektedir. Diğer kombinasyonların dağılım grafiklerinde lineer eğilim çizgisinden sapmaların fazla olduğu görülmektedir.



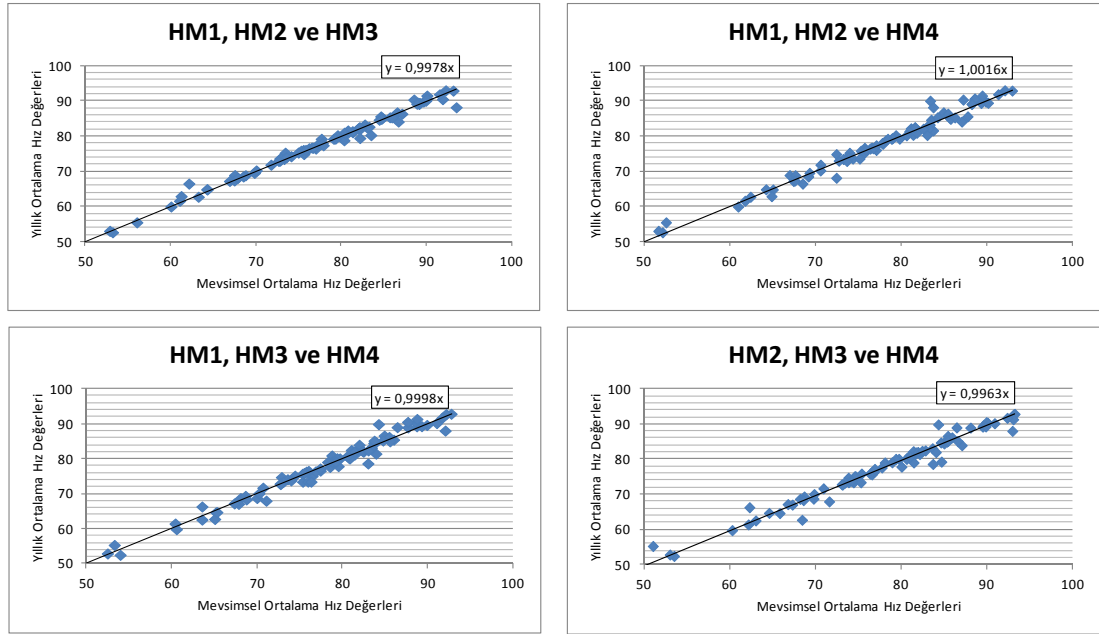
Şekil 5.5. Tek mevsimsel hız ölçüm kombinasyonu.

İki mevsim ortalama araç hız değerleri ile yıllık ortalama araç hız değerleri kombinasyonlarının dağılım grafikleri çizilmekte ve lineer eşitlik denklemleri çıkarılmaktadır. HM1&HM2–Y-OAH ile HM1&HM4–Y-OAH kombinasyonlarının diğer kombinasyonlara oranla daha uygun sonuçlar verdiği ve dağılım grafiklerinde bulunan verilerin lineer eğilim çizgisine yakın olduğu görülmektedir. Grafikler Şekil 5.6’da verilmektedir.

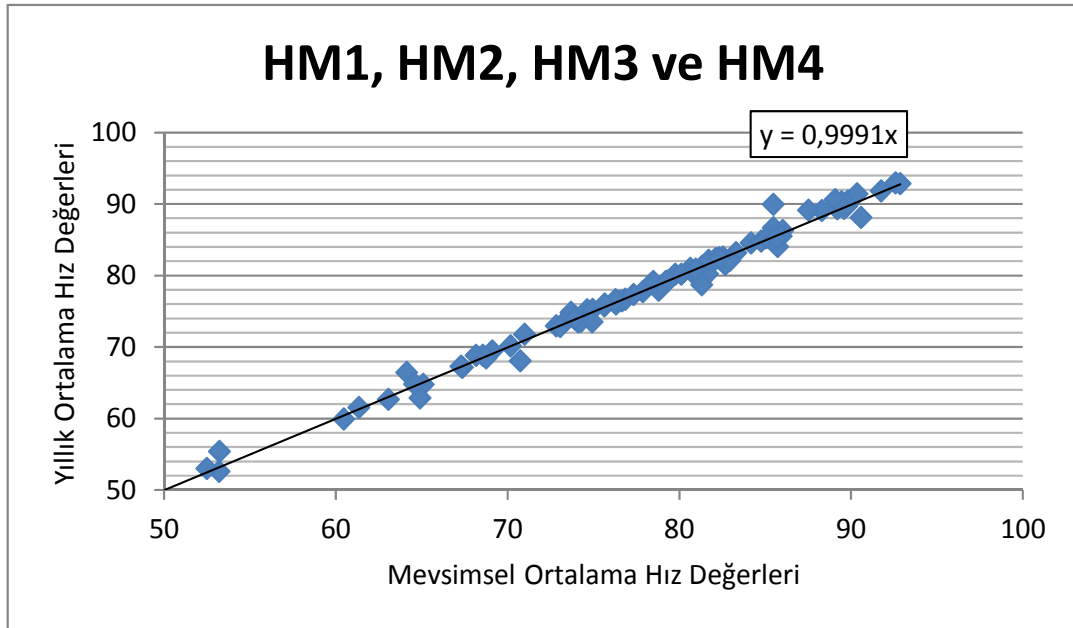


Şekil 5.6. İkili mevsimsel hız ölçüm kombinasyonları.

Kontrol kesimlerinde üç mevsim ortalama araç hız ile yıllık ortalama araç hız kombinasyonlarından HM1&HM2&HM4–Y-OAH arasında yapılmış olan kombinasyon sonuçlarının diğer kombinasyonlara oranla daha uygun sonuçlar verdiği görülmektedir. Kombinasyonlara ait grafikler ve lineer eşitlikler Şekil 5.7de verilmektedir.



Şekil 5.7. Üçlü mevsimsel hız ölçüm kombinasyonları.



Şekil 5.8. Dörtlü mevsimsel hız ölçüm kombinasyonu.

Çizelge 5.2. Yıllık Ortalama Araç Hız ile Mevsimsel Ortalama Araç Hız arasındaki denklemler.

	YOAİ ile Mevsimsel Verilerin Kombinasyonları ile Elde Edilen Denklemler	R ² Düzeltilmiş	R ²	S
KOMBİNASYON 1	YOAİ = 1,0054 x HM1	0.9864	0.9981	3.35
KOMBİNASYON 2	YOAİ = 0,9947 x HM2	0.9870	0.9987	2.77
KOMBİNASYON 3	YOAİ = 0,9888 x HM3	0.9856	0.9973	4.02
KOMBİNASYON 4	YOAİ = 1,0001 x HM4	0.9855	0.9973	4.05
KOMBİNASYON 5	YOAİ = 1,0010 x ((HM1+HM2)/2)	0.9877	0.9994	1.88
KOMBİNASYON 6	YOAİ = 0,9984 x ((HM1+HM3)/2)	0.9873	0.9990	2.43
KOMBİNASYON 7	YOAİ = 1,0040 x ((HM1+HM4)/2)	0.9871	0.9989	2.57
KOMBİNASYON 8	YOAİ = 0,9930 x ((HM2+HM3)/2)	0.9875	0.9993	2.11
KOMBİNASYON 9	YOAİ = 0,9986 x ((HM2+HM4)/2)	0.9874	0.9992	2.20
KOMBİNASYON 10	YOAİ = 0,9959 x ((HM3+HM4)/2)	0.9870	0.9988	2.72
KOMBİNASYON 11	YOAİ = 0,9978 x ((HM1+HM2+HM3)/3)	0.9879	0.9996	1.50
KOMBİNASYON 12	YOAİ = 1,0016 x ((HM1+HM2+HM4)/3)	0.9878	0.9996	1.65
KOMBİNASYON 13	YOAİ = 0,9998 x ((HM1+HM3+HM4)/3)	0.9876	0.9993	1.99
KOMBİNASYON 14	YOAİ = 0,9963 x ((HM2+HM3+HM4)/3)	0.9877	0.9995	1.72
KOMBİNASYON 15	YOAİ = 0,9991 x ((HM1+HM2+HM3+HM4)/4)	0.9879	0.9997	1.32

Kombinasyonlar ile tahminlerin yapılması sırasında ölçülen trafik değerlerinin mevsimsel standart sapmaları büyükken hızların mevsimsel standart sapmalarının daha düşük olduğu görülmektedir, bunun sebebi; araç sayılarındaki değişim aralığı yüksek iken araç hızları, tasarım hızına yakın olmalarından dolayı, daha düzenli bir durum sergilemektedir.

5.2. Yıllık Bazda Ortalama Düzeltme ve Eksik Mevsim Tahmini

Yıllık bazda OGT veya OAH düzeltmeleri ve eksik mevsimsel değerlerin tahminlerinde, Bölüm 3.2’de açıklanan aşamalar aynen uygulanmıştır. Kontrol kesimlerine ait mevsimsel trafik ve hız ölçümleri ile eksik verilerin tahminleri

Çizelge 5.3’de sunulmaktadır. Çizelgede tahmin işlemi ile elde edilen eksik bilgiler koyu renkli olarak gösterilmektedir.

Çizelge 5.3. 2008 yılı mevsimsel trafik ve hız ölçümleri

KKK	2008									
	Y-OGT	M1	M2	M3	M4	Y-OAH	HM1	HM2	HM3	HM4
4001005	6557.26	6638.62	4815.55	9309.83	5833.90	77.81	78.39	75.69	78.07	79.37
4010011	19504.91	11226.32	34672.82	16824.06	16393.70	75.65	76.07	76.84	74.53	75.44
4010012	6583.40	4094.78	9849.07	10545.55	2214.55	79.69	79.99	79.75	81.04	78.27
4010014	8113.41	4561.23	9409.40	11340.33	7599.11	80.58	80.00	86.09	78.13	78.41
4014002	1108.73	975.89	1280.74	1308.77	931.88	67.23	63.43	68.83	69.87	67.04
4014003	2955.24	2902.10	3274.71	3326.55	2483.85	78.01	78.60	77.41	78.53	77.79
4014004	3650.72	3359.80	4748.48	3631.59	3068.40	86.25	83.55	84.22	91.56	86.01
4014005	5632.23	4845.84	7474.04	5792.04	4733.83	87.96	87.13	88.33	88.98	87.71
4014006	15866.29	15957.31	19162.65	15902.31	13335.47	82.88	81.62	82.90	84.67	82.65
4016004	829.88	828.22	1031.22	809.24	697.50	45.86	45.51	46.10	46.26	45.73
4016005	712.29	297.58	1800.74	408.10	382.82	48.98	61.82	36.29	53.57	44.42
4016006	1995.77	1925.23	2318.58	2174.13	1677.43	70.23	70.57	69.84	70.73	70.03
4017001	532.22	312.64	682.94	715.92	447.33	71.28	68.33	72.63	73.34	71.08
4017002	1068.86	901.39	1179.71	1356.08	898.36	82.14	80.67	84.01	82.28	81.91
4018007										
4020008	13676.00	15138.92	8359.16	16192.28	15782.98	85.64	81.75	96.76	81.77	82.61
4020009	9121.53	9454.68	8050.42	11827.58	7666.56	92.60	91.50	93.12	93.79	92.34
4020010	9115.30	8920.01	8034.61	10402.06	9617.30	92.78	92.11	94.76	92.71	91.88
4020011										
4020012	22861.40	34091.51	22942.64	16482.74	19214.80	93.89	93.77	94.94	93.56	93.63
4020013	27693.31	23521.63	43291.56	22241.97	23275.97	89.33	88.81	90.73	89.02	89.08
4020014	23496.87	28289.30	21751.42	15257.71	30010.86	85.86	88.04	85.51	80.59	89.63
4023007	3866.21	3616.46	4430.48	4185.82	3449.56	85.29	85.54	84.53	84.49	86.90
4026003	4887.42	5099.19	5464.83	5152.77	4107.83	87.45	87.34	87.68	87.91	87.21
4026004	554.25	480.19	914.32	496.17	357.52	75.57	72.91	76.38	76.77	76.51
4026005	6022.34	4214.57	11527.07	4490.76	4195.75	78.42	79.80	78.92	78.80	76.46
4026006	2541.98	2374.53	3074.90	2765.34	2096.15	74.19	75.55	68.98	74.10	78.42
4026007	652.34	548.49	782.51	1048.32	266.72	64.54	64.77	62.33	65.84	65.48
4066501	5281.39	5053.70	7357.79	6611.04	2400.12	70.69	68.33	69.64	65.83	79.22
4067501	4589.53	5960.64	3076.92	5721.28	3857.45	83.99	83.53	83.99	84.98	83.75
4069501	3477.85	3127.09	4919.98	4166.09	1893.89	80.90	80.86	81.87	78.55	82.60
4075003	3287.66	2914.80	4319.17	3338.36	2763.24	69.90	77.41	69.61	63.13	69.70
4075004	4002.52	3490.98	5141.40	4238.77	3364.08	83.60	81.18	86.35	83.83	83.37
4075005										
4075006	14797.86	19585.24	19207.05	13461.38	7770.22	89.12	88.37	90.44	88.94	89.06
4075008	22876.44	21062.14	40990.95	8925.01	21814.57	89.00	86.57	93.13	90.70	85.94
4075301	4628.26	3130.27	7163.84	5500.76	2978.55	52.46	51.12	52.48	55.15	51.29
4076506	3293.64	3225.22	4317.78	3048.59	2768.28	89.22	90.33	87.87	90.04	88.97
4076507	759.92	733.30	995.37	715.07	638.71	83.44	85.28	81.71	83.86	83.21
4076508	12923.02	9352.31	13197.65	14932.69	14936.42	85.57	82.91	91.20	83.92	84.58

5.3. Kümeleme, Ayırıştırma ve İteratif Tahmin İşlemleri

Kümeleme ve ayırıştırma analizlerinden önce kesimlere ait mevsimsel ölçümlerin yıllık değişim ve tahminlerinde, Bölüm 3.3’de açıklanan aşamalar aynen uygulanmakta, işlemler sonucunda tüm KKK noktalarında yıllar bazında her mevsim için Y-OGT ve Y-OAH değerleri belirlenmekte ve Çizelge 5.4’de verilmektedir. Kesimlerde yıllık tahminlerin yapıldığı veriler de koyu renkli olarak gösterilmektedir.

Çizelge 5.4 2008yılı Y-OGT ve Y-OAH tahminleri yapılmış mevsimsel trafik ve hız ölçümleri

KKK	2008									
	Y-OGT	M1	M2	M3	M4	Y-OAH	HM1	HM2	HM3	HM4
4001005	6557.26	6638.62	4815.55	9309.83	5833.90	77.81	78.39	75.69	78.07	79.37
4010011	19504.91	11226.32	34672.82	16824.06	16393.70	75.65	76.07	76.84	74.53	75.44
4010012	6583.40	4094.78	9849.07	10545.55	2214.55	79.69	79.99	79.75	81.04	78.27
4010014	8113.41	4561.23	9409.40	11340.33	7599.11	80.58	80.00	86.09	78.13	78.41
4014002	1108.73	975.89	1280.74	1308.77	931.88	67.23	63.43	68.83	69.87	67.04
4014003	2955.24	2902.10	3274.71	3326.55	2483.85	78.01	78.60	77.41	78.53	77.79
4014004	3650.72	3359.80	4748.48	3631.59	3068.40	86.25	83.55	84.22	91.56	86.01
4014005	5632.23	4845.84	7474.04	5792.04	4733.83	87.96	87.13	88.33	88.98	87.71
4014006	15866.29	15957.31	19162.65	15902.31	13335.47	82.88	81.62	82.90	84.67	82.65
4016004	829.88	828.22	1031.22	809.24	697.50	45.86	45.51	46.10	46.26	45.73
4016005	712.29	297.58	1800.74	408.10	382.82	48.98	61.82	36.29	53.57	44.42
4016006	1995.77	1925.23	2318.58	2174.13	1677.43	70.23	70.57	69.84	70.73	70.03
4017001	532.22	312.64	682.94	715.92	447.33	71.28	68.33	72.63	73.34	71.08
4017002	1068.86	901.39	1179.71	1356.08	898.36	82.14	80.67	84.01	82.28	81.91
4018007	20704.03	39210.05	14519.43	12553.63	30589.72	82.71	73.63	88.36	90.11	80.21
4020008	13676.00	15138.92	8359.16	16192.28	15782.98	85.64	81.75	96.76	81.77	82.61
4020009	9121.53	9454.68	8050.42	11827.58	7666.56	92.60	91.50	93.12	93.79	92.34
4020010	9115.30	8920.01	8034.61	10402.06	9617.30	92.78	92.11	94.76	92.71	91.88
4020011	4966.12	6117.94	6350.50	6334.37	6064.85	79.50	81.68	78.99	80.55	79.47
4020012	22861.40	34091.51	22942.64	16482.74	19214.80	93.89	93.77	94.94	93.56	93.63
4020013	27693.31	23521.63	43291.56	22241.97	23275.97	89.33	88.81	90.73	89.02	89.08
4020014	23496.87	28289.30	21751.42	15257.71	30010.86	85.86	88.04	85.51	80.59	89.63
4023007	3866.21	3616.46	4430.48	4185.82	3449.56	85.29	85.54	84.53	84.49	86.90
4026003	4887.42	5099.19	5464.83	5152.77	4107.83	87.45	87.34	87.68	87.91	87.21
4026004	554.25	480.19	914.32	496.17	357.52	75.57	72.91	76.38	76.77	76.51
4026005	6022.34	4214.57	11527.07	4490.76	4195.75	78.42	79.80	78.92	78.80	76.46
4026006	2541.98	2374.53	3074.90	2765.34	2096.15	74.19	75.55	68.98	74.10	78.42
4026007	652.34	548.49	782.51	1048.32	266.72	64.54	64.77	62.33	65.84	65.48
4066501	5281.39	5053.70	7357.79	6611.04	2400.12	70.69	68.33	69.64	65.83	79.22
4067501	4589.53	5960.64	3076.92	5721.28	3857.45	83.99	83.53	83.99	84.98	83.75
4069501	3477.85	3127.09	4919.98	4166.09	1893.89	80.90	80.86	81.87	78.55	82.60
4075003	3287.66	2914.80	4319.17	3338.36	2763.24	69.90	77.41	69.61	63.13	69.70
4075004	4002.52	3490.98	5141.40	4238.77	3364.08	83.60	81.18	86.35	83.83	83.37
4075005	5342.82	4535.84	11686.15	6470.70	3350.94	76.46	78.03	71.36	76.33	82.72
4075006	14797.86	19585.24	19207.05	13461.38	7770.22	89.12	88.37	90.44	88.94	89.06
4075008	22876.44	21062.14	40990.95	8925.01	21814.57	89.00	86.57	93.13	90.70	85.94
4075301	4628.26	3130.27	7163.84	5500.76	2978.55	52.46	51.12	52.48	55.15	51.29
4076506	3293.64	3225.22	4317.78	3048.59	2768.28	89.22	90.33	87.87	90.04	88.97
4076507	759.92	733.30	995.37	715.07	638.71	83.44	85.28	81.71	83.86	83.21
4076508	12923.02	9352.31	13197.65	14932.69	14936.42	85.57	82.91	91.20	83.92	84.58

5.3.1. Kümeleme ve ayrıştırma işlemleri

Kontrol kesimlerinde kümeleme ve ayrıştırma analizleri, aynen Bölüm 3.3’de açıklanan şekilde gerçekleştirilmiştir.

Kontrol kesimleri, 2004-2008 yılları arasında yapılmış olan mevsimsel ölçüm verileri yardımıyla kümeleme veya sınıflandırma veya gruplandırma işlemine tabi tutulmuştur. Öncelikle %95 benzerlik için kümeler oluşturulmuş ve ayrıştırma analizi için her küme eleman sayısının birden fazla olma zorunluluğu nedeniyle birbirine yakın kümeler birleştirilerek altı farklı küme elde edilmiş, oluşturulan bu kümeler aynı veriler yardımıyla gerçekleştirilen ayrıştırma analizi ile gruplar ve grup üyelikleri kesinleştirilmiştir. Analizlerin yapılması sırasında “2005M1, 2005M3, 2005M4, 2006M3, 2006M4, 2007M3, 2008M1, 2005YOAH, 2005HM1” değerleri değişken olarak kullanılmıştır. Devam eden aşamaların her birinde ise; birbirine en yakın kümeler birleştirilerek küme sayısı bir adet azaltılarak yeniden ayrıştırma analizleri ile gruplar ve grup üyelikleri güncellenmiştir.

Kesimler altı kümeye ayrıştırıldığında elde edilen kümelerin birbirlerine uzaklıkları Çizelge 5.5’de sunulmaktadır. Kümeleme ve ayrıştırma analizlerine ilişkin aşamalar Elektronik Ek EEK-2’de verilmektedir.

Çizelge 5.5. 2004–2008 verileri bazında altılı küme ara mesafeleri.

	G1	G2	G3	G4	G5	G6
G1	0.00	67.20	89.23	180.13	200.36	471.31
G2	67.20	0.00	69.39	134.82	104.82	436.95
G3	89.23	69.39	0.00	54.76	201.58	598.21
G4	180.13	134.82	54.76	0.00	222.60	604.16
G5	200.36	104.82	201.58	222.60	0.00	171.99
G6	471.31	436.95	598.21	604.16	171.99	0.00

Bu altı küme içinde birbirine en yakın kümeler G3 ve G4 kümeleri olup bu iki küme birleştirilerek tek bir küme haline dönüştürüldüğünde, beş farklı (beşli) küme

oluşmakta veya kalmaktadır. Oluşan bu kümelerin diğerleriyle birlikte ve yeniden ayrıştırma analiziyle kesinleştirilen bu beş kümenin birbirlerine uzaklıkları Çizelge 5.6’da verilmektedir.

Çizelge 5.6. 2004–2008 verileri bazında beşli küme ara mesafeleri.

	G1	G2	G3	G5	G6
G1	0.00	66.88	87.88	189.01	459.70
G2	66.88	0.00	71.26	100.94	437.31
G3	87.88	71.26	0.00	203.01	606.66
G5	189.01	100.94	203.01	0.00	176.25
G6	459.70	437.31	606.66	176.25	0.00

Kümeler arası uzaklığı en kısa olan G1 ile G2 kümesi birleştirilmesi ve ayrıştırma analiziyle netleşen dörtlü küme elde edilmektedir. Bu kümelerin birbirlerine uzaklıkları Çizelge 5.7’de verilmektedir.

Çizelge 5.7. 2004–2008 verileri bazında dörtlü küme ara mesafeleri.

	G2	G3	G5	G6
G2	0.00	63.95	112.35	442.86
G3	63.95	0.00	195.92	623.91
G5	112.35	195.92	0.00	170.40
G6	442.86	623.91	170.40	0.00

Son olarak, birbirine uzaklığı en yakın olan G2 kümesinin G3 kümesiyle birleştirilmesi ve ayrıştırılması sonucu üçlü küme haline getirilmektedir. Üçlü küme ara mesafeleri Çizelge 5.8’de sunulmaktadır.

Çizelge 5.8. 2004–2008 verileri bazında üçlü küme ara mesafeleri.

	G3	G5	G6
G3	0.00	123.68	429.31
G5	123.68	0.00	142.17
G6	429.31	142.17	0.00

Aynı yaklaşım ile kontrol kesimleri; sadece 2008 yılı mevsimsel ölçümleri bazında kümeleme ve ayrıştırma işlemleri ile gruplandırıldığında oluşturulan altı farklı küme ara mesafeleri ise Çizelge 5.9’da verilmektedir. Analizlerin yapılması sırasında “2008M1, 2008M2, 2008M3, 2008M4, 2008HM1, 2008HM2, 2008HM3, 2008HM4” değerleri değişken olarak kullanılmıştır.

Çizelge 5.9. 2008 yılı verileri ile oluşturulan altılı küme ara mesafeleri.

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
K1	0.00	26.23	43.77	139.06	143.42	299.29
K2	26.23	0.00	47.08	121.94	115.52	266.35
K3	43.77	47.08	0.00	43.51	46.71	140.54
K4	139.06	121.94	43.51	0.00	20.62	72.32
K5	143.42	115.52	46.71	20.62	0.00	43.28
K6	299.29	266.35	140.54	72.32	43.28	0.00

Bu aşamadan sonra kontrol kesimlerinin ait olduğu gruplar, kümeler arası uzaklığa göre en yakın iki kümenin birleştirilmesi ile beş farklı gruba düşürülmektedir. K4 ile K5 diğer kümelere oranla birbirlerine en yakın kümeler olduğu için K4 ve K5 birleştirilmektedir. Kümelerin birleştirilmesinin ardından kümelerin birbirlerine uzaklıkları Çizelge 5.10’da verilmektedir.

Çizelge 5.10. 2008 yılı verileri ile oluşturulan beşli küme ara mesafeleri.

	K1	K2	K3	K4	K6
K1	0.00	26.45	45.05	140.00	302.84
K2	26.45	0.00	48.03	116.72	271.77
K3	45.05	48.03	0.00	41.09	139.78
K4	140.00	116.72	41.09	0.00	50.22
K6	302.84	271.77	139.78	50.22	0.00

Kesimlerin ait olduğu kümeler arasında, birbirine uzaklığı en yakın olan K2 ile K1 birleştirilerek dört farklı küme haline getirilmektedir. Kontrol kesimlerinin dört farklı küme haline getirildikten sonra küme mesafeleri Çizelge 5.11’de verilmektedir.

Çizelge 5.11. 2008 yılı verileri ile oluşturulan dörtlü küme ara mesafeleri.

	K1	K3	K4	K6
K1	0.00	42.07	126.34	288.12
K3	42.07	0.00	37.75	136.19
K4	126.34	37.75	0.00	51.25
K6	288.12	136.19	51.25	0.00

Kontrol kesimlerinin dört ayrı kümeden üç ayrı kümeye dönüşümü sırasında diğer kümelere oranla birbirlerine daha yakın olan K3 ile K4 birleştirilmekte, ayırıştırma analizi yapılmakta, küme mesafeleri Çizelge 5.12’de verilmektedir.

Çizelge 5.12. 2008 yılı verileri ile oluşturulan üçlü küme ara mesafeleri.

	K1	K4	K6
K1	0.00	55.13	182.51
K4	55.13	0.00	52.38
K6	182.51	52.38	0.00

Kontrol kesimlerinde kümeleme ve ayırıştırma analizleri, hem 2004-2008 yılı hem de sadece 2008 yılı mevsimsel ölçümleri ile yapılmış ve elde edilen sonuçlara göre

kontrol kesimlerinin ait oldukları kümeler Çizelge 5.13’de verilmiştir. Analizlere ait çalışmalar detaylı olarak Elektronik Ek EEK-3’de verilmektedir.

Çizelge 5.13. KKK’ların ait olduğu kümeler.

2004 - 2008 Ölçümleri					2008 Yılı Ölçümleri				
KKK	Altılı Küme	Beşli Küme	Dörtlü Küme	Üçlü Küme	KKK	Altılı Küme	Beşli Küme	Dörtlü Küme	Üçlü Küme
4001005	G3	G3	G3	G3	4001005	K1	K1	K1	K1
4010011	G1	G1	G2	G3	4010011	K5	K4	K4	K4
4010012	G3	G3	G3	G3	4010012	K1	K1	K1	K1
4010014	G3	G3	G3	G3	4010014	K2	K2	K1	K1
4014002	G3	G3	G3	G3	4014002	K1	K1	K1	K1
4014003	G3	G3	G3	G3	4014003	K1	K1	K1	K1
4014004	G3	G3	G3	G3	4014004	K1	K1	K1	K1
4014005	G4	G3	G3	G3	4014005	K1	K1	K1	K1
4014006	G6	G6	G6	G6	4014006	K3	K3	K3	K4
4016004	G3	G3	G3	G3	4016004	K1	K1	K1	K1
4016005	G3	G3	G3	G3	4016005	K1	K1	K1	K1
4016006	G3	G3	G3	G3	4016006	K1	K1	K1	K1
4017001	G3	G3	G3	G3	4017001	K1	K1	K1	K1
4017002	G3	G3	G3	G3	4017002	K1	K1	K1	K1
4018007	G6	G6	G6	G6	4018007	K5	K4	K4	K4
4020008	G3	G3	G3	G3	4020008	K2	K2	K1	K1
4020009	G3	G3	G3	G3	4020009	K1	K1	K1	K1
4020010	G3	G3	G3	G3	4020010	K1	K1	K1	K1
4020011	G3	G3	G3	G3	4020011	K1	K1	K1	K1
4020012	G5	G5	G5	G5	4020012	K4	K4	K4	K4
4020013	G1	G1	G2	G3	4020013	K6	K6	K6	K6
4020014	G5	G5	G5	G5	4020014	K4	K4	K4	K4
4023007	G3	G3	G3	G3	4023007	K1	K1	K1	K1
4026003	G3	G3	G3	G3	4026003	K1	K1	K1	K1
4026004	G3	G3	G3	G3	4026004	K1	K1	K1	K1
4026005	G3	G3	G3	G3	4026005	K1	K1	K1	K1
4026006	G3	G3	G3	G3	4026006	K1	K1	K1	K1
4026007	G3	G3	G3	G3	4026007	K1	K1	K1	K1
4066501	G3	G3	G3	G3	4066501	K1	K1	K1	K1
4067501	G3	G3	G3	G3	4067501	K1	K1	K1	K1
4069501	G3	G3	G3	G3	4069501	K1	K1	K1	K1
4075003	G3	G3	G3	G3	4075003	K1	K1	K1	K1
4075004	G3	G3	G3	G3	4075004	K1	K1	K1	K1
4075005	G3	G3	G3	G3	4075005	K1	K1	K1	K1
4075006	G2	G2	G2	G3	4075006	K3	K3	K3	K4
4075008	G2	G2	G2	G3	4075008	K6	K6	K6	K6
4075301	G3	G3	G3	G3	4075301	K1	K1	K1	K1
4076506	G3	G3	G3	G3	4076506	K1	K1	K1	K1
4076507	G3	G3	G3	G3	4076507	K1	K1	K1	K1
4076508	G4	G3	G3	G3	4076508	K2	K2	K1	K1

2004-2008 verileri ile oluşturulan altılı kümeler ile 2008 verileri bazında oluşturulan altılı kümeler arasındaki eşleşmeler Çizelge 5.14’de sunulmaktadır. G3 kümesi K1 kümesi ile, G5 kümesi K4 kümesi ile eşleşmektedir. Diğer üye sayısı az küme eşleşmeleri net olarak belirlenememektedir.

Çizelge 5.14 Altılı kümelerde eşleşme

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
G1	0	0	0	0	1	1
G2	0	0	1	0	0	1
G3	28	2	0	0	0	0
G4	1	1	0	0	0	0
G5	0	0	0	2	0	0
G6	0	0	1	0	1	0

Çizelge 5.15’de sunulan küme eşleşmelerinde G3 kümesi K1 ile, G5 kümesi ise K4 ile eşleşmektedir. G1 kümesinin birer elemanı ile K4 ve K6 kümelerinin birer elemanı, G2 kümesinin birer elemanı ile K3 ve K6 kümelerinin birer elemanı, G3 kümesinden üç elemanı ile K2 kümesi, G6 kümesinin birer elemanı ile K3 ve K4 kümelerinin birer elemanı eşleşmektedir.

Çizelge 5.15 Beşli kümelerde eşleşme

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
G1	0	0	0	1	0	1
G2	0	0	1	0	0	1
G3	29	3	0	0	0	0
G4	0	0	0	0	0	0
G5	0	0	0	2	0	0
G6	0	0	1	1	0	0

Dörtlü kümelere ait eşleşmeler Çizelge 5.16’de sunulmaktadır. G3 ile K1 kümesi eşleşmektedir. G2 kümesinin iki elemanı ile K6 kümesi, G5 kümesinden iki eleman ile K4 kümesinden iki eleman, G2 ve G6 kümelerinden birer eleman ile K4

kümesinden birer eleman, G6 kümesinin birer elemanı ile K3 ve K4 kümelerinin birer elemanları eşleşmektedir.

Çizelge 5.16 Dörtlü kümelerde eşleşme

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
G1	0	0	0	0	0	0
G2	0	0	1	1	0	2
G3	32	0	0	0	0	0
G4	0	0	0	0	0	0
G5	0	0	0	2	0	0
G6	0	0	1	1	0	0

Çizelge 5.17’da sunulan üçlü küme eşleşmelerine göre G3 kümesi ile K1 kümesi eşleşmektedir. G5 ve G6 kümelerinin elemanları ile G3 kümesinden 2 eleman K4 kümesinin ikişer elemanları ile, G3 kümesine ait iki eleman ise K6 ile eşleşmektedir.

Çizelge 5.17 Üçlü kümelerde eşleşme

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
G1	0	0	0	0	0	0
G2	0	0	0	0	0	0
G3	32	0	0	2	0	2
G4	0	0	0	0	0	0
G5	0	0	0	2	0	0
G6	0	0	0	2	0	0

Analiz sonuçlarında küme sayısının fazla olması ve küme elemanının az olmasından dolayı eşleşmeler birbirlerine yakın olmaktadır. Eşleşme aşamasında net olarak karar verilemeyen kümeler, iteratif tahmin işlemlerinde ilk birleşen kümelerdir. Karşılıklı eşleştirme sırasında tereddüt edilen kümelerin, ilk aşamalarda diğer kümeler ile birleşmesi, karar verilenlerin ise iteratif tahmin işlemleri sonunda aynı kalması yapılan eşleşmeleri doğrulamaktadır. Bu sonuçlar eşliğinde iteratif tahmin işlemleri

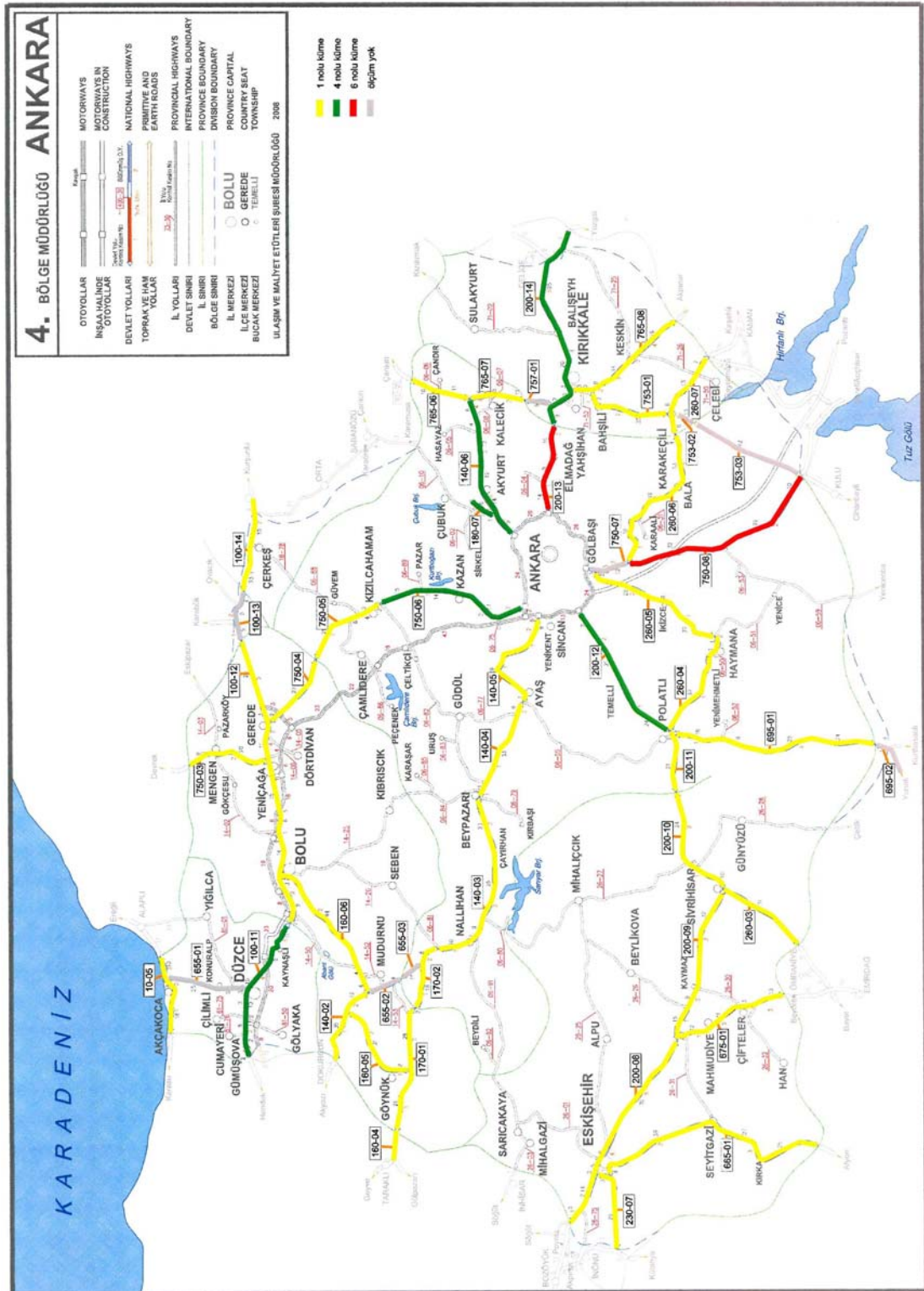
ve yol ağı trafiğinin modellenmesi sırasında ölçümlerin yapıldığı en son ve en güncel yıl olan 2008 yılı mevsimsel ölçümleri kullanılmaktadır.

5.3.2. Üçlü küme için iteratif tahmin işlemleri

Kontrol kesimlerinde 2008 yılı ölçümlerinin ayrıştırma analizi sonucu bulunan yeni üçlü kümelerle göre, KKK'ların yıllar arasındaki değişimlerinin matematiksel ortalamaları kümelerin daha gerçekçi temsil edilmesi için yeniden bulunmaktadır. Yeni katsayı değerleri ile eksik mevsimsel ölçümlerin tahmininin ardından kesimler %95 benzerlik oranına göre tekrar kümelerle ayrılmakta ve ayrıştırma analizine tabi tutulmaktadır. Ayrıştırma analizi sonucunda sadece 2008 yılı verileri ile kesimlerin oluşturdukları üçlü kümelerin bölge haritasına dağılımı Harita 5.1'de, birbirlerine uzaklıkları ise Çizelge 5.18'de verilmektedir. Ayrıca kontrol kesimlerine ait 2004–2008 yılı ve sadece 2008 yılı ölçümleri ile yapılmış olan analizler de Elektronik Ek EEK-4'de verilmektedir.

Çizelge 5.18. 2008 yılı küme değerleri ve verileri ile oluşturulan üçlü küme ara mesafeleri.

	K1	K4	K6
K1	0.00	44.63	164.36
K4	44.63	0.00	53.62
K6	164.36	53.62	0.00



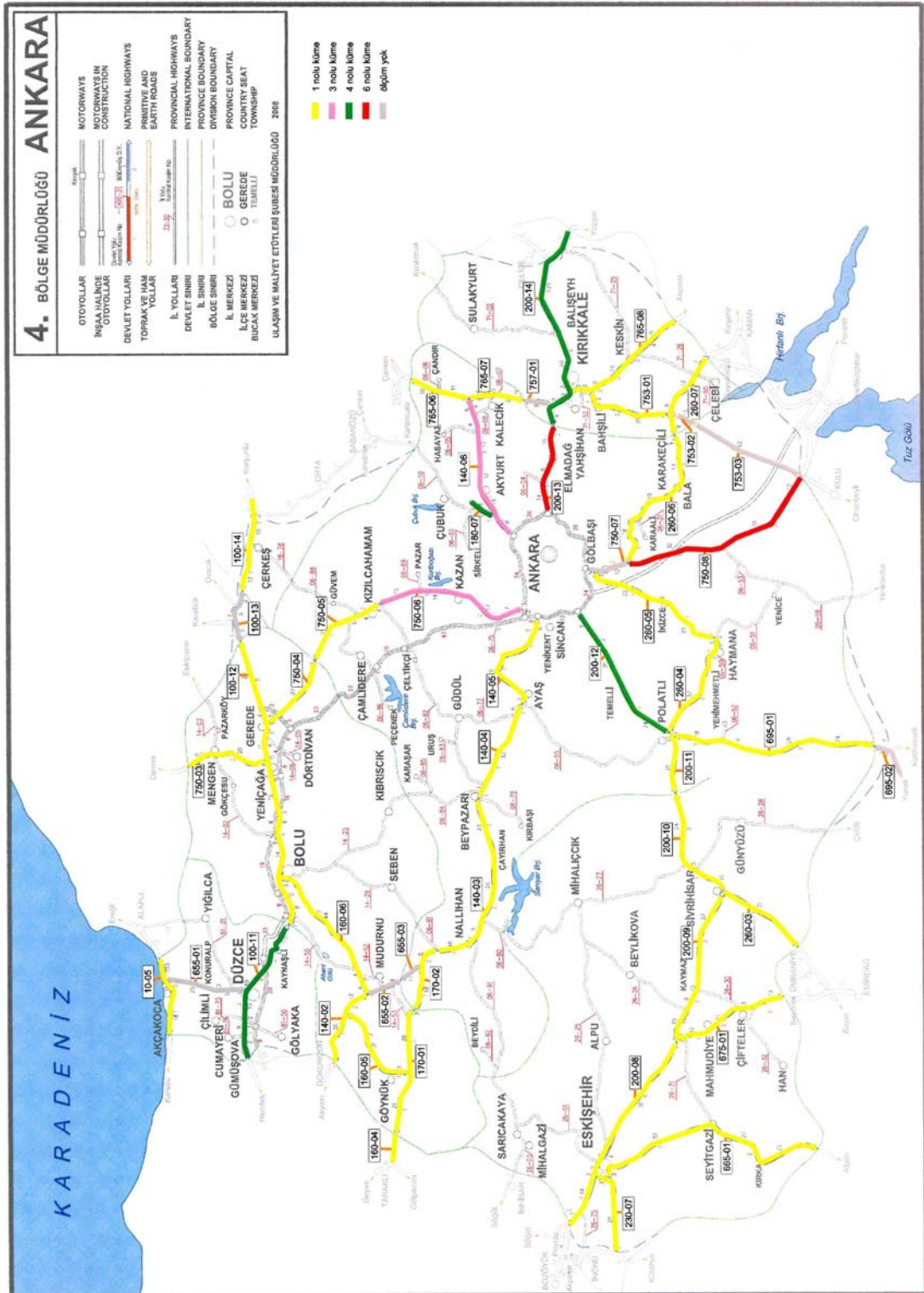
Harita 5.1. Üçlü kümenin bölge içerisindeki dağılımı.

5.3.3. Dörtlü küme için iteratif tahmin işlemleri

Analizler sonucu kesimlerin oluşturduğu yeni dörtlü küme ile 2008 yılında bulunan eksik mevsimsel ölçümler, daha gerçekçi sonuçlar elde edilmesi için yeniden tahmin edilmiştir. Tahmin işlemi sırasında yeni oluşturulan kümeler kullanılarak kesimlerin gruplar içerisindeki etkileri güncellenmiş ve sağlamlaştırılmıştır. Tahmin işleminin yapılmasının ardından kesimlerde bulunan tüm veriler %95 benzerlik ile kümeleme analizine tabi tutulmakta ve oluşturulan 4 farklı kümeye göre ayrıştırma analizi yapılmaktadır. Kümeleme ve ayrıştırma analizleri sonucunda kesimlerin ait oldukları kümeler bölge haritasına işlenmiş ve Harita 5.2’de verilmiştir. Dörtlü kümelerin birbirlerine uzaklıkları ise Çizelge 5.19’de verilmektedir. Analizlere ait detaylı çalışmalar Elektronik Ek EEK-5’te verilmektedir.

Çizelge 5.19. 2008 yılı küme değerleri ve verileri ile oluşturulan dörtlü küme ara mesafeleri.

	K1	K3	K4	K6
K1	0.00	29.12	119.43	278.06
K3	29.12	0.00	45.17	157.23
K4	119.43	45.17	0.00	51.67
K6	278.06	157.23	51.67	0.00



Harita 5.2. Dörtlü kümenin bölge içerisindeki dağılımı.

5.3.4. Beşli küme için iteratif tahmin işlemleri

Beşli küme için iteratif tahmin işlemleri sırasında kontrol kesimlerinde bulunan yıllık değişim katsayılarının, kesimlerin ait oldukları yeni beşli kümeye göre, ortalamaları alınmakta ve kesimler arasında bulunan eksik mevsimsel ölçümler grup değişiklikleri ile daha gerçekçi ve güncel olması için yeniden tahmin edilmektedir. Kesimlerde bulunan eksik mevsimsel ölçümlerin beşli kümeye göre tahmin edilmesinin ardından %95 benzerlik ile kümeleme analizi yapılmakta ve çıkan sonuçlara göre kümeler yeniden düzenlenmektedir. Sadece 2008 mevsimsel ölçümleri ile yapılan analizler sonucu kontrol kesimlerinin bölge içerisindeki dağılımı Harita 5.3’de, beşli küme olarak birbirlerine uzaklıkları ise Çizelge 5.20’de verilmektedir. Kontrol kesimleri ile 2004 – 2008 yılı ve sadece 2008 yılı mevsimsel ölçümleri ile yapılan kümeleme ve ayrıştırma analizlerine ait detaylı sonuçlar Elektronik Ek EEK-6’da verilmektedir.

Çizelge 5.20. 2008 yılı küme değerleri ve verileri ile oluşturulan beşli küme mesafeleri.

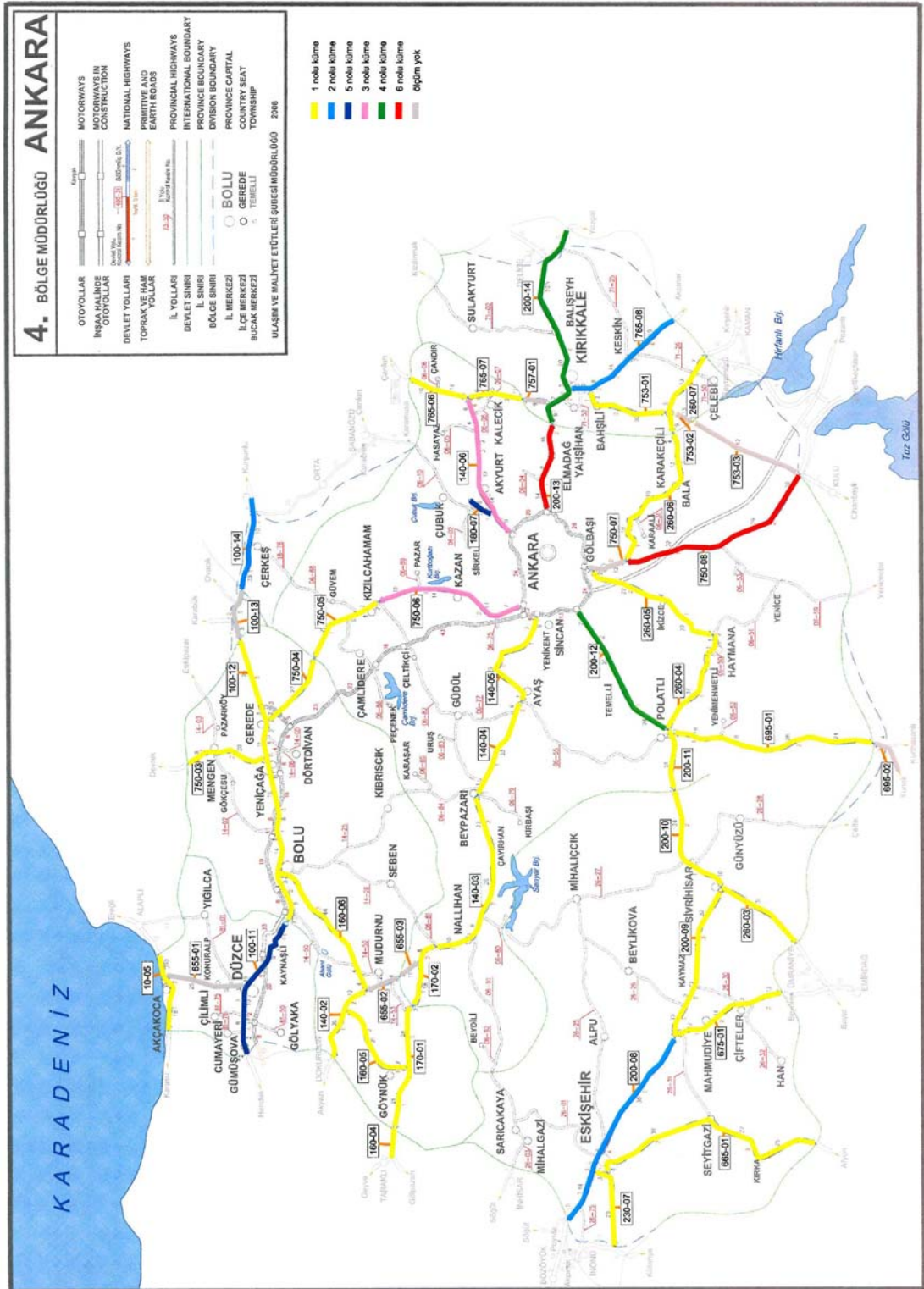
	K1	K2	K3	K4	K6
K1	0.00	22.48	31.64	121.64	278.70
K2	22.48	0.00	29.91	110.92	263.02
K3	31.64	29.91	0.00	44.25	154.28
K4	121.64	110.92	44.25	0.00	51.01
K6	278.70	263.02	154.28	51.01	0.00

5.3.5. Altılı küme için iteratif tahmin işlemleri

Altılı küme için iteratif tahmin işlemlerinde, altılı kümelerin yeni grup üyelerine göre yıllık değişim katsayıları bulunmakta ve eksik mevsimsel ölçümler bu yeni katsayılar ile tahmin edilmektedir. Bir önceki aşamalarda olduğu gibi bu aşamada da yeni grup üyeleri kullanılmakta ve sonuçlar daha güncel ve gerçekçi olmaktadır. Kesimlere ait tüm mevsimsel ölçümler ile yeniden kümeleme ve ayrıştırma analizi yapılmaktadır. Analiz sonuçlarına göre kesimler altılı kümeye ayrılmakta ve bölge içerisindeki dağılımları Harita 5.4’de, birbirlerine uzaklıkları da Çizelge 5.21’de verilmektedir. Kesimlerde yapılan kümeleme ve ayrıştırma analizlerinin detaylı sonuçları Elektronik Ek EEK-7’de verilmektedir.

Çizelge 5.21. 2008 yılı küme değerleri ve verileri ile oluşturulan altılı küme mesafeleri.

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
K1	0.00	22.63	57.62	278.06	117.20	355.08
K2	22.63	0.00	67.37	292.63	114.76	358.37
K3	57.62	67.37	0.00	105.98	51.97	169.45
K4	278.06	292.63	105.98	0.00	140.43	108.50
K5	117.20	114.76	51.97	140.43	0.00	81.22
K6	355.08	358.37	169.45	108.50	81.22	0.00



Harita 5.4. Altılı kümenin bölge içerisindeki dağılımı.

5.4. Oluşturulan Küme Karakteristik Özellikleri

Kontrol kesimleri ile oluşturulan kümelere ait sonuçlar; Y-OGT, Y-OAH, M-OGT, M-OAH, trafik yön ve araç kompozisyonu dağılımları aşağıda maddeler halinde sunulmaktadır:

5.4.1. Üçlü kümelerin tipik özellikleri

Kesimlerde eksik mevsimsel ölçümlerin iteratif olarak tahmin işlemlerinin yapılmasının ardından grup özellikleri bulunmaktadır.

Küme1, 4 815.39 Y-OGT ve 76.50 km/sa Y-OAH değerine sahiptir. Mevsimsel ortalama günlük trafik en yüksek sonbahar mevsiminde (M3-OGT), en düşük ise ilkbahar mevsiminde (M1-OGT) olmaktadır. Mevsimsel araç hız ortalaması en yüksek kış mevsiminde (M4-OAH), en düşük ise yaz mevsimindedir. (M2-OAH) Trafik yön dağılımı 1 yönünde %47.49, 2 yönünde ise %52.51dir. Araç kompozisyonu içerisinde 2. Kategori (Otomobil) en yüksek, 10. Kategori (6 Akslı Kombinasyonu) ise en düşük orana sahiptir.

Küme4, 20 086.92 Y-OGT değerine, 85.57 km/sa Y-OAH değerine sahiptir. Mevsimsel ortalama günlük trafik, en yüksek kış mevsiminde (M4-OGT), en düşük ise sonbahar mevsimindedir. (M3-OGT) Mevsimsel araç hız ortalaması en yüksek yaz mevsiminde (M2-OAH), en düşük ise ilkbahar mevsimindedir. (M1-OAH) Trafik yön dağılımı 1 yönünde %47.52, 2 yönünde ise %52.48dir. Sonbahar mevsiminde trafik yön dağılımı 2 yönünde (%60.12) 1 yönüne (%39.88) oranla çok daha fazladır. Araç kompozisyonu içerisinde 2. Kategori (Otomobil) en yüksek, 10. Kategori (6 Akslı Kombinasyonu) ise en düşük orana sahiptir.

Küme6, 27 013.11 Y-OGT değerine, 90.40 km/sa Y-OAH değerine sahiptir. Mevsimsel günlük trafik ortalaması en yüksek yaz mevsiminde (M2-OGT), en düşük ise sonbahar mevsiminde (M3-OGT) görülmüştür. En yüksek mevsimsel araç hız ortalaması yaz mevsiminde (M2-OAH), en düşük hız değeri ise ilkbahar

mevsimindedir. (M3-OAH) Trafik yön dağılımı 1 yönünde %51.85, 2 yönünde ise %48.15dir. Araç kompozisyonu içerisinde 2. Kategori (Otomobil) en yüksek, 10. Kategori (6 Akslı Kombinasyonu) ise en düşük orana sahiptir. Üçlü küme için Y-OGT ve Y-OAH değerleri ile mevsimsel genişleme katsayıları; Çizelge 5.22.'de, araç kompozisyonu Çizelge 5.23'de, yön dağılımı ise Çizelge 5.24'de verilmektedir.

Çizelge 5.22. Üçlü küme için Y-OGT ve Y-OAH değerleri ile mevsimsel genişleme katsayıları.

Küme adı	Üçlü Küme Y-OGT ve Mevsimsel Trafik Genişleme Katsayıları					Üçlü Küme Y-OAH ve Mevsimsel Hız Genişleme Katsayıları				
	2008YOGT	2008M1	2008M2	2008M3	2008M4	2008YOAH	2008HM1	2008HM2	2008HM3	2008HM4
K 1	4 815.39	0.8262	1.0805	1.0992	0.9764	76.50	1.0019	1.0003	1.0032	1.0128
K 4	20 086.92	1.0710	1.0457	0.7562	1.2797	85.57	0.9815	1.0199	1.0033	1.0093
K 6	27 013.11	0.8196	1.5490	0.5745	1.1092	90.40	0.9697	1.0165	0.9936	0.9816

Çizelge 5.23. Üçlü küme için trafik yön dağılımı.

TÜM MEVSİMLER			
	K 1	K 4	K 6
Yön 1	47.49%	47.52%	51.85%
Yön 2	52.51%	52.48%	48.15%

Toplam: 100.00% 100.00% 100.00%

İLKBAHAR MEVSİMİ				YAZ MEVSİMİ			
	K 1	K 4	K 6		K 1	K 4	K 6
Yön 1	47.17%	49.13%	49.47%	Yön 1	49.77%	44.07%	51.65%
Yön 2	52.83%	50.87%	50.53%	Yön 2	50.23%	55.93%	48.35%

Toplam: 100.00% 100.00% 100.00%

Toplam: 100.00% 100.00% 100.00%

SONBAHAR MEVSİMİ				KIŞ MEVSİMİ			
	K 1	K 4	K 6		K 1	K 4	K 6
Yön 1	50.00%	39.88%	53.56%	Yön 1	46.95%	51.27%	49.38%
Yön 2	50.00%	60.12%	46.44%	Yön 2	53.05%	48.73%	50.62%

Toplam: 100.00% 100.00% 100.00%

Toplam: 100.00% 100.00% 100.00%

Çizelge 5.24. Üçlü küme için araç kompozisyonu.

TÜM MEVSİMLER			
	K 1	K 4	K 6
1. Kategori	1.81%	1.26%	0.74%
2. Kategori	64.01%	66.14%	61.87%
3. Kategori	6.72%	6.73%	5.01%
4. Kategori	2.63%	3.28%	5.44%
5. Kategori	6.38%	6.16%	5.55%
6. Kategori	9.35%	7.94%	9.19%
7. Kategori	2.53%	2.14%	2.70%
8. Kategori	2.32%	2.11%	2.90%
9. Kategori	3.08%	2.75%	4.60%
10. Kategori	0.10%	0.12%	0.16%
11. Kategori	0.11%	0.19%	0.34%
12. Kategori	0.97%	1.19%	1.52%
Toplam:	100.00%	100.00%	100.00%

İLKBAHAR MEVSİMİ			
	K 1	K 4	K 6
1. Kategori	1.84%	0.93%	1.01%
2. Kategori	61.42%	65.70%	58.69%
3. Kategori	6.90%	6.75%	5.04%
4. Kategori	2.82%	3.24%	5.73%
5. Kategori	6.73%	6.22%	5.86%
6. Kategori	10.07%	8.43%	10.30%
7. Kategori	2.87%	2.30%	2.94%
8. Kategori	2.59%	2.19%	3.20%
9. Kategori	3.55%	2.95%	5.29%
10. Kategori	0.10%	0.14%	0.17%
11. Kategori	0.11%	0.18%	0.33%
12. Kategori	1.00%	0.97%	1.43%
Toplam:	100.00%	100.00%	100.00%

YAZ MEVSİMİ			
	K 1	K 4	K 6
1. Kategori	2.08%	1.43%	0.47%
2. Kategori	66.81%	67.95%	65.17%
3. Kategori	6.18%	6.66%	5.03%
4. Kategori	2.35%	3.18%	5.12%
5. Kategori	5.84%	6.12%	5.23%
6. Kategori	8.26%	7.18%	8.31%
7. Kategori	2.28%	1.78%	2.40%
8. Kategori	2.13%	1.98%	2.55%
9. Kategori	2.88%	2.56%	3.81%
10. Kategori	0.09%	0.10%	0.13%
11. Kategori	0.12%	0.16%	0.34%
12. Kategori	0.98%	0.90%	1.45%
Toplam:	100.00%	100.00%	100.00%

SONBAHAR MEVSİMİ			
	K 1	K 4	K 6
1. Kategori	1.91%	0.68%	0.35%
2. Kategori	62.83%	66.41%	61.08%
3. Kategori	6.94%	7.02%	5.13%
4. Kategori	2.52%	3.77%	5.54%
5. Kategori	6.49%	6.45%	5.71%
6. Kategori	9.60%	7.27%	9.16%
7. Kategori	2.69%	2.06%	2.85%
8. Kategori	2.48%	2.08%	3.06%
9. Kategori	3.42%	2.82%	4.92%
10. Kategori	0.10%	0.13%	0.15%
11. Kategori	0.11%	0.20%	0.36%
12. Kategori	0.92%	1.11%	1.69%
Toplam:	100.00%	100.00%	100.00%

KİŞ MEVSİMİ			
	K 1	K 4	K 6
1. Kategori	1.21%	1.21%	2.58%
2. Kategori	60.49%	64.83%	53.93%
3. Kategori	7.91%	7.30%	5.09%
4. Kategori	3.00%	2.54%	5.94%
5. Kategori	7.39%	6.55%	6.45%
6. Kategori	10.36%	7.53%	11.62%
7. Kategori	2.87%	2.84%	3.30%
8. Kategori	2.51%	2.05%	3.29%
9. Kategori	3.16%	2.90%	5.46%
10. Kategori	0.11%	0.13%	0.26%
11. Kategori	0.10%	0.25%	0.37%
12. Kategori	0.89%	1.86%	1.71%
Toplam:	100.00%	100.00%	100.00%

5.4.2. Dörtlü kümelerin tipik özellikleri

İlk aşamada Yıllık ve Mevsimsel Ortalama Günlük Trafik ile Ortalama Araç Hızları değerleri ve bu değerler ile genişleme katsayıları dörtlü küme için elde edilmekte, bir sonraki aşamada ise kümelerde trafik yön dağılımı ve araç kompozisyonu belirlenmektedir. Bu işlemlere göre grup özellikleri;

Küme1; 4 809.89 Y-OGT ve 77.02 km/sa Y-OAH değerine sahiptir. En yüksek mevsimsel ortalama günlük trafik sonbaharda (M3-OGT), en düşük ilkbahar mevsimindedir. (M1-OGT) En yüksek mevsimsel ortalama araç hızı kış mevsiminde (M4-OAH), en düşük ise yaz mevsimindedir. (M2-OAH) Trafik yön dağılımı 1 yönünde %47.49, 2 yönünde ise %52.51dur. Araç kompozisyonu içerisinde 2. Kategori (Otomobil) en yüksek, 10. Kategori (6 Akslı Kombinasyonu) ise en düşük orana sahiptir.

Küme3; 17 633.82 Y-OGT değerine, 86.37 km/sa Y-OAH değerine sahiptir. En yüksek mevsimsel ortalama günlük trafik yaz mevsiminde (M2-OGT), en düşük ise sonbahar mevsimindedir. (M3-OGT) En yüksek mevsimsel ortalama araç hızı sonbaharda (M3-OAH), en düşük ise ilkbahardadır. (M1-OAH) Trafik yön dağılımı 1 yönünde %47.96, 2 yönünde ise %52.04dür. Araç kompozisyonu içerisinde 2. Kategori (Otomobil) en yüksek, 10. Kategori (6 Akslı Kombinasyonu) ise en düşük orana sahiptir.

Küme4; 23 993.84 Y-OGT değerine, 84.61 km/sa Y-OAH değerine sahiptir. En yüksek mevsimsel ortalama günlük trafik kış mevsiminde (M4-OGT), en düşük ise sonbahar mevsimindedir. (M3-OGT) Mevsimsel ortalama araç hızı en yüksek yaz mevsiminde (M2-OAH), en düşük ise ilkbahar mevsiminde (M1-OAH) görülmüştür. Trafik yön dağılımı 1 yönünde %47.30, 2 yönünde ise %52.70dir. Araç kompozisyonu içerisinde 2. Kategori (Otomobil) en yüksek, 10. Kategori (6 Akslı Kombinasyonu) ise en düşük orana sahiptir.

Küme6; 27 013.11 Y-OGT değerine, 90.40 km/sa Y-OAH değerine sahiptir. Mevsimsel ortalama günlük trafik değeri en yüksek yaz mevsiminde (M2-OGT), en düşük ise sonbahar mevsiminde (M3-OGT) görülmüştür. Mevsimsel ortalama araç hızı en yüksek yaz mevsiminde (M2-OAH), en düşük ise ilkbahar mevsimindedir. (M1-OAH) Trafik yön dağılımı 1 yönünde %40.64, 2 yönünde ise %59.36'dır. Sonbahar mevsiminde trafik yön dağılımı 2 no.lu yönde (%64.62) ile 1 no.lu yöne (%35.38) göre çok daha fazladır. Araç kompozisyonu içerisinde 2. Kategori (Otomobil) en yüksek, 10. Kategori (6 Akslı Kombinasyonu) ise en düşük orana sahiptir. Dörtlü kümelerin tipik özellikleri aşağıda verilmektedir.

Çizelge 5.25. Dörtlü küme için Y-OGT ve Y-OAH değerleri ile mevsimsel genişleme katsayıları.

Küme adı	Dörtlü Küme Y-OGT ve Mevsimsel Trafik Genişleme Katsayıları					Dörtlü Küme Y-OAH ve Mevsimsel Hız Genişleme Katsayıları				
	2008YOGT	2008M1	2008M2	2008M3	2008M4	2008YOAHA	2008HMA1	2008HMA2	2008HMA3	2008HMA4
K1	4 809.89	0.8275	1.0786	1.0987	0.9753	77.02	1.0024	0.9997	1.0041	1.0125
K3	17 633.82	0.9997	1.0801	0.8271	0.8684	86.37	0.9837	1.0030	1.0046	1.0002
K4	23 993.84	1.4360	1.0010	0.5923	1.5852	84.61	0.9720	1.0345	1.0152	1.0070
K6	27 013.11	0.8196	1.5490	0.5745	1.1092	90.40	0.9697	1.0165	0.9936	0.9816

Çizelge 5.26. Dörtlü küme için araç kompozisyonu.

TÜM MEVSİMLER				
	K 1	K 3	K 4	K 6
1. Kategori	1.81%	1.83%	0.97%	0.74%
2. Kategori	64.01%	66.43%	65.99%	61.87%
3. Kategori	6.72%	7.45%	6.36%	5.01%
4. Kategori	2.63%	1.54%	4.15%	5.44%
5. Kategori	6.38%	6.23%	6.13%	5.55%
6. Kategori	9.35%	8.58%	7.62%	9.19%
7. Kategori	2.53%	2.11%	2.16%	2.70%
8. Kategori	2.32%	1.88%	2.22%	2.90%
9. Kategori	3.08%	2.83%	2.70%	4.60%
10. Kategori	0.10%	0.08%	0.14%	0.16%
11. Kategori	0.11%	0.14%	0.22%	0.34%
12. Kategori	0.97%	0.90%	1.33%	1.52%

Toplam: 100.00% 100.00% 100.00% 100.00%

İLKBAHAR MEVSİMİ				
	K 1	K 3	K 4	K 6
1. Kategori	1.84%	0.86%	0.97%	1.01%
2. Kategori	61.42%	65.51%	65.80%	58.69%
3. Kategori	6.90%	7.75%	6.25%	5.04%
4. Kategori	2.82%	1.63%	4.04%	5.73%
5. Kategori	6.73%	6.61%	6.02%	5.86%
6. Kategori	10.07%	8.93%	8.18%	10.30%
7. Kategori	2.87%	2.53%	2.19%	2.94%
8. Kategori	2.59%	1.94%	2.32%	3.20%
9. Kategori	3.55%	3.24%	2.81%	5.29%
10. Kategori	0.10%	0.09%	0.17%	0.17%
11. Kategori	0.11%	0.14%	0.20%	0.33%
12. Kategori	1.00%	0.77%	1.06%	1.43%

Toplam: 100.00% 100.00% 100.00% 100.00%

YAZ MEVSİMİ				
	K 1	K 3	K 4	K 6
1. Kategori	2.08%	2.07%	1.11%	0.47%
2. Kategori	66.81%	67.50%	68.17%	65.17%
3. Kategori	6.18%	7.16%	6.41%	5.03%
4. Kategori	2.35%	1.55%	4.00%	5.12%
5. Kategori	5.84%	6.20%	6.08%	5.23%
6. Kategori	8.26%	8.21%	6.67%	8.31%
7. Kategori	2.28%	1.89%	1.73%	2.40%
8. Kategori	2.13%	1.78%	2.09%	2.55%
9. Kategori	2.88%	2.54%	2.57%	3.81%
10. Kategori	0.09%	0.06%	0.11%	0.13%
11. Kategori	0.12%	0.14%	0.18%	0.34%
12. Kategori	0.98%	0.91%	0.89%	1.45%

Toplam: 100.00% 100.00% 100.00% 100.00%

SONBAHAR MEVSİMİ				
	K 1	K 3	K 4	K 6
1. Kategori	1.91%	0.51%	0.77%	0.35%
2. Kategori	62.83%	66.62%	66.31%	61.08%
3. Kategori	6.94%	7.68%	6.68%	5.13%
4. Kategori	2.52%	1.46%	4.92%	5.54%
5. Kategori	6.49%	6.45%	6.45%	5.71%
6. Kategori	9.60%	8.74%	6.53%	9.16%
7. Kategori	2.69%	2.20%	1.99%	2.85%
8. Kategori	2.48%	2.07%	2.09%	3.06%
9. Kategori	3.42%	3.08%	2.69%	4.92%
10. Kategori	0.10%	0.11%	0.14%	0.15%
11. Kategori	0.11%	0.16%	0.23%	0.36%
12. Kategori	0.92%	0.92%	1.21%	1.69%

Toplam: 100.00% 100.00% 100.00% 100.00%

KİŞ MEVSİMİ				
	K 1	K 3	K 4	K 6
1. Kategori	1.21%	2.15%	0.58%	2.58%
2. Kategori	60.49%	63.67%	65.61%	53.93%
3. Kategori	7.91%	7.72%	7.02%	5.09%
4. Kategori	3.00%	1.86%	2.99%	5.94%
5. Kategori	7.39%	7.10%	6.18%	6.45%
6. Kategori	10.36%	8.60%	6.82%	11.62%
7. Kategori	2.87%	2.44%	3.10%	3.30%
8. Kategori	2.51%	1.97%	2.10%	3.29%
9. Kategori	3.16%	3.43%	2.55%	5.46%
10. Kategori	0.11%	0.07%	0.18%	0.26%
11. Kategori	0.10%	0.11%	0.35%	0.37%
12. Kategori	0.89%	0.87%	2.52%	1.71%

Toplam: 100.00% 100.00% 100.00% 100.00%

Çizelge 5.27. Dörtlü küme için trafik yön dağılımı.

TÜM MEVSİMLER				
	K 1	K 3	K 4	K 6
Yön 1	47.49%	47.96%	47.30%	51.85%
Yön 2	52.51%	52.04%	52.70%	48.15%

Toplam: 100.00% 100.00% 100.00% 100.00%

İLKBAHAR MEVSİMİ					YAZ MEVSİMİ				
	K 1	K 3	K 4	K 6		K 1	K 3	K 4	K 6
Yön 1	47.17%	49.46%	48.97%	49.47%	Yön 1	49.77%	39.39%	46.40%	51.65%
Yön 2	52.83%	50.54%	51.03%	50.53%	Yön 2	50.23%	60.61%	53.60%	48.35%

Toplam: 100.00% 100.00% 100.00% 100.00%

Toplam: 100.00% 100.00% 100.00% 100.00%

SONBAHAR MEVSİMİ					KIŞ MEVSİMİ				
	K 1	K 3	K 4	K 6		K 1	K 3	K 4	K 6
Yön 1	50.00%	48.88%	35.38%	53.56%	Yön 1	46.95%	51.88%	50.86%	49.38%
Yön 2	50.00%	51.12%	64.62%	46.44%	Yön 2	53.05%	48.12%	49.14%	50.62%

Toplam: 100.00% 100.00% 100.00% 100.00%

Toplam: 100.00% 100.00% 100.00% 100.00%

5.4.3. Beşli kümelerin tipik özellikleri

Kesimlere ait beşli kümelerin tipik özellikleri, kümeleme ve ayrıştırma analizleri sonucunda bulunan yeni beşli kümeye göre hesaplanmaktadır. Kesimlerin yeni gruplarına dağılımları ile grup içerisindeki etkileri arttırılarak beşli küme tipik özellikleri daha gerçekçi sonuçlar ile bulunmuştur. Beşli kümenin özellikleri;

Küme1; 4 723.56 Y-OGT ve 76.89 km/sa Y-OAH değerine sahiptir. En yüksek mevsimsel ortalama günlük trafik değeri sonbaharda (M3-OGT), en düşük trafik ise ilkbahar mevsimindedir. (M1-OGT) Mevsimsel ortalama araç hızları, en yüksek kış mevsiminde (M4-OAH), en düşük ise yaz mevsimindedir. (M2-OAH) Trafik yön dağılımı 1 yönünde %46.77, 2 yönünde ise %53.23'dür. Araç kompozisyonu içerisinde 2. Kategori (Otomobil) en yüksek, 10. Kategori (6 Akslı Kombinasyonu) ise en düşük orana sahiptir.

Küme2; 11 298.03 Y-OGT ve 83.56 km/sa Y-OAH değerine sahiptir. Mevsimsel ortalama günlük trafik değeri, en yüksek sonbahar mevsiminde (M3-OGT), en düşük ise ilkbahar mevsiminde (M1-OGT) olmaktadır. Mevsimsel ortalama araç hız değeri, en yüksek yaz mevsiminde (M2-OAH), en düşük ise sonbahardadır. (M3-OAH) Trafik yön dağılımı 1 yönünde %54.45, 2 yönünde ise %45.55dir. Araç kompozisyonu içerisinde 2. Kategori (Otomobil) en yüksek, 10. Kategori (6 Akslı Kombinasyonu) ise en düşük orana sahiptir.

Küme3; 17 633.82 Y-OGT değerine, 86.37 km/sa Y-OAH değerine sahiptir. Mevsimsel ortalama günlük trafik değeri en yüksek yaz mevsiminde (M2-OGT), en düşük ise sonbahar mevsimindedir. (M3-OGT) Mevsimsel ortalama araç hızı en yüksek sonbahar mevsiminde (M3-OAH), en düşük ise ilkbahar mevsimindedir. (M1-OAH) Trafik yön dağılımı 1 yönünde %47.96, 2 yönünde ise %52.04dür. Yaz mevsiminde 2 no.lu yönde (%60.61) trafik yön dağılımının 1 no.lu yöne (%39.39) göre daha fazla olduğu görülmektedir. Araç kompozisyonu içerisinde 2. Kategori (Otomobil) en yüksek, 10. Kategori (6 Akslı Kombinasyonu) ise en düşük orana sahiptir.

Küme4; 23 993.84 Y-OGT değerine, 90.40 km/sa Y-OAH değerine sahiptir. En yüksek mevsimsel ortalama günlük trafik değeri kış mevsiminde (M4-OGT), en düşük ise sonbahar mevsiminde (M3-OGT) görülmüştür. En yüksek mevsimsel ortalama araç hızı kış mevsiminde (M4-OAH), en düşük ise ilkbahar mevsiminde (M1-OAH) görülmüştür. Trafik yön dağılımı 1 yönünde %47.30, 2 yönünde ise %52.70dir. Sonbahar mevsiminde 2 no.lu yönde (%64.62) trafik yön dağılımının 1 no.lu yöne (%35.38) göre daha fazla olduğu görülmektedir. Araç kompozisyonu içerisinde 2. Kategori (Otomobil) en yüksek, 10. Kategori (6 Akslı Kombinasyonu) ise en düşük orana sahiptir.

Küme6; 27 013.11 Y-OGT değerine, 90.40 km/sa Y-OAH değerine sahiptir. Mevsimsel ortalama günlük trafik değeri en yüksek yaz mevsiminde (M2-OGT), en düşük ise sonbahar mevsiminde (M3-OGT) görülmüştür. En yüksek mevsimsel ortalama araç hız değeri yaz mevsiminde (M2-OAH), en düşük ise ilkbahar

mevsiminde (M1-OAH) görülmüştür. Trafik yön dağılımı 1 yönünde %51.85, 2 yönünde ise %48.15dir. Araç kompozisyonu içerisinde 2. Kategori (Otomobil) en yüksek, 10. Kategori (6 Akslı Kombinasyonu) ise en düşük orana sahiptir. Dörtlü küme için Y-OGT ve Y-OAH değerleri ile mevsimsel genişleme katsayıları; Çizelge 5.28’de, ölçümlerin yönleri; Çizelge 5.29’da, araç kompozisyonu ise Çizelge 5.30’da verilmektedir.

Çizelge 5.28. Beşli küme için Yıllık ve Mevsimsel OGT ile OAH değerleri.

Küme adı	Beşli Küme Y-OGT ve Mevsimsel Trafik Genişleme Katsayıları					Beşli Küme Y-OAH ve Mevsimsel Hız Genişleme Katsayıları				
	2008YOGT	2008M1	2008M2	2008M3	2008M4	2008YOAH	2008HM1	2008HM2	2008HM3	2008HM4
K1	4 723.56	0.8330	1.0667	1.0742	0.9643	76.89	1.0034	0.9970	1.0060	1.0142
K2	11 298.03	0.8447	0.9004	1.2347	1.1142	83.56	0.9751	1.0922	0.9717	0.9788
K3	17 633.82	0.9997	1.0801	0.8271	0.8684	86.37	0.9837	1.0030	1.0046	1.0002
K4	23 993.84	1.4360	1.0010	0.5923	1.5852	84.44	0.9769	1.0194	1.0081	1.0208
K6	27 013.11	0.8196	1.5490	0.5745	1.1092	90.40	0.9697	1.0165	0.9936	0.9816

Çizelge 5.29. Beşli küme için trafik yön dağılımı.

TÜM MEVSİMLER					
	K 1	K 2	K 3	K 4	K 6
Yön 1	46.77%	54.45%	47.96%	47.30%	51.85%
Yön 2	53.23%	45.55%	52.04%	52.70%	48.15%

Toplam: 100.00% 100.00% 100.00% 100.00% 100.00%

İLKBAHAR MEVSİMİ						YAZ MEVSİMİ					
	K 1	K 2	K 3	K 4	K 6		K 1	K 2	K 3	K 4	K 6
Yön 1	47.30%	45.91%	49.46%	48.97%	49.47%	Yön 1	49.04%	56.56%	39.39%	46.40%	51.65%
Yön 2	52.70%	54.09%	50.54%	51.03%	50.53%	Yön 2	50.96%	43.44%	60.61%	53.60%	48.35%

Toplam: 100.00% 100.00% 100.00% 100.00% 100.00%

Toplam: 100.00% 100.00% 100.00% 100.00% 100.00%

SONBAHAR MEVSİMİ						KİŞ MEVSİMİ					
	K 1	K 2	K 3	K 4	K 6		K 1	K 2	K 3	K 4	K 6
Yön 1	49.35%	56.09%	48.88%	35.38%	53.56%	Yön 1	46.34%	52.70%	51.88%	50.86%	49.38%
Yön 2	50.65%	43.91%	51.12%	64.62%	46.44%	Yön 2	53.66%	47.30%	48.12%	49.14%	50.62%

Toplam: 100.00% 100.00% 100.00% 100.00% 100.00%

Toplam: 100.00% 100.00% 100.00% 100.00% 100.00%

Çizelge 5.30. Beşli küme için araç kompozisyonu.

TÜM MEVSİMLER					
	K 1	K 2	K 3	K 4	K 6
1. Kategori	1.92%	0.70%	1.83%	0.97%	0.74%
2. Kategori	64.28%	61.40%	66.43%	65.99%	61.87%
3. Kategori	6.83%	5.70%	7.45%	6.36%	5.01%
4. Kategori	2.25%	6.28%	1.54%	4.15%	5.44%
5. Kategori	6.45%	5.78%	6.23%	6.13%	5.55%
6. Kategori	9.38%	9.04%	8.58%	7.62%	9.19%
7. Kategori	2.55%	2.34%	2.11%	2.16%	2.70%
8. Kategori	2.24%	3.06%	1.88%	2.22%	2.90%
9. Kategori	2.95%	4.35%	2.83%	2.70%	4.60%
10. Kategori	0.10%	0.13%	0.08%	0.14%	0.16%
11. Kategori	0.10%	0.20%	0.14%	0.22%	0.34%
12. Kategori	0.96%	1.03%	0.90%	1.33%	1.52%
Toplam:	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

İLKBAHAR MEVSİMİ					
	K 1	K 2	K 3	K 4	K 6
1. Kategori	1.97%	0.63%	0.86%	0.97%	1.01%
2. Kategori	61.97%	56.15%	65.51%	65.80%	58.69%
3. Kategori	6.98%	6.11%	7.75%	6.25%	5.04%
4. Kategori	2.41%	6.71%	1.63%	4.04%	5.73%
5. Kategori	6.77%	6.44%	6.61%	6.02%	5.86%
6. Kategori	10.00%	10.73%	8.93%	8.18%	10.30%
7. Kategori	2.88%	2.80%	2.53%	2.19%	2.94%
8. Kategori	2.47%	3.78%	1.94%	2.32%	3.20%
9. Kategori	3.35%	5.42%	3.24%	2.81%	5.29%
10. Kategori	0.10%	0.13%	0.09%	0.17%	0.17%
11. Kategori	0.10%	0.19%	0.14%	0.20%	0.33%
12. Kategori	1.01%	0.91%	0.77%	1.06%	1.43%
Toplam:	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

YAZ MEVSİMİ					
	K 1	K 2	K 3	K 4	K 6
1. Kategori	2.22%	0.83%	2.07%	1.11%	0.47%
2. Kategori	66.78%	67.14%	67.50%	68.17%	65.17%
3. Kategori	6.30%	5.05%	7.16%	6.41%	5.03%
4. Kategori	1.98%	5.83%	1.55%	4.00%	5.12%
5. Kategori	5.92%	5.07%	6.20%	6.08%	5.23%
6. Kategori	8.37%	7.28%	8.21%	6.67%	8.31%
7. Kategori	2.33%	1.84%	1.89%	1.73%	2.40%
8. Kategori	2.10%	2.50%	1.78%	2.09%	2.55%
9. Kategori	2.84%	3.21%	2.54%	2.57%	3.81%
10. Kategori	0.09%	0.13%	0.06%	0.11%	0.13%
11. Kategori	0.11%	0.20%	0.14%	0.18%	0.34%
12. Kategori	0.99%	0.92%	0.91%	0.89%	1.45%
Toplam:	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

SONBAHAR MEVSİMİ					
	K 1	K 2	K 3	K 4	K 6
1. Kategori	2.07%	0.42%	0.51%	0.77%	0.35%
2. Kategori	63.00%	61.22%	66.62%	66.31%	61.08%
3. Kategori	7.08%	5.65%	7.68%	6.68%	5.13%
4. Kategori	2.12%	6.23%	1.46%	4.92%	5.54%
5. Kategori	6.56%	5.79%	6.45%	6.45%	5.71%
6. Kategori	9.64%	9.23%	8.74%	6.53%	9.16%
7. Kategori	2.72%	2.36%	2.20%	1.99%	2.85%
8. Kategori	2.41%	3.13%	2.07%	2.09%	3.06%
9. Kategori	3.29%	4.57%	3.08%	2.69%	4.92%
10. Kategori	0.09%	0.11%	0.11%	0.14%	0.15%
11. Kategori	0.10%	0.20%	0.16%	0.23%	0.36%
12. Kategori	0.90%	1.10%	0.92%	1.21%	1.69%
Toplam:	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

KIŞ MEVSİMİ					
	K 1	K 2	K 3	K 4	K 6
1. Kategori	1.07%	2.54%	2.15%	0.58%	2.58%
2. Kategori	61.46%	51.45%	63.67%	65.61%	53.93%
3. Kategori	8.10%	6.10%	7.72%	7.02%	5.09%
4. Kategori	2.58%	6.86%	1.86%	2.99%	5.94%
5. Kategori	7.44%	6.92%	7.10%	6.18%	6.45%
6. Kategori	10.33%	10.68%	8.60%	6.82%	11.62%
7. Kategori	2.84%	3.12%	2.44%	3.10%	3.30%
8. Kategori	2.33%	4.24%	1.97%	2.10%	3.29%
9. Kategori	2.80%	6.54%	3.43%	2.55%	5.46%
10. Kategori	0.10%	0.18%	0.07%	0.18%	0.26%
11. Kategori	0.09%	0.20%	0.11%	0.35%	0.37%
12. Kategori	0.86%	1.17%	0.87%	2.52%	1.71%
Toplam:	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

5.4.4. Altılı kümelerin tipik özellikleri

Kümeleme ve ayrıştırma analizi sonucunda kesimlerin dahil olduğu yeni altılı kümenin tipik özellikleri bulunurken üçlü, dörtlü ve beşli kümeye özgü özelliklerinin bulunması aşamalarındaki işlemler aynen uygulanmaktadır. Altılı kümelerin özellikleri;

Küme1; 4 115.58 Y-OGT ve 76.34 km/sa Y-OAH değerine sahiptir. Mevsimsel ortalama günlük trafik değeri en yüksek yaz mevsiminde (M2-OGT), en düşük ise ilkbahar mevsiminde (M1-OGT) olmaktadır. En yüksek mevsimsel ortalama araç hızı kış mevsiminde (M4-OAH), en düşük ise yaz mevsimindedir. (M2-OAH) Trafik yön dağılımı 1 yönünde %46.77, 2 yönünde ise %53.23'dür. Araç kompozisyonu içerisinde 2. Kategori (Otomobil) en yüksek, 10. Kategori (6 Akslı Kombinasyonu) ise en düşük orana sahiptir.

Küme2; 11 298.03 Y-OGT ve 86.37 km/sa Y-OAH değerine sahiptir. En yüksek mevsimsel ortalama günlük trafik değeri sonbahar mevsiminde (M3-OGT), en düşük ise ilkbahar mevsimindedir. (M1-OGT) Mevsimsel ortalama araç hızı en yüksek yaz mevsiminde (M2-OAH), en düşük ise sonbahar mevsimindedir. (M1-OAH) Trafik yön dağılımı 1 yönünde %54.45, 2 yönünde ise %45.55'dir. Araç kompozisyonu içerisinde 2. Kategori (Otomobil) en yüksek, 10. Kategori (6 Akslı Kombinasyonu) ise en düşük orana sahiptir.

Küme3; 17 633.82 Y-OGT ve 86.37 km/sa Y-OAH değerine sahiptir. Mevsimsel ortalama günlük trafik değeri en yüksek yaz mevsiminde (M2-OGT), en düşük ise sonbahar mevsimindedir. (M3-OGT) En yüksek mevsimsel ortalama araç hızı sonbahar mevsiminde (M3-OAH), en düşük ise ilkbahar mevsimindedir. (M2-OAH) Trafik yön dağılımı 1 yönünde %47.96, 2 yönünde ise %52.04'dir. Yaz mevsiminde 2 no.lu yönde (%60.61) trafik yön dağılımının 1 no.lu yöne (%39.39) göre daha fazla olduğu görülmektedir. Araç kompozisyonu içerisinde 2. Kategori (Otomobil) en yüksek, 10. Kategori (6 Akslı Kombinasyonu) ise en düşük orana sahiptir.

Küme4; 26 485.69 Y-OGT değerine, 90.06 km/sa Y-OAH değerine sahiptir. Mevsimsel ortalama günlük trafik değeri en yüksek kış mevsiminde (M4-OGT), en düşük ise sonbahar mevsiminde (M3-OGT) görülmüştür. En yüksek mevsimsel ortalama araç hızı kış mevsiminde (M4-OAH), en düşük ise sonbahar mevsiminde (M3-OAH) görülmüştür. Trafik yön dağılımı 1 yönünde %53.96, 2 yönünde ise %46.04'dir. Araç kompozisyonu içerisinde 2. Kategori (Otomobil) en yüksek, 10. Kategori (6 Akslı Kombinasyonu) ise en düşük orana sahiptir.

Küme5; 16 531.13 Y-OGT değerine, 77.39 km/sa Y-OAH değerine sahiptir. En yüksek mevsimsel ortalama günlük trafik değeri yaz mevsiminde (M2-OGT), en düşük ise sonbahar mevsiminde (M3-OGT) görülmüştür. En yüksek mevsimsel ortalama araç hızı yaz mevsiminde (M2-OAH), en düşük ise ilkbahar mevsimindedir. (M1-OAH) Trafik yön dağılımı 1 yönünde %40.64, 2 yönünde ise %59.36'dır. Sonbahar mevsiminde 2 no.lu yönde (%77.94) trafik yön dağılımının 1 no.lu yöne (%22.06) göre daha fazla olduğu görülmektedir. Araç kompozisyonu içerisinde 2. Kategori (Otomobil) en yüksek, 10. Kategori (6 Akslı Kombinasyonu) ise en düşük orana sahiptir.

Küme6; 27 013.11 Y-OGT değerine, 90.40 km/sa Y-OAH değerine sahiptir. Mevsimsel ortalama günlük trafik değeri en yüksek yaz mevsiminde (M2-OGT), en düşük ise sonbahar mevsiminde (M3-OGT) olmaktadır. En yüksek mevsimsel ortalama araç hızı ilkbahar mevsiminde (M1-OAH), en düşük ise ilkbahar mevsimindedir. (M1-OAH) Trafik yön dağılımı 1 yönünde %51.85, 2 yönünde ise %48.15'dir. Araç kompozisyonu içerisinde 2. Kategori (Otomobil) en yüksek, 10. Kategori (6 Akslı Kombinasyonu) ise en düşük orana sahiptir.

Dörtlü küme için Y-OGT ve Y-OAH değerleri ile mevsimsel genişleme katsayıları; Çizelge 5.31'de, yön dağılımı; Çizelge 5.32'de ve araç kompozisyonu ise Çizelge 5.33'de verilmektedir.

Çizelge 5.31. Altılı küme için Yıllık ve Mevsimsel OGT ile OAH değerleri.

	Altılı Küme Y-OGT ve Mevsimsel Trafik Genişleme Katsayıları					Altılı Küme Y-OAH ve Mevsimsel Hız Genişleme Katsayıları				
Küme adı	2008YOGT	2008M1	2008M2	2008M3	2008M4	2008YOAİ	2008HM1	2008HM2	2008HM3	2008HM4
K 1	4 115.58	0.8191	1.1288	1.0631	0.9392	76.34	1.0056	0.9885	1.0079	1.0163
K 2	11 298.03	0.8447	0.9004	1.2347	1.1142	83.56	0.9751	1.0922	0.9717	0.9788
K 3	17 633.82	0.9997	1.0801	0.8271	0.8684	86.37	0.9837	1.0030	1.0046	1.0002
K 4	26 485.69	1.1699	0.8378	0.5950	1.4701	90.06	1.0090	1.0014	0.9665	1.0274
K 5	16 351.13	0.7415	1.4959	0.6659	1.4188	77.39	0.9500	1.0620	1.0545	0.9797
K 6	27 013.11	0.8196	1.5490	0.5745	1.1092	90.40	1.0313	0.9539	1.0230	1.0123

Çizelge 5.32. Altılı küme için trafik yön dağılımı

TÜM MEVSİMLER						
	K 1	K 2	K 3	K 4	K 5	K 6
Yön 1	46.77%	54.45%	47.96%	53.96%	40.64%	51.85%
Yön 2	53.23%	45.55%	52.04%	46.04%	59.36%	48.15%

Toplam: 100.00% 100.00% 100.00% 100.00% 100.00% 100.00%

İLKBAHAR MEVSİMİ						
	K 1	K 2	K 3	K 4	K 5	K 6
Yön 1	47.30%	45.91%	49.46%	54.02%	43.91%	49.47%
Yön 2	52.70%	54.09%	50.54%	45.98%	56.09%	50.53%

Toplam: 100.00% 100.00% 100.00% 100.00% 100.00% 100.00%

YAZ MEVSİMİ						
	K 1	K 2	K 3	K 4	K 5	K 6
Yön 1	49.04%	56.56%	39.39%	46.27%	46.54%	51.65%
Yön 2	50.96%	43.44%	60.61%	53.73%	53.46%	48.35%

Toplam: 100.00% 100.00% 100.00% 100.00% 100.00% 100.00%

SONBAHAR MEVSİMİ						
	K 1	K 2	K 3	K 4	K 5	K 6
Yön 1	49.35%	56.09%	48.88%	48.69%	22.06%	53.56%
Yön 2	50.65%	43.91%	51.12%	51.31%	77.94%	46.44%

Toplam: 100.00% 100.00% 100.00% 100.00% 100.00% 100.00%

KİŞ MEVSİMİ						
	K 1	K 2	K 3	K 4	K 5	K 6
Yön 1	46.34%	52.70%	51.88%	51.24%	50.67%	49.38%
Yön 2	53.66%	47.30%	48.12%	48.76%	49.33%	50.62%

Toplam: 100.00% 100.00% 100.00% 100.00% 100.00% 100.00%

Çizelge 5.33. Altılı küme için araç kompozisyonu.

TÜM MEVSİMLER						
	K 1	K 2	K 3	K 4	K 5	K 6
1. Kategori	1.92%	0.70%	1.83%	0.78%	1.16%	0.74%
2. Kategori	64.28%	61.40%	66.43%	64.04%	67.94%	61.87%
3. Kategori	6.83%	5.70%	7.45%	5.26%	7.46%	5.01%
4. Kategori	2.25%	6.28%	1.54%	5.33%	2.96%	5.44%
5. Kategori	6.45%	5.78%	6.23%	6.03%	6.24%	5.55%
6. Kategori	9.38%	9.04%	8.58%	8.47%	6.77%	9.19%
7. Kategori	2.55%	2.34%	2.11%	2.48%	1.83%	2.70%
8. Kategori	2.24%	3.06%	1.88%	2.66%	1.78%	2.90%
9. Kategori	2.95%	4.35%	2.83%	3.30%	2.11%	4.60%
10. Kategori	0.10%	0.13%	0.08%	0.17%	0.12%	0.16%
11. Kategori	0.10%	0.20%	0.14%	0.23%	0.20%	0.34%
12. Kategori	0.96%	1.03%	0.90%	1.24%	1.42%	1.52%

Toplam: 100.00% 100.00% 100.00% 100.00% 100.00% 100.00%

İLKBAHAR MEVSİMİ						
	K 1	K 2	K 3	K 4	K 5	K 6
1. Kategori	1.97%	0.63%	0.86%	0.73%	1.21%	1.01%
2. Kategori	61.97%	56.15%	65.51%	64.28%	67.31%	58.69%
3. Kategori	6.98%	6.11%	7.75%	5.26%	7.23%	5.04%
4. Kategori	2.41%	6.71%	1.63%	5.43%	2.65%	5.73%
5. Kategori	6.77%	6.44%	6.61%	6.04%	6.00%	5.86%
6. Kategori	10.00%	10.73%	8.93%	8.32%	8.04%	10.30%
7. Kategori	2.88%	2.80%	2.53%	2.41%	1.96%	2.94%
8. Kategori	2.47%	3.78%	1.94%	2.78%	1.85%	3.20%
9. Kategori	3.35%	5.42%	3.24%	3.40%	2.22%	5.29%
10. Kategori	0.10%	0.13%	0.09%	0.17%	0.17%	0.17%
11. Kategori	0.10%	0.19%	0.14%	0.20%	0.20%	0.33%
12. Kategori	1.01%	0.91%	0.77%	0.97%	1.16%	1.43%

Toplam: 100.00% 100.00% 100.00% 100.00% 100.00% 100.00%

YAZ MEVSİMİ						
	K 1	K 2	K 3	K 4	K 5	K 6
1. Kategori	2.22%	0.83%	2.07%	0.96%	1.26%	0.47%
2. Kategori	66.78%	67.14%	67.50%	67.27%	69.07%	65.17%
3. Kategori	6.30%	5.05%	7.16%	5.13%	7.68%	5.03%
4. Kategori	1.98%	5.83%	1.55%	5.16%	2.84%	5.12%
5. Kategori	5.92%	5.07%	6.20%	5.48%	6.67%	5.23%
6. Kategori	8.37%	7.28%	8.21%	7.32%	6.01%	8.31%
7. Kategori	2.33%	1.84%	1.89%	1.93%	1.53%	2.40%
8. Kategori	2.10%	2.50%	1.78%	2.42%	1.76%	2.55%
9. Kategori	2.84%	3.21%	2.54%	3.12%	2.01%	3.81%
10. Kategori	0.09%	0.13%	0.06%	0.11%	0.11%	0.13%
11. Kategori	0.11%	0.20%	0.14%	0.20%	0.15%	0.34%
12. Kategori	0.99%	0.92%	0.91%	0.90%	0.89%	1.45%

Toplam: 100.00% 100.00% 100.00% 100.00% 100.00% 100.00%

SONBAHAR MEVSİMİ						
	K 1	K 2	K 3	K 4	K 5	K 6
1. Kategori	2.07%	0.42%	0.51%	0.38%	1.16%	0.35%
2. Kategori	63.00%	61.22%	66.62%	64.87%	67.75%	61.08%
3. Kategori	7.08%	5.65%	7.68%	5.24%	8.13%	5.13%
4. Kategori	2.12%	6.23%	1.46%	6.35%	3.49%	5.54%
5. Kategori	6.56%	5.79%	6.45%	6.08%	6.82%	5.71%
6. Kategori	9.64%	9.23%	8.74%	7.48%	5.59%	9.16%
7. Kategori	2.72%	2.36%	2.20%	2.27%	1.72%	2.85%
8. Kategori	2.41%	3.13%	2.07%	2.47%	1.70%	3.06%
9. Kategori	3.29%	4.57%	3.08%	3.35%	2.02%	4.92%
10. Kategori	0.09%	0.11%	0.11%	0.19%	0.09%	0.15%
11. Kategori	0.10%	0.20%	0.16%	0.26%	0.19%	0.36%
12. Kategori	0.90%	1.10%	0.92%	1.06%	1.35%	1.69%

Toplam: 100.00% 100.00% 100.00% 100.00% 100.00% 100.00%

KİŞ MEVSİMİ						
	K 1	K 2	K 3	K 4	K 5	K 6
1. Kategori	1.07%	2.54%	2.15%	0.46%	0.64%	2.58%
2. Kategori	61.46%	51.45%	63.67%	61.35%	67.73%	53.93%
3. Kategori	8.10%	6.10%	7.72%	4.70%	8.19%	5.09%
4. Kategori	2.58%	6.86%	1.86%	3.59%	2.70%	5.94%
5. Kategori	7.44%	6.92%	7.10%	5.14%	6.71%	6.45%
6. Kategori	10.33%	10.68%	8.60%	8.24%	6.11%	11.62%
7. Kategori	2.84%	3.12%	2.44%	5.26%	2.01%	3.30%
8. Kategori	2.33%	4.24%	1.97%	2.35%	1.98%	3.29%
9. Kategori	2.80%	6.54%	3.43%	2.98%	2.33%	5.46%
10. Kategori	0.10%	0.18%	0.07%	0.24%	0.14%	0.26%
11. Kategori	0.09%	0.20%	0.11%	0.65%	0.20%	0.37%
12. Kategori	0.86%	1.17%	0.87%	5.04%	1.26%	1.71%

Toplam: 100.00% 100.00% 100.00% 100.00% 100.00% 100.00%

5.5. Yol ağı trafiği modellenmesi

Bölüm 3.5’de detaylı olarak açıklanan yol ağı trafiği modeli ile ölçüm yapılmamış kesimlerin olası gruplarının tahmin edilmesi, altılı küme için örnek olarak yapılmaktadır.

04010013 no.lu kesim; 04010012 ve 04010014 no.lu kesimlerin arasında bulunmaktadır. 04010012 no.lu kesimin Y-OGT değeri 7651.29, 04010014 no.lu kesimin Y-OGT değeri ise 6815.51’dir. Kümelerin karakteristik özellikleri sebebiyle 04010012 ile 04010013 bağında trafiğin %46.77’i 1 yönünde, % 53.23’i ise 2 yönündedir. 04010013 ile 04010014 bağında trafiğin %54.45’i 1 yönünde, %45.55’i ise 2 yönündedir. Bir bağ noktasına giren ve çıkan trafiğin eşit olması prensibine dayanarak 04010013 no.lu kesimin 04010012 kesimiyle birleştiği noktada trafik değerlerinin 1 yönünde 3578.51, 2 yönünde ise 4072.78 olduğu görülmektedir. 04010013 no.lu kesimin 04010014 no.lu kesimle bağlandığı noktada ise trafiğin 1 yönünde 3711.05, 2 yönünde 3104.46 olduğu görülmektedir. Kontrol kesiminin bulunduğu bölge, harita üzerinde incelendiği zaman bu kesime bağlanan il yollarının olduğu ve kesim üzerinde bulunan bağlantı noktalarındaki farkların bu sebepten kaynaklandığı görülmektedir. Bütün bu hesapların sonucunda 04010013 no.lu kesimin Küme1’e dahil olduğu tahmin edilmektedir.

04065501 no.lu kesimden önce 04001005 no.lu kesim gelmektedir ve bu kesim 6822.33 Y-OGT değerine sahiptir. 04010011 no.lu kesim ise 19306.95 Y-OGT değerine sahiptir ve 04065501 no.lu kesimden sonra gelmektedir. Kontrol kesiminin her iki bağlantı noktası incelendiği zaman, 04001005 no.lu kesimle arasında bulunan bağlantı noktasının trafik değeri 1 yönünde 3190.80, 2 yönünde 3631.53, 04010011 no.lu kesimle arasında bulunan bağlantı noktasında trafik değeri 1 yönünde 7846.34, 2 yönünde ise 11460.61’dir. Kontrol kesiminde bulunan trafiğin yaklaşık olarak 1 yönünde 5518.57, 2 yönünde ise 7546.07 olduğu tahmin edilmektedir. Elde edilen trafik değerlerine göre 04065501 no.lu kesimin Küme2’e dahil olan kesimlere yakın trafik değerine sahip olduğu için Küme2’e dahil olduğu tahmin edilmektedir.

04065502 ve 04065503 no.lu kesimler peş peşe gelen kesimlerdir. 04065502 kesiminden önce 04014002 no.lu kesim gelmekte ve Y-OGT değeri 1318.32'dir. Bu bağ noktasında trafik değeri 1 yönünde 616.58, 2 yönünde 701.74'dür. 04065503 kesiminden sonra 04017002 no.lu kesim gelmekte ve Y-OGT 1257.73'dür. Bu bağ noktasında trafik değeri 1 yönünde 588.24, 2 yönünde ise 669.49'dur. 04065502 ve 04065503 no.lu kesimlerde bulunan trafik değeri yaklaşık olarak 1 yönünde 602.41, 2 yönünde ise 685.62 olduğu tahmin edilmektedir. Elde edilen trafik değerlerine göre 04065502 ve 04065503 no.lu kesimlerin Küme1'e dahil olan kesimlere yakın trafik değerine sahip olduğu için Küme1'e dahil olduğu tahmin edilmektedir.

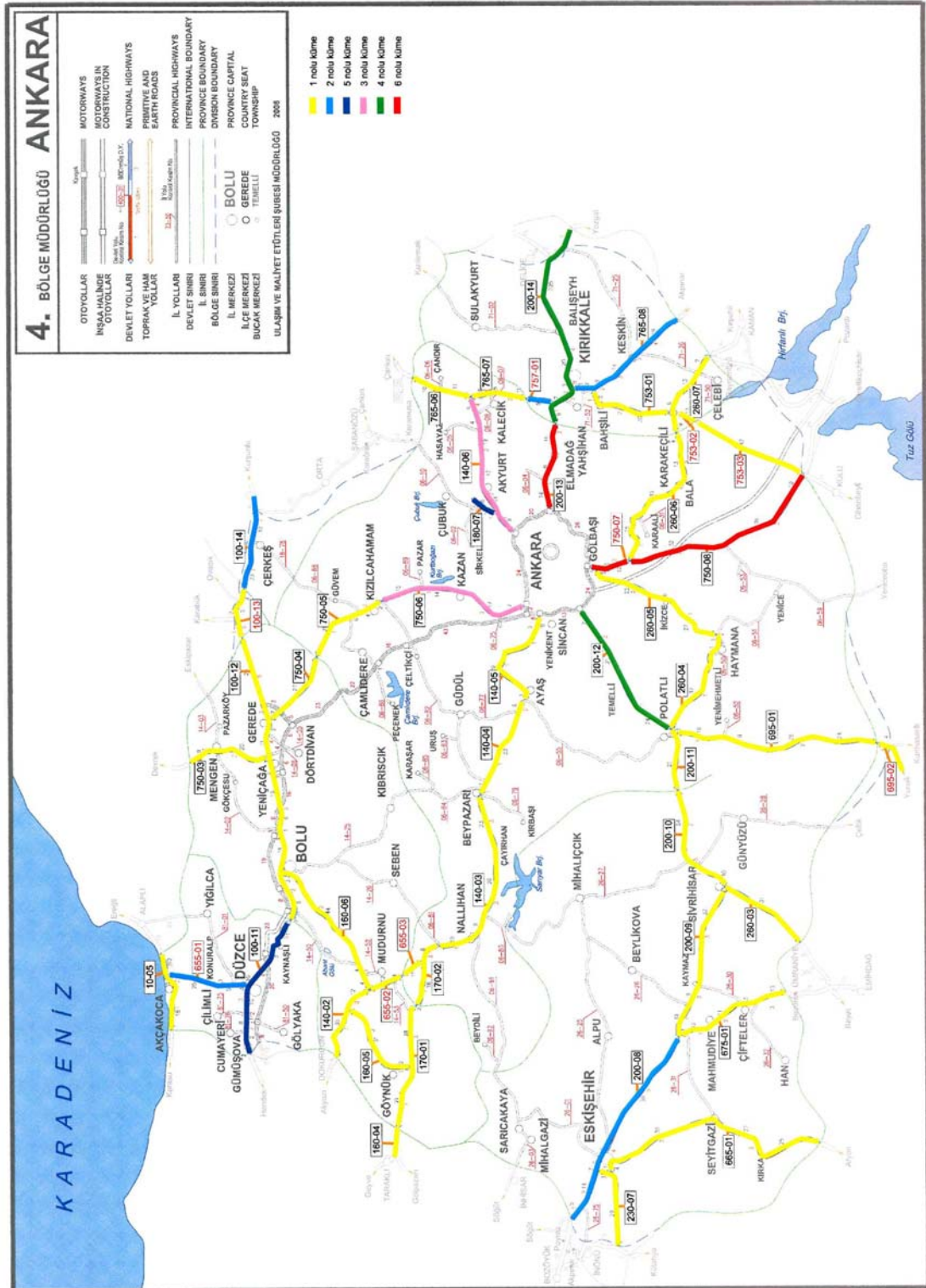
04075701 no.lu kesimden önce 884.12 Y-OGT değerine sahip 04076507 no.lu kesim bulunmaktadır. Bu iki kesimin bağlandığı noktada trafik, 1 yönünde 413.50, 2 yönünde ise 470.62'dir. 04075701 no.lu kesim ardından 04020014 no.lu kesime bağlanmaktadır. 04020014 no.lu kesime bağlanılan noktada bulunan Y-OGT 22518.01'dir. Bu noktada 1 yönünde trafik 12150.72, 2 yönünde ise 10367.29'dur. Her iki bağdan elde edilen trafik değerlerine göre 04075701 no.lu kesimde trafiğin 1 yönünde 6282.11, 2 yönünde ise 5418.96 olduğu tahmin edilmektedir. Elde edilen bu trafik değerlerine göre 04075701 no.lu kesimin Küme2'e dahil olan kesimlere yakın trafik değerine sahip olduğu için Küme2'e dahil olduğu tahmin edilmektedir.

04075007 no.lu kesim Ankara ilinden başlamakta ve kendisinden sonra 04075008 no.lu kesim gelmektedir. 04075008 no.lu kesimin Y-OGT değeri 22155.74'dir. 04075007 ile 04075008 no.lu kesimlerin bağlandığı noktada trafik, 1 yönünde 11487.75, 2 yönünde 10667.99'dir. Kesime giren ve çıkan trafiğin eşit olması prensibine göre, 04075007 no.lu kesimin trafik değerlerinin Küme6'ya yakın trafik değerlerine sahip olduğu görülmekte ve Küme6'ya dahil olduğu tespit edilmektedir.

04075302 ve 04075303 no.lu kesimler incelendiği zaman peş peşe kesimler olduğu görülmekte ve 04026007 no.lu kesim bu kesimlerden önce gelmektedir. 04026007 no.lu kesim 806.92 Y-OGT değerine sahip ve araç trafiği 1 yönünde 377.40, 2 yönünde 429.52'dir. 04075302 ve 04075303 no.lu kesimlerin haritada bulundukları konum nedeniyle kendilerinden önce gelen kesimin karakterlerini

taşıdıkları tahmin edilmektedir. Bu durumda 04075302 ve 04075303 kesimlerinin K  mel'e dahil olduğu tahmin edilmektedir.

04069502 no.lu kesimden önce 4451.51 Y-OGT değerine sahip 04069501 no.lu kesim gelmektedir. Kontrol kesimlerinin bağlandığı noktada giren ve çıkan trafiğin birbirine eğit olması prensibine dayanarak 04069502 no.lu kesimin 4451.51 Y-OGT değerine sahip olması ve 1 yönünde 2081.97, 2 yönünde 2369.54 olması tahmin edilmektedir. Bütün bu trafik değerleri göz önünde bulundurulduğu zaman kontrol kesiminin K  mel'e dahil olan kesimlere yakın trafik değerlerine sahip olduğu görülmekte ve K  mel'e dahil olduğu tahmin edilmektedir.



Harita 5.5 Ölçümleri eksik olan kesimlerin tahmininden sonra altılı kümenin bölge içerisindeki dağılımı.

5.6. Sonuçlar

5.6.1. Altılı küme sonuçları

Altılı küme arasında Küme1, illeri ilçelere bağlayan Devlet Yollarıdır. Küme1 Y-OGT değeri 4 115.58, Y-OAH değeri ise 76.34 km/sa'dır. Küme1 araç kompozisyonu içerisinde en fazla araç (%64.28) 2. Kategoride (Otomobil), en az araç (%0.10) ise 10. Kategoridedir (6 Akslı Kombinasyonu). Küme1 trafik yön dağılımları ise 1 no.lu yönde %46.77, 2 no.lu yönde %53.23'dür.

Küme2'ye dahil olan 2 kontrol kesiminde Y-OGT değeri 11 298.03, Y-OAH değeri de 83.56 km/sa'dır. Bu kesimler Eskişehir–Mahmudiye ile Kırıkkale–Kırşehir arasında bulunan Devlet Yollarıdır. Küme2 araç kompozisyonu içerisinde en fazla araç (%61.40) 2. Kategoride (Otomobil), en az araç (%0.13) ise 10. Kategoridedir (6 Akslı Kombinasyonu). Küme1 trafik yön dağılımları ise 1 no.lu yönde %54.45, 2 no.lu yönde %45.55'dir.

Küme3'de bulunan kesimler Ankara–Kızılcahamam ile Ankara–Kalecik Devlet Yollarıdır. Küme3, 17 633.82 Y-OGT ve 86.37 km/sa Y-OAH değerine sahiptir. Küme3 araç kompozisyonu içerisinde en fazla araç (%66.43), 2. Kategoride (Otomobil) en az araç (%0.08) ise 10. Kategoridedir (6 Akslı Kombinasyonu). Küme3 trafik yön dağılımları ise 1 no.lu yönde %47.96, 2 no.lu yönde %52.04'dür.

Küme4, 26 485.69 Y-OGT ve 90.06 km/sa Y-OAH değerine sahiptir. Küme4'ü oluşturan kesimler Ankara–Eskişehir ile Elmadag–Kırıkkale Devlet Yollarıdır. Küme4 araç kompozisyonu içerisinde en fazla araç (%64.04), 2. Kategoride (Otomobil) en az araç (%0.17) ise 10. Kategoridedir (6 Akslı Kombinasyonu). Küme4 trafik yön dağılımları ise 1 no.lu yönde %53.96, 2 no.lu yönde %46.04'dir.

Küme5'i oluşturan kesimler Ankara–Çubuk ile Bolu–Düzce–Adapazarı Devlet Yollarıdır. Küme6, 16 531.13 Y-OGT ve 77.39 km/sa Y-OAH değerine sahiptir. Küme6 araç kompozisyonu içerisinde en fazla araç (%67.94) 2. Kategoride

(Otomobil), en az araç (%0.12) ise 10. Kategoridedir (6 Akslı Kombinasyonu). Küme6 trafik yön dağılımları ise 1 no.lu yönde %40.64, 2 no.lu yönde %59.36dır.

Küme6, en fazla Y-OGT (27 013.11) ve Y-OAH(90.40 km/sa) değerine sahiptir, bu kümeye ait olan kesimler Ankara–Konya ile Ankara–Elmadağ Devlet Yollarıdır. Küme6 araç kompozisyonu içerisinde en fazla araç (%61.87) 2. Kategoride (Otomobil), en az araç (%0.16) ise 10. Kategoridedir (6 Akslı Kombinasyonu). Küme4’ü oluşturan kesimlerde trafik yön dağılımları 1 no.lu yönde %51.85, 2 no.lu yönde %48.15dir.

5.6.2. Beşli kümeye göre sonuçlar

Beşli küme özelliklerine göre sonuçlar değerlendirilirken, altılı kümeden beşli kümeye geçiş sırasında Küme5 ve Küme4 ara mesafeleri olarak diğer kümelere oranla en yakın kümeler olduğu için birleştirilmektedir. Beşli kümeye göre Küme4 23 993.84 Y-OGT, 84.44 km/sa Y-OAH değerine sahip olmaktadır. Küme4’ün bu değerleri altılı kümedeki değerlerine göre daha düşüktür. Küme4’ün tipik özellikleri arasında bulunan trafik yön dağılımlarında; %6.66 oranında 1 no.lu yönde azalma, 2 no.lu yönde ise artma vardır. Araç kompozisyonlarında ise tüm araç kategorilerinde %0.02 ile %1.95 oranları arasında değişimler vardır. En az değişim 10. Kategoride (6 Akslı Kombinasyonu), en fazla değişim ise 2. Kategoride (Otomobil) olmuştur.

5.6.3. Dörtlü kümeye göre sonuçlar

Kontrol kesimlerinin iteratif tahminler ve analizler sonucu beşli kümeden dörtlü kümeye düşürülmesi sırasında, Küme2 ve Küme1, birbirlerine olan ara mesafesinin ve Y-OGT değerlerinin diğer kümelere oranla daha yakın olması sebebiyle birleştirilmektedir. Küme2’ye dahil olan kontrol kesimleri Küme1’e dahil olması ile Küme1 4 809.89 Y-OGT değerine, 77.02 km/sa Y-OAH değerine sahip olmaktadır. Küme1 trafik yön dağılımında %0.72 oranında 1 no.lu yönde artma, 2 no.lu yönde ise artma vardır. Araç kompozisyonlarında ise tüm araç kategorilerinde %0.00 ile

%0.38 oranları arasında değişimler vardır. 10. Kategoride (6 Akslı Kombinasyonu) değişim olmamış, en fazla değişim ise 4. Kategoride (Otobüs) olmuştur.

5.6.4. Üçlü kümeye göre sonuçlar

Kesimlerin ait oldukları dörtlü küme arasında, Küme3 ile Küme4'ün hem ara mesafesinin hem de Y-OGT değerinin birbirlerine yakın olmasından dolayı birleşmesi ile üçlü kümeler oluşmuştur. Üçlü kümeler oluşurken Küme3'de bulunan kontrol kesimleri Küme4'e dahil olmuş ve Küme4'ün Y-OGT değeri 20 086.92, Y-OAH değeri ise 85.57 km/sa olmuştur. Küme4'ün trafik yön dağılımlarında; %0.22 oranında 1 no.lu yönde artma, 2 no.lu yönde ise azalma vardır. Araç kompozisyonlarında ise tüm araç kategorilerinde %0.02 ile %0.87 oranları arasında değişimler vardır. En az değişim 10. Kategoride (6 Akslı Kombinasyonu), en fazla değişim ise 4. Kategoride (Otobüs) olmuştur.

Küme6, üçlü kümeler arasında en yüksek Y-OGT ve Y-OAH değerine sahiptir. Küme6'yı oluşturan kontrol kesimleri, Ankara–Eskişehir ile Ankara–Elmadağ Devlet Yolları, tipik özellikleri nedeniyle diğer kümelere oranla küme değişimlerinden etkilenmemiş ve tüm iteratif çalışmalar sırasında aynı kalmışlardır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tez çalışması kapsamında irdelenen KGM 4. Bölge trafik verileri kullanılarak gerçekleştirilen analiz ve istatistiksel modellemelerle elde edilen sonuçlar ilişkin değerlendirmeler aşağıda başlıklar halinde sunulmaktadır:

6.1. Trafik Ölçümleri ve Veritabanına İlişkin

- 1- Trafik ölçüm cihazlarının olabildiğince verimli kullanılması ve Devlet Yolu Karayolu Kontrol Kesimlerinde yaygınlaştırılarak trafik ölçümlerinin gerçekleştirilmesi planlanmalı ve programlanmalıdır.
- 2- Mevsimsel ölçümlerin yılın farklı haftalarına denk gelen zamanlarda yapılması, farklı özelliklerin açığa çıkarılması açısından önem arz etmektedir. Bu nedenle olabildiğince düzenli trafik ölçümlerine ilave ölçümler yapılması programlanmalı, ölçüm cihazlarının yetersiz kalma durumu da göz önünde bulundurularak faal ölçüm cihaz adedinin artırılması planlanmalıdır.
- 3- Mevsimsel ölçümlerde, ölçüme ait kaydedilen KKK no, ekip no, trafik yönü vb. bilgilerde kişisel hatalar mümkün olduğunca en aza indirgenmeli veya engellenmeli, bu nedenle kullanılamayan trafik ölçümlerinin sayısı azaltılmalıdır.
- 4- Mevsimsel trafik ölçümlerinde, tam bir haftayı kapsayacak şekilde ve en az 7 gün ölçüm yapılması ve kaydedilmesi sağlanmalıdır.
- 5- İklimsel şartlar nedeniyle; ölçüm cihazlarının yer değişimleri sağlanamadığında cihazın kurulu bulunduğu yol kesimlerinde devam eden ölçümlerin kaydedilmesi ve/veya kayıtların merkeze aktarımını sağlayacak önlemler geliştirilmelidir. Gerek ölçüm yapılan yol kesimi adedinin gerekse trafik ölçüm süresinin artırılması ile derlenen veri güvenilirliği artmakta ve daha kısa zaman dilimleri bazında çalışma imkanı doğmaktadır.

- 6- Tüm KKK noktalarında mevsimsel trafik karakterinin belirlenmesi için her yıl her mevsim en az bir adet trafik ölçümü gerçekleştirilmelidir.
- 7- Aylık ve haftalık bazda çalışmalar için mevsimsel trafik ölçüm sayısının artırılması, farklı ay ve haftalarda ölçüm yapılmasına özen gösterilmelidir.
- 8- Kontrol kesimlerinde yapılan uzun süreli trafik ölçümlerinde veri aktarımı sık kontrol edilmeli, cihaz kayıt kapasitesi ve aktarım hızı artırılarak olası ölçüm kayıpları azaltılmalıdır.
- 9- Kontrol kesimlerinden merkeze iletilen ölçüm verileri, tarih, saat, ölçülen araç tür ve hızları ile birlikte kontrol edilmeli ve aynı ölçüm verilerinin birden çok ve farklı şekillerde veritabanına aktarımı önlenmelidir.

6.2. Mevsimsel Kombinasyonlara İlişkin

- 1- Mevsimsel kombinasyon modelleri; mevsimsel ve yıllık bazda oluşan trafik karakter farkını veya değişimini ortaya çıkarmaktadır.
- 2- Dört mevsim ile oluşturulabilen her bir kombinasyon ile yıllık trafik karakteri arasındaki ilişki, hem ölçümlerin planlanması aşamasında önceliklendirmeye hem de ölçüm yapılamayan mevsimlere ilişkin gerçekçi tahminlere imkan vermektedir.
- 3- Herbir mevsimsel kombinasyon ile yıllık trafik karakteri arasındaki ilişkiyi niteleyen modellerde, gerçekleşmeyi yansıtmaya gücünün (veya R^2 değerinin) %90 ve üzerinde, sapma değerinin (S) ise $\pm\%10$ limit içinde kalması amaçlanmalıdır. Aksi halde, yıllık ve mevsimsel trafik karakteri etkileşimleri veya genişleme katsayıları arasında ciddi farklılıklar oluşabilecektir.

- 4- Mevsimsel kombinasyon modellerinin geliştirilmesinde ilk aşama, irdelenen bölge Karayolu Kesimleri karakterinin birbirine benzerliğine dayanmakta ise de; sonraki aşamalarda bu benzerlik kabulü, gerçekleştirmelere veya yol kesimlerinin grup özelliklerine uygun hale dönüşerek ayrılmaktadır. Bu dönüşüm kesim karakteri ile iteratif yöntemle üyesi kesimleri belirlenen küme karakterinin açığa çıkarılması sırasında gerçekleşmektedir.
- 5- Tüm kesimlerin benzerliği ile tek bir küme halinde elde edilen mevsimsel dağılımlar veya mevsimsel genişleme katsayıları, her bir yol kesimi veya oluşturdukları ortak gruplar için geçerli olamamaktadır. Mevsimsel dağılım veya mevsimsel genişleme katsayıları her bir kesim için ayrı ayrı ya da bu kesimlerin yeterli güvenirlikte oluşturdukları gruplar bazında irdelenmeli veya ele alınmalıdır.

6.3. Kümeleme Analizine İlişkin

- 1- Tüm yol kesimlerinin ve bölge ağının aynı öneme haiz olması ve aynı özellikte hizmet vermesi beklenmediğinden, bölgesel yol ağının tek bir küme veya grup olarak analiz edilmesi ve değerlendirilmesi yerine kesimler arasındaki farklılıkları niteleyebilecek grupların oluşturulması kaçınılmazdır.
- 2- Veritabanı büyüklüğüne de bağlı olmak üzere küme ya da grup sayısı arttıkça veya küme elemanı sayısı azaldıkça güvenirlik azalmaktadır.
- 3- Kümeleme analizi ve oluşan grupların, düşük, orta ve yüksek toplam trafik yoğunluğu ile herbirinin düşük ve yüksek akım hızı ve mevsimsel dağılım durumuna göre altı veya daha fazla gruba ayrılması beklenmelidir. Ancak kesim adetinin yetersiz olması halinde ise en az iki ya da üç farklı küme oluşturulması amaçlanmalıdır.
- 4- Benzerliklerine göre gruplandırılan kesimlerin birden fazla kümeye ait olma olasılığı bu küme ayrımlarının keskinliğini azaltmakta ve kümeleme analizinin

yeniden gözden geçirilmesi veya değerlendirilmesini gerektirmektedir. Kümeler arasında keskin ve belirgin bir ayırım elde etmek üzere birbirine yakın kümelerin birleştirilmesi ya da küme sapmalarını artıran küme üyelerinin başka bir grup haline getirilmesi ile sağlanabilmektedir.

- 5- Kontrol kesimlerinin tek bir küme ile 6 farklı küme içindeki üyeliğine göre gerek küme karakteri gerekse kümenin diğer üyelerine göre kesim karakteri değerlendirilebilir bir durum sergilemektedir.
- 6- Grup karakteri ile uyum içinde görünmeyen kesimlerin öncelikle grup üyeliği, sonrasında ise kesime ait trafik ölçüm verileri sorgulanmalıdır. Trafik ölçümlerine ilişkin herhangi bir şüphe oluştuğunda sözkonusu trafik ölçümlerinin yenilenmesi sağlanmalı ve programlanmalıdır.

6.4. Ayırıştırma Analizlerine İlişkin

- 1- Ayırıştırma analizi için oluşturulan her bir küme eleman sayısının birden fazla olması gerekmektedir.
- 2- Ayırıştırma ve kümeleme analizlerinde kullanılan değişkenler aynı değişkenler olmalıdır. Ayırıştırma analizi sırasında; elimine edilen oto-korele değişkenler dikkate alınarak yeniden kümeleme analizi ve gruplandırma yapılması zorunluluktur.
- 3- Ayırıştırma analizinde, herhangi bir kesimin bir gruptan diğerine geçişi ya da iki farklı kümenin elemanı olma olasılığının eşit olması durumunda kümeleme analizi ve oluşturulan grupların gözden geçirilmesi gerekmektedir.

6.5. İteratif Kümeleme-Ayrıştırma ve Tahmin İşlemleri İlişkin

- 1- Başlangıç aşamasında bölge karayolu ağı karakterinin bir tek ve bütün olduğu kabul edilmekte ise de, kümeleme, ayrıştırma ve tahmin işlemlerinin iteratif bir yöntemle uygulanması, bu kabule aykırılıkları ortaya çıkarmakta ve oluşan sapmaları sergilemekte, kümeleme ile farklılıkları gruplar vasıtasıyla düzenlemektedir.
- 2- Her bir iterasyon aşamasında elde edilen sonuçlar, peş peşe sürdürülen kümeleme, ayrıştırma ve tahmin işlemi ile yeniden düzenlenmekte veya doğrulanmaktadır.
- 3- İteratif yöntemle kesinleşen kümeler ile grup üyeleri bazında trafik karakteri, mevsimsel trafik, hız, araç kompozisyonu ve yön dağılımları cinsinden belirlenmektedir.
- 4- Yol ağı trafiğinin modellenmesi ile hiçbir ölçüm yapılmamış ve trafik verisi mevcut olmayan yol kesimlerine ait trafik, hız, kompozisyon ve yön bilgileri de analitik olarak elde edilebilmektedir.
- 5- Yol ağı trafik modellemesinde; irdelenen bağ veya nodüller içinde; öncelikle tüm giriş çıkış trafik verileri mevcut nodülden başlamak üzere mevcut verilerin tutarlılıkları gözden geçirilebilmektedir.
- 6- Herhangi bir tutarsızlık bulunması halinde, trafik ölçümlerinin yeniden irdelenmesinden, ölçümlere dayalı tespitlerin yeniden gözden geçirilmesi mümkün olabilmektedir.
- 7- Bağlantılar içinde en az sayıda eksik giriş veya çıkış trafik verilerinin elde edilmesinden başlamak üzere tahmin işlemi yürütülmektedir. Birden fazla giriş ve/veya çıkış bağlantısının mevcut olduğu bağlarda ise ancak ve ancak eksik verilerin toplamaları hakkında bilgi edinilebilmektedir.

6.6. Öneriler

İncelenen KGM 4. Bölge karayolu ağı yol kesimleri üzerinde gerçekleştirilen trafik ölçüm sayısının diğer bölgelere göre daha fazla olmasına karşın yetersiz kalmaktadır. İleride yapılacak çalışmalarda; ya ölçüm verileri daha fazla ve detaylı ya da ihtiyaç duyulan verileri tam daha küçük bir ağ üzerinde bu çalışmada önerilen yaklaşımın, test edilmesi yararlı olacaktır. Ayrıca, yol ağı trafik modellemesinin toplam araçlar yerine her bir araç sınıfı için ayrı ayrı çalışılması da farklı durum ve detayları açığa çıkaracak özelliktedir. Bu hususun ileride yapılacak çalışmalarda gözönüne alınarak araç sınıfı ayrımları ile birlikte çalışılması yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

1. “Trafik ve Ulaşım Bilgileri”, *KGM Ulaşım ve Maliyet Etütleri Şubesi Müdürlüğü, Ankara*, (2003-2010)
2. “Devlet Yolları Trafik Akımı Özellikleri ve Trafik Parametreleri”, *KGM Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı, Ankara*, (2009)
3. Kalkan, Burak. “Mevsimsel 7/24 Saat Ölçümleriyle YOGT Arasındaki İlişkilerin Modellenmesi”, 2010, G.Ü.F.B.E.
4. Kahveci, Engin Yakup. “T.C. Karayolları Genel Müdürlüğü 16. Bölge Müdürlüğü Trafik Ölçüm Verileri İle Karayolu Kesimi Trafik Karakterizasyonu İçin Matematiksel Modellemeler”, 2010, G.Ü.F.B.E.
5. İnternet: T.C. Karayolları Genel Müdürlüğü, <http://www.kgm.gov.tr> (2012)
6. İnternet: T.C.Karayolları Genel Müdürlüğü “Stratejik Plan 2007-2011” <http://www.kgm.gov.tr/SiteCollectionDocuments/KGMdocuments/Kurumsal/StratejikPlan/strateji.pdf> , (2012)

EKLER

EEK – 1 Karayolları 4. Bölge Veritabanı

EEK – 2 2004 – 2008 Verileri Kümeleme ve Ayrıştırma Analiz Sonuçları

EEK – 3 2008 Verileri Kümeleme ve Ayrıştırma Analiz Sonuçları

EEK – 4 Üçlü Küme için İteratif Tahmin İşlemleri

EEK – 5 Dörtlü Küme için İteratif Tahmin İşlemleri

EEK – 6 Beşli Küme için İteratif Tahmin İşlemleri

EEK – 7 Altılı Küme için İteratif Tahmin İşlemleri

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : YILMAZ, Cantürk
 Uyruğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 01.01.1986 Bolu
 Medeni hali : Bekar
 Telefon : 0 (312) 220 30 86
 Cep Tel : 0 (532) 771 66 47
 e-mail : canturkyilmaz@gmail.com.

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Gazi Üniversitesi/ İnşaat Mühendisliği Bölümü	2008
Lise	Mehmet Emin Resulzade A. L.	2004

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2009-Halen	Hidromark Müh. ve Müş. A.Ş.	Proje Mühendisi
2006-2007	Meteksan Sistem A.Ş.	Saha Mühendisi

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Otomotiv, Futbol, Motor Sporları