

**KARAYOLLARI TRAFİK ÖLÇÜM CİHAZLARI İŞ
PROGRAMLARININ İYİLEŞTİRİLMESİ**

Uğur AKKAŞ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

EKİM 2007

ANKARA

Uğur AKKAŞ tarafından hazırlanan KARAYOLLARI TRAFİK ÖLÇÜM CİHAZLARI İŞ PROGRAMLARININ İYİLEŞTİRİLMESİ 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. Ayhan İNAL
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, ODTÜ
Yrd. Doç. Dr. Hikmet BAYIRTEPE
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi Üni.
Prof. Dr. Özdemir AKYILMAZ
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, ODTÜ

Tarih : 24/10/2007

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Nermin ERTAN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

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

Uğur AKKAŞ

**KARAYOLLARI TRAFİK ÖLÇÜM CİHAZLARI
İŞ PROGRAMLARININ İYİLEŞTİRİLMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

Uğur AKKAŞ

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Ekim 2007

ÖZET

Bu çalışma ile ülke genelinde karayolları üzerinde sayım yapan otomatik sayım ve sınıflandırma cihazlarının sayım yaptığı noktaların sayılarının artırılmasına ve yol ağı üzerinde bulunan kontrol kesim noktalarının birbiriyle bağlantısının tespit edilerek en ekonomik yönden sayımların tamamlanması için elde edilen olasılıkların değerlendirilmesi ve sayımların tamamlanarak merkeze iletiminin sağlanmasına yönelik bir yöntem geliştirilmiştir.

**Bilim Kodu : 911.1.134
Anahtar Kelimeler : Trafik, Metrocount, WIM, sayım
Sayfa Adedi : 121
Tez Yöneticisi : Yrd. Doç. Dr. Hikmet BAYIRTEPE**

**THE IMPROVEMENT OF HIGHWAYS TRAFFIC MEASUREMENT
EQUIPMENT'S SERVICE PROGRAMME
(M.Sc. Thesis)**

Uğur AKKAŞ

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
October 2007**

ABSTRACT

The aim of this research is to increase the number of automatic traffic counting and classification equipment stations which is located on the whole country, to evaluate the obtained probability of completion of traffic countings in most economical way by means of determining the relationship between the control sections number which is on the network of highways and to develop a method for communication system in order to provide sending traffic data from stations to center unit.

Science Code : 911.1.134

Key Words : Traffic, Metrocount, WIM, counting

Page Number : 121

Adviser : Assist. Prof. Dr. Hikmet BAYIRTEPE

TEŞEKKÜR

Tez çalıŐmalarım boyunca benden yardımını eksik etmeyen ve bana her zaman destek olan Hocam Yrd. Doç. Dr. Hikmet BAYIRTEPE' ye ve yine yüksek lisans eğitimim sırasında bana yardımcı olan Őehir ve Bölge Plancısı Burhan İLHAN' a ve özellikle bu süre içerisinde ve eğitim hayatım boyunca sabrı ile hep yanımda olan annem Zübeyde AKKAŞ ve babam Ali Dede AKKAŞ' a teŐekkürü borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xii
RESİMLERİN LİSTESİ	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiv
1. GİRİŞ	1
2. TRAFİK BİLGİ TOPLAMA TEKNİKLERİ.....	5
2.1. Trafik Bilgi Toplama Teknikleri.....	5
2.1.1. Mekanik yöntem	5
2.1.2. El sayımları	9
2.1.3. Hareketli araç metodu	9
2.2. Türkiye Karayollarında Kullanılan Trafik Ölçüm Cihazları.....	9
2.2.1. Golden River (Model:Retriever Elite)	9
2.2.2. Hareketli ağırlık ölçüm cihazı (Weigh In Motion (WIM))	10
2.2.3. Metrocount otomatik sayım ve sınıflandırma sistemi	23
2.2.4. Golden River (Model: Marksman).....	27
2.3. Türkiye’de Kullanılan Kontrol Kesim Sistemi	29
2.3.1. Otoyol kontrol kesim sistemi	30

	Sayfa
2.3.2. Devlet yolu kontrol kesim sistemi	31
2.3.3. İl yolu kontrol kesim sistemi	32
3. TRAFİK ÖLÇÜM VE CİHAZ ATAMA YAKLAŞIMLARI	33
3.1. Girdiler	35
3.2. Görev Güzergahı Oluşturma	35
3.2.1. Merkezi belirle	35
3.2.2. Bağlantı tarama	35
3.2.3. Bağlantı ekle	36
3.2.4. Düğüm tekrarı kriteri.....	36
3.2.5. Aynı güzergah kayıtlı mı?.....	37
3.2.6. Tüm düğümler tarandı mı?.....	37
3.2.7. Tüm güzergahlar tarandı mı?	37
3.3. Görev Güzergahı Seçimi	39
3.3.1. Kayıtlı güzergah seç.....	39
3.3.2. İlk düğümü belirle	40
3.3.3. Son düğüm belirle	40
3.4. Tüm Olası Görev Kombinasyonları	41
3.4.1. Tüm kesimler için ilk güzergahı ata.....	42
3.4.2. Kombinasyon kaydet.....	42
3.4.3. Kesim seç	43
3.4.4. Güzergah seç	43
3.4.5. Kombinasyon ekle.....	43
3.4.6. Kesime ilişkin güzergahlar tarandı mı?.....	43

	Sayfa
3.4.7. Tüm kesimler gözetildi mi?	43
3.5. Çözüm Maliyet Hesapları	44
3.5.1. Kayıtlı kombinasyon seç	44
3.5.2. Maliyet hesapla	44
3.5.3. Güzergahları aletlere ata	44
3.5.4. Bütün güzergahlar atandı mı?	44
3.6. Çözüm Seçimi ve Sıralamalar	45
4 . TRAFİK ÖLÇÜM PROGRAMLAMA VE CİHAZ ATAMA UYGULAMASI	46
4.1. Girdiler	46
4.2. Güzergah Oluşturma	48
4.3. Güzergah Seçimi	52
4.4. Tüm Kombinasyonlar	53
4.5. Maliyet Hesapları	54
4.5.1. 90 günlük maksimum çalışma süresi	55
4.5.2. 180 günlük maksimum çalışma süresi	60
4.5.3. 270 günlük maksimum çalışma süresi	65
4.5.4. 360 günlük maksimum çalışma süresi	69
4.6. TCK Bölgeleri İçin Uygulamalar	70
4.6.1. TCK 4.Bölge	70
4.6.2. TCK 15. Bölge	75
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	79
KAYNAKLAR	83

Sayfa

EKLER.....	84
EK-1 Kesimler arasındaki mesafeleri hesaplayan makro programı	85
EK-2 Olası güzergahları analiz eden makro programı.....	87
EK-3 Sayıma merkezden başlayıp tekrar merkeze dönen güzergahlar	92
EK-4 Olası çözüm kombinasyonları	99
EK-5 Olası tüm kombinasyonlarının bulunması.....	103
EK-6 Çözüm maliyet hesapları	108
EK-7 Golden River (Marksman) istasyon yerleri	115
EK-8 Golden River (Marksman) istasyon yerleri	117
EK-9 Türkiye' de kurulan WIM istasyonları yerleri.....	118
EK-10 T.C. Karayolları 4.Bölge haritası	119
EK-11 T.C. Karayolları 15.Bölge haritası	120
ÖZGEÇMİŞ	121

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 1.1. 2006 yılı kış programına göre Bölge Müdürlüklerinin cihaz sayıları ve performansları.....	3
Çizelge 4.1. Bölge kontrol kesim numaraları ve verilen numaralar.	47
Çizelge 4.2. Ölçüm noktaları bağlantı ve uzaklıkları.....	49
Çizelge 4.3. Olası güzergahlar ve maliyetler (kısmi).....	51
Çizelge 4.4. Görev döngü ve güzergahları (kısmi).	53
Çizelge 4.5. 90 günlük maksimum çalışma süresi için olası çözümler.....	57
Çizelge 4.6. 90 günlük maksimum çalışma süresi için maliyeti en düşük iki çözüm.	58
Çizelge 4.7. 180 günlük maksimum çalışma süresi için olası çözümler.....	61
Çizelge 4.8. 180 günlük maksimum çalışma süresi için maliyeti en düşük iki çözüm.	62
Çizelge 4.9. İki mevsimlik (180 gün) çalışma programı için cihazların çalışma tarihleri	64
Çizelge 4.10. 270 günlük maksimum çalışma süresi için olası çözümler.....	66
Çizelge 4.11. 270 günlük maksimum çalışma süresi için maliyeti en düşük iki çözüm.	67
Çizelge 4.12. Üç mevsimlik (270 gün) çalışma programı için cihazların çalışma tarihleri	68
Çizelge 4.13. TCK 4.Bölge Müdürlüğü için olası çözümler.....	72
Çizelge 4.14. TCK 15.Bölge Müdürlüğü için olası çözümler.	77

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Metrocount OTSS cihazı ve yola döşeme şekli	23
Şekil 2.2. Cihaz hortum bağlama aşamaları.....	25
Şekil 2.3. Hortumun kuşakla bağlanması.....	26
Şekil 3.1. Genel akım şeması	34
Şekil 3.2. Güzergah oluşturma genel akım şeması	38
Şekil 3.3. Düğüm tekrarı kriteri için akım şeması	39
Şekil 3.4. Görev güzergahlarının seçimi için akım şeması	41
Şekil 3.5. Tüm olası görev kombinasyonları modülü akım şeması	42
Şekil 3.6. Olası çözüm maliyet hesapları için akım şeması.....	45

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Anayol üzerindeki WIM istasyonu	12
Resim 2.2. Anayol üzerindeki WIM istasyonuna yönlendirilen araçlar	13
Resim 2.3. Anayol üzerindeki WIM istasyonuna yönlendirilen araçların sensörlerden geçmeleri ve tartımı	14
Resim 2.4. Anayol üzerindeki WIM istasyonunda tartılan araçların kontrolü	15
Resim 2.5. Anayol üzerindeki WIM istasyonunda kontrolden geçen araçların ayrılması.....	15
Resim 2.6. Anayol üzerindeki WIM istasyonunda yeterliliği sağlayan araçların yönlendirildiği By-Pass şeridi	16
Resim 2.7. Anayol üzerindeki WIM istasyonundaki durgun şerit.....	17
Resim 2.8. Anayol üzerindeki WIM istasyonundaki ölçüm aleti	18
Resim 2.9. Anayol üzerindeki WIM istasyonundaki ölçüm yapılan araçların verilerinin bilgisayara aktarılması.....	18
Resim 2.10. Anayol üzerindeki WIM istasyonundaki ölçüm evi	19
Resim 2.11. Anayol üzerindeki WIM istasyonundaki çıkış.....	20
Resim 2.12. Anayol üzerindeki WIM istasyonunda ölçümü tamamlanmış aracın çıkışı	20

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Kısaltmalar	Açıklama
CIC	Haberleşme Bilgi Merkezi
GPRS	General Packet-switched Radio Service
GUI	Grafik Kullanıcı Arayüzleri
KGM	Karayolları Genel Müdürlüğü
MOGT	Mevsimlik ortalama günlük trafik
OTSS	Otomatik Sayım ve Sınıflandırma
TMU	Trafik İzleme Birimi
WIM	Weight İn Motion
YOGT	Yıllık Ortalama Günlük Trafik

1.GİRİŞ

Türkiye Cumhuriyeti Karayolları Genel Müdürlüğü' nün Türkiye genelinde 16 Bölge Müdürlüğü'nde toplam 264 adet Metrocount OTSS cihazı bulunmaktadır. Bu cihazlarla toplam 970 kontrol kesim numarası üzerinde trafik ölçümleri yapılması planlanmakta ise de kış şartlarında cihazların yola monte edilememesi, ölçüm yapılamaması, eleman yetersizliği, cihazların arızalanması vb. nedenlerle bu noktaların yaklaşık 750 tanesi ölçülebilmektedir. Bu kesimler dışında yaklaşık 250 kesimin ise diğer sayım cihazları ile ölçülmesi planlanmaktadır. Çizelge 1.1' de KGM' de kullanılan sayım cihazları, bu cihazlar tarafından sayılması planlanan ölçüm noktaları ve ölçülebilen kesimler verilmektedir. Türkiye genelinde 1546 kontrol kesim noktası bulunduğundan geri kalan ölçüm noktalarının veya kesimlerin Metrocount OTSS cihazı ile ölçülebilmesi için ya daha fazla cihaz satın alınması ya da mevcut cihazlarla kesim trafik ölçümlerinin iyileştirilmesi veya daha hassas ve verimli bir biçimde planlanması gerekmektedir.

Metrocount OTSS cihazlarıyla ölçüm yapılamayan kesimlerin trafiklerinin tespitinde sabit otomatik trafik sayım cihazlarıyla önceden elde edilen katsayılar kullanılmaktadır. Ölçülemeyen kesimin daha önce yapılmış bulunan ölçümleri ile elde edilen bu katsayılar ölçülemeyen mevsimde ya da yılda o noktaya altlık teşkil eden sabit otomatik trafik sayım cihazının ilgili dönemdeki ölçüm sonuçları ile çarpılarak elde edilen trafik hacimleri olarak kullanılmaktadır. Bu sebeple, her mevsim, her ay ve her hafta için yapılmış yeterli sayıda trafik ölçüm değerlerine ihtiyaç olduğu da açıktır. Bu bilgilerin derlenmesi de ölçümlerin farklı mevsimlerde yapılabilmesi kadar önemli görünmektedir.

Bu çalışmada; KGM Bölge Müdürlüklerinin sorumluluğu altında bulunan yol kesimlerini nitelemek üzere ve herhangi bir bölgeyi temsilen 24 Kontrol Kesim Noktası bulunan hipotik bir bölge oluşturulmuş ve kesimlerin olabildiğince tamamında dört mevsim ölçümlerinin tamamlanabilmesi için iş programları oluşturmaya çalışılmıştır. Cihazlar için iş programı veya alternatif ölçüm görevlendirmeleri ile trafik ölçümlerinde kullanılacak cihaz adeti ve harcanacak

toplam sürenin belirlenmesi ve iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Bu hipotik olarak çalışılan bölgenin sonuçları ile geliştirilen yaklaşım ve çözümlere uygun ve paralel olarak T.C. Karayolları Genel Müdürlüğü'nün 4. ve 15. Bölgeleri için de uygulamalar yapılmıştır.

Hesaplamalarda personel eksikliği, kış şartları vb. arzu edilmeyen ya da beklenilmeyen durumlar veya öngörülemeyecek etkenler göz önüne alınmamış ve bu durumlar için geliştirilecek veya alınacak önlemler için farklı görevlendirme alternatifleri bir arada sunularak karar vericinin plan değişiklikleri veya oluşan durumlara esnek çözümler üretebilmesinin yolu açılmaya çalışılmıştır.

Ölçülmesi planlanan kesimlerin bir kısmında sabit yerleşik otomatik trafik sayım cihazları da bulunmaktadır. Fakat gerek bu cihaz trafik ölçümlerinin değerlendirilmesi gerekse bu cihazlarda meydana gelebilecek arızalara önlem olarak aynı kesimlerde de mevsimsel haftalık trafik ölçümleri yapılması uygun görünmektedir. Bu nedenle bu sabit OTSS cihazlarının bulunduğu noktaların da dikkate alındığı bir programlama veya düzenleme gözetilmeye çalışılmıştır.

Bu çalışmada; sabit sayım noktaları dışında kalan kontrol kesim noktalarının seyyar sayım cihazları ile optimum şekilde ölçülmesi amaçlanmıştır. Yılda 4 mevsim, mevsimde ise 7 günlük ölçümler yardımıyla Yıllık Ortalama Günlük Trafik (YOGT) değerleri hesaplandığından bu cihazlar ile her mevsim 90 güne kadar sayım yapılabileceği düşünülerek bölgedeki tüm kesimlerin ölçülmesi için gerekli cihaz ihtiyaçları hesaplanmıştır.

Seyyar veya hareketli(mobil) sayım cihazları, içi hava dolu iki adet hortumun yol yüzeyine trafik akış yönüne dik ve birbirine paralel şekilde döşenmesi ve üzerinden geçen araçların hortumlara baskı uygulayarak sınıf, hız ve aks aralığının hesaplanması prensibine göre çalışmaktadır. Bu cihazla ilgili detaylı bilgi Bölüm 2.1' de verilecektir. Bölüm 3' te ise genel olarak ölçümlerin tamamlanabilmesi için gerekli adımlar maddeler halinde verilmektedir. Hipotik olarak belirlenen bölgede bu

Çizelge 1.1. 2006 yılı kış programına göre Bölge Müdürlüklerinin cihaz sayıları ve performansları

Bölge No	Golden River (Marksman) Cihaz Adeti	WIM Cihaz Adeti	Golden River (Retriever Elite) Cihaz Adeti	Golden River Cihazı ile Sayılabilen Nokta Sayısı	Metrocount Cihaz Adeti	Metrocount Cihazı ile Sayılması Düşünülen Nokta Sayısı	Metrocount Cihazı ile Sayılabilen Nokta Sayısı	Metrocount Sayılabilme Yüzdesi	Sayılması Gereken Toplam Nokta Sayısı	Toplam Sayılabilen Nokta Sayısı	Sayılabilme Yüzdesi
1.Bölge	4	3	0	0	20	65	9	13,8%	117	16	13,68%
2.Bölge	8	3	1	6	21	73	59	80,8%	143	76	53,15%
3.Bölge	6	0	3	8	18	74	49	66,2%	105	63	60,00%
4.Bölge	4	2	4	13	19	56	56	100,0%	104	75	72,12%
5.Bölge	4	0	2	6	19	78	76	97,4%	116	86	74,14%
6.Bölge	3	0	2	6	16	50	50	100,0%	92	59	64,13%
7.Bölge	4	1	2	10	18	52	50	96,2%	108	65	60,19%
8.Bölge	3	0	4	4	12	62	23	37,1%	66	30	45,45%
9.Bölge	2	0	5	8	15	52	19	36,5%	91	29	31,87%
10.Bölge	2	0	3	5	14	48	48	100,0%	74	55	74,32%
11.Bölge	1	0	1	5	12	46	7	15,2%	64	13	20,31%
12.Bölge	1	1	3	9	18	67	13	19,4%	112	24	21,43%
13.Bölge	3	1	2	8	18	71	71	100,0%	100	83	83,00%
14.Bölge	4	1	0	0	19	71	70	98,6%	120	75	62,50%
15.Bölge	1	1	0	0	13	65	65	100,0%	74	67	90,54%
16.Bölge	0	1	5	11	12	40	15	37,5%	60	27	45,00%
Toplam	50	14	37	99	264	970	680	70,1%	1546	843	54,53%

adımların uygulanması ise Bölüm 4'te bulunmakta ve ayrıca bu bölümde KGM' ye bağlı 4. ve 15. Bölge Müdürlüğü'ndeki uygulamalar yer almaktadır.

2 . TRAFİK BİLGİ TOPLAMA TEKNİKLERİ

2.1. Trafik Bilgi Toplama Teknikleri

Karayolu trafik ölçümlerinde, dünyada en iyi bilinen ve en yaygın olarak kullanılmakta olan bazı yöntemler aşağıda özetlenmektedir:

2.1.1. Mekanik yöntem

Mekanik yöntem, taşıt sayımı için çeşitli aygıtların kullanılması esasına dayanmaktadır. Mekanik yöntemde kullanılacak birçok aygıt ve bu aygıtların çeşitli çalışma şekilleri vardır;

a) *Bükülen Levha (Bending Plate)*: Bükülen levha, özellikle hareketli ağırlık ölçüm cihazı (WIM) verilerinin derlenmesinde sıkça kullanılan bir araçtır. Ağırlık pedi metal bir çerçeveye tutturularak ölçüm yapılacak şerit üzerine kurulmaktadır. Taşıtın şerit üstünden geçmesi metal çerçevenin bükülmesine neden olmakta ve gerilim okuyucu cihazlar ile geçen taşıtın oluşturduğu gerilim değeri ölçülmektedir. Bu araçlar ayrıca hız ile ilgili verilerin elde edilmesinde de kullanılmaktadır.

b) *Basıncılı Havayla Çalışan Yol Tüpü (Pneumatic Road Tube)*: Bu araçlar içi boş plastik tüplerden oluşurlar ve üstlerinden geçen taşıtların lastiklerde oluşturduğu hava basıncı değişimi vasıtasıyla, geçen taşıtların sınıflandırılmasında kullanılmaktadır.

c) *Elektrikli Sensörler (Piezo-Electric Sensor)*: Bu sensörler yol yüzeyinden kesilerek oluşturulan bir oluk içine yerleştirilirler. Sensörlerle mekanik enerjinin elektrik enerjisine dönüştürülmesi sayesinde veriler toplanmaktadır. Sensörlerde oluşan mekanik deformasyonlar, sensörlerde bulunan elektrotlarda voltaj değişimine neden olmaktadır. Sensörlerle elde edilen sinyallerin genliği ve frekansı oluşan deformasyonun derecesiyle orantılıdır. Sensörlerde meydana gelen voltaj değişimi

kullanılarak araç sayımı, sınıflandırma, aracın hareket halindeki ağırlığı ve hızı ile ilgili bilgiler elde edilebilmektedir.

d) *İndüktörlü Halka (Inductive Loop)*: İndüktörlü halkalar kare şeklindeki teller halinde karayolunun altına döşenmektedir. Bu halkalar elektrik iletkenlerinin üzerinde oluşan elektrik akımı prensibiyle çalışmaktadır. Trafik görüntülemesi yapılırken; büyükçe bir metal parça magnetik alan olarak, indüktörlü halkalar ise elektrik iletkeni olarak kullanılırlar. Yol kenarına konan başka bir araç ise alınan sinyalleri kaydetmektedir. Kaydedilen sinyallerle araç sayımı ve sınıflandırması ile ilgili bilgiler elde edilmektedir.

e) *Pasif ve Aktif Kızılötesi (Passive and Active Infrared)*: Pasif kızıl ötesi aygıtlar, araçların varlığını, algılama bölgesinden yayılan kızıl ötesi enerjiyi ölçerek belirlemektedir. Bir aracın sıcaklığı, arka plandaki veya çevredeki sıcaklıktan her zaman farklıdır. Yol yüzeyinden doğal olarak oluşan kızıl ötesi enerjiyle, aracın bulunduğu zaman yayılan enerji karşılaştırılır. Yolun oluşturduğu enerji aracınkinden az ya da çok olacağı için, aradaki enerji farkı ortaya çıkar. Kullanılan teknoloji pasif olduğu için diğer aygıtlarla karışma olasılığı düşüktür. Pasif kızıl ötesi algılayıcıları doğrudan demiryolu sinyal köprüsünün üzerine, üstgeçit, köprü ya da yol kenarında herhangi bir direğe yerleştirilebilir. Aktif kızıl ötesi aygıtlar, yol yüzeyine bir lazer ışını yansıtıp, bu ışının yoldan yansıyor geri geldiği süreyi ölçerler. Lazer ışını doğrultusunda geçen bir araçta, ışının geri yansıma süresi azalır. Bu süre azalması bir aracın varlığını belirtmektedir. Aktif kızıl ötesi aygıtları; trafik şeritleri veya şeride dik olarak yol kenarı gibi farklı konumlara da yerleştirilebilmektedir. Lazer ışınını yol yüzeyine paralel trafik akışına dik olarak doğrultan, portatif aygıtlar da kullanılabilir. Hem pasif hem de aktif kızıl ötesi aygıtlarıyla araç sayısı, hızı ve sınıflandırılması kaydedilebilmektedir.

f) *Mikrodalga – Doppler/Radar(Microwave-Doppler)*: Doppler mikrodalga aygıtları yol yüzeyinde hedef bir noktaya düşük enerjili devamlı bir mikrodalga ışını gönderir ve yansıyan sinyali çözümler. Aygıt araç geçtiği sırada dalgaların frekansındaki değişimi kaydeder. Doppler prensibine göre, algılayıcıdan yayılan radar ışını hareket

eden bir nesne tarafından yansıtıldığında; yansıyan ışının frekansı, yansıtan nesnenin hızı oranında değişir. Bu durum aygıtın, nesneyi ve hızını algılamasını sağlar. Doppler mikrodalgası kullanan algılayıcılar, trafik kontrolörünün işlemini tetikleyici olarak kullanılırlar. Bu nedenle tepe konumuna yerleştirilirler.

Radar (radio detecting and ranging) uzaktaki nesnelerin konumunun ve hızının belirlenmesinde kullanılır. Araç algılanmasında, aygıt yola yüksek frekanslı ya atımlı, frekans ayarlı ya da faz ayarlı radyo dalgaları yollar, bu dalgaların dönüş süresini hesaplayarak algılanan aracın uzaklığını belirler. Radar aygıtları durağan araçları da algılayabilir. Hava şartlarından etkilenmezler, gündüz ve gece kullanım sağlarlar. Yol kenarında bankette konumlandırılırlar. Bu teknoloji araç sayısı, hızı, sınıflandırma gibi verileri kaydetmeye elverişlidir.

g) *Ultrasonik ve Pasif Akustik (Ultrasonic and Passive Aquistic)*: Ultrasonik aygıtlar, ultrasonik ses dalgaları yayıp, sinyalin dönüş süresini ölçerler. Ses dalgası geçen bir araçtan yansıdığına, yol yüzeyinden yansımından daha erken bir sürede aygıtta geri döner. Süredeki bu azalma aracın varlığına işaret eder. Ultrasonik aygıtlar trafik akışının üzerinde konumlandırılır.

Pasif akustik aygıtlar, ses dalgalarını daha değişik bir biçimde kullanırlar. Bu sistemler trafik akışına doğru yönlendirilmiş çeşitli mikrofonlardan oluşur. Aygıt, algılama alanından geçen aracın sesini algılar. Daha sonra bu sesi daha önceden tanımlanmış ses örnekleriyle karşılaştırır ve aracı sınıflandırır. Birincil ses kaynağı, aracın tekerlerinin yol yüzeyine temas ettiği zaman doğan gürültüdür. Bu aygıtlar, aracın tekerlek izlerine yönelecek şekilde yol kenarında konumlandırılır.

h) *Video Görüntüsü Algılama (Video Perception)*: Video görüntüsü algılama aygıtları, bir kameradan elde edilen görüntüyü çözümlmek için bir mikro işlemci kullanılırlar. Trafik verilerini kaydetmek için iki teknik kullanılır; güzergah çizgisi ve izleme teknikleri. Güzergah çizgisi tekniğinde; yoldaki belli bölgeler araç varlığını belirlemek için izlenir. Video izleme tekniğindeyse görüntü alanından geçen araçlar algoritmalar kullanılarak algılanır. Değişik üretici firmaların teknolojileri bu

tekniklerden birini ya da ikisini de kullanabilmektedir. Video görüntü algılayıcılarının en uygun yerleştirilme yeri, trafik akışının görüntüsünün herhangi bir engelle kesilmeyeceği şeritlerin tam üzeri olmalıdır. Şeridin yanında konumlandırmak da olasıdır fakat büyük araçlar algılama alanının görüntülenmesini engelleyebilmektedir. Kurulum yüksekliği istenilen şerit kapsama alanına göre değişir ve genelde yoldan 1 - 1.8 m (35 – 60 feet) yukarıdadır.

i) *Fotoelektrik Aygıt (Photo-Electrical Machine)*: Yol yüzeyi kotundan daha yükseğe yerleştirilen bir aygıttır. Aygıtın sürekli olarak gönderdiği ışığın önünden araç geçtikçe ışık kesilmekte ve bu sayede aygıt sayım yapmaktadır.

j) *Manyetik Aygıt (Magnetic Machine)*: Her şeritte olacak şekilde, yol yüzeyinin altına yerleştirilen sensörlerin oluşturduğu manyetik alan, her araç geçişinde bozulur. Manyetik alanın bozulmasıyla oluşan sinyaller, sensörlere bağlı kablolar vasıtasıyla bilgisayarlara iletilebilmektedir. Her araç için oluşan sinyaller daha önceden belirlenerek ve bilgisayarlara tanıtılmaktadır.

Bu aygıtın detektörler; sayımın amacı, detektörün tipi, sayılacak taşıt veya yayanın türü veya tesisatın türü gibi çeşitli kriterlere göre yerleştirilmektedir. Bu detektörlerde kullanılmak üzere üç tip kaydedici kullanılmaktadır:

- Printed Type: Detektörden gelen sinyaller bir kütükte toplanmakta ve belli zaman dilimleri için sinyallerin ifade ettiği sayımların çıktısı alınmaktadır.
- Circular Graphical Charts: 5, 10, 15, 20, 30, 60 dakika, 24 saat ve 7 günlük sayım periyotları için 1000 taşıta kadar sayımlar kaydedilebilmektedir.
- Özel Bilgisayar Teypleri: Bilgisayar yardımıyla bilgilerin yazıldığı nokta vuruşlu kortlar üretirler.

Mekanik sayımların birçok avantajı bulunmaktadır; ekonomik olarak daha uygun olup, uzun süreli değişim, gelişim ve eğilim verileri sağlamakta ve yol tipleri ile eşzamanlı tekerlek geçişlerinin hata olasılığı oldukça düşüktür.

Bunun yanında mekanik sayımların bazı dezavantajları da vardır; dönüş hareketleri ve taşıt sınıflandırılması elde edememekte, devamlı bakıma ihtiyaç duymakta, aygıtın arızalandığı zamanlara ait bilgilerin tespit olanağı bulunmamakta, bazı detektörlerin doğru hacmi elde edebilmesi için üç ya da daha fazla dingilli araçların kompozisyon yüzdelerinin bilinmesi gerekmektedir.

2.1.2. El sayımları (Manual observations)

Ölçüm noktasında, insan tarafından elle yapılan sayımlardır. Küçük hacimli trafik için bilgi formları, daha büyük hacimli trafik için mekanik el sayaçları kullanılmaktadır. Bu sayımlar; dönüş hareketleri, taşıt sınıflandırması, yer tutma (occupancy) çalışmaları ve yaya sayımları için yapılmaktadır.

Elle yapılan sayımlar insan tarafından yapıldığı için sınırlamalar vardır. Ayrıca bu sayımlar ekonomik olarak daha pahalıdır.

2.1.3. Hareketli araç metodu (floating car method)

Bu metot, çalışma yapılan alandaki trafik akışının hızlanması için bir test aracıyla gözlem yapma esasına dayanmaktadır. Yapılan çalışmanın içeriğine göre belirli sayıda test sürüşü yapılır. Yine çalışmanın amacına göre test aracı; araçlar arasında sollamalar yaparak, kendine ortalama bir hız tayin ederek veya trafiği etkilemeyecek bir limit hız tayin ederek hareket etmektedir. Bu sırada, test aracı içindeki gözlemciler çeşitli bilgileri kaydederler.

2.2. Türkiye Karayollarında Kullanılan Trafik Ölçüm Yöntem ve Cihazları

2.2.1. Golden River (Model: Retriever Elite)

Bu cihaz; günümüzde de kullanılmakta olan T.C.Karayolları Genel Müdürlüğü (TCK veya KGM)'nün sahip olduğu en eski ve su an az sayıda bulunan otomatik sayım

cihazıdır. Sadece taşıt sayımları yapmakta ama taşıt sınıflandırması yapmamaktadır. Bu cihaz; yol üzerine döşenen looplara bağlanarak mevsimsel ölçümler yapmaktadır.

2.2.2. Hareketli ağırlık ölçüm cihazı (Weigh-In-Motion (WIM))

Hareketli ağırlık ölçüm cihazı- Weigh-in-Motion (WIM); hareket halindeki taşıtların aks yüklerini ölçen ve daha önceden tanımlanmış kategorilere göre bu taşıtları sınıflayan bir ölçüm sistemidir. WIM teknolojisi, ABD eyalet otoyol ajansları tarafından kaplama yüklemelerini izlemek için hareket eden kamyonların ağırlıklarını ölçmede kullanılmaktadır. Bu teknolojinin geleneksel statik ölçüm yaklaşımına göre, verimlilik ve yarar açısından birçok avantajı vardır. WIM sistemlerinin karmaşıklığı nedeniyle, geçtiğimiz yıllarda bu sistemlerin uygulamaları aşamalı bir sürece yayılmıştır. Çeşitli eyaletler WIM sistemlerinin başarılı örneklerini uygulamış ve WIM teknolojisindeki en iyi uygulama biçimlerini belirleyecek bir WIM el kitabının hazırlanmasını önermektedirler. Bu yolla, eyalet uygulamalarında deneyimlerin paylaşımının kolaylaşacağı düşünülmektedir. Bu proje, genel trafik denetimi programı kapsamında WIM verileri toplayan ve düzenleyen eyaletlere yol gösterme sorumluluğu bulunan FHWA Otoyol Bilgi Yönetimi Ofisi tarafından üstlenilmiştir. FHWA' nın, eyaletlerin kullandığı teknoloji ve uygulamaları anlatan diğer teknik el kitaplarına benzeyen bu proje, WIM kullanımında eyaletler tarafından gerçekleştirilen en iyi uygulamaları bir WIM el kitabında sentezlemiştir.

WIM sistemleri aşağıdaki uygulamalarda kullanılmaktadır;

- İstatistiksel trafik verilerinin toplanması,
- Ticari taşıt yaptırımlarına destek,
- Trafik yönetimi,
- Yol ve köprü maliyetlerinin ödeneğinin belirlenmesi.

Yük sınırlama yasakları, yollardaki büyük ticari trafik hacmi nedeniyle aşılmaktadır. Bunun engellenmesinde WIM çok büyük kolaylıklar sağlamaktadır. WIM sistemine yapılan yatırımın geri ödemesi olan üç faktör vardır;

- Denetimin artmasıyla tüm otoyolların güvenliği artmaktadır,
- Yol yüzeylerinin hasar görmesinin başlıca sebebi olan aşırı yüklü kamyonların engellenmesiyle yolların kullanımı ve eskimesi azaltılmakta, böylece hasarlı yolların tamiri için ayrılması gereken bütçe de azalmaktadır,
- Ticari trafiğin akışının geliştirilmesiyle, tüm trafiğin daha düzenli ve hızlı akması sağlanmaktadır.

WIM' in Parçaları

Genel olarak WIM sistemi üç kısma ayrılır; uygun bir tartım cihazı (ağırlık sensörü), veri toplama birimi (ağırlık sensörü arayüz kartı) ve bilgisayar programı. Birinci parça, ağırlık ve aks pedleri gibi uygun bir tartım cihazıdır. Bu cihazlardan gelen çıktı sinyali, voltaj sinyalini bilgisayarın kullanabileceği duruma getiren çok hızlı bir A/D dönüştürücüsü olan ikinci bir cihaz tarafından beslenir. Üçüncü parça, tartım sensörleri üzerinden geçen ağırlığı belirleyen bir bilgisayar yazılımıdır.

Tipik bir WIM sisteminin kurulma ve kullanma aşamalarının sırası şöyledir;

- 1) Tartım donanımlarının kurulması ve bilgisayara bağlanması,
- 2) WIM programının kurulması, tartma parametrelerinin girilmesi (ağırlık birimleri, ped genişliği vb.)
- 3) Tartma şeklinin dinamiğe çevrilmesi,
- 4) Programın çalışması,
- 5) Herhangi görüntünün kontrolü.

Ekonomilerdeki büyüme ile birlikte ortaya çıkan ticari taşıt trafiğindeki artış, yük sınırlama yasaklarının çiğnenmesini de beraberinde getirmiştir. Birçok ülkede, WIM' in aşırı yüklü araçları tespit etme özelliği vasıtasıyla, ticari taşıtların ağırlık kontrolü

etkinliğinin arttırılması hedeflenmiştir. Bazı ülkeler ise WIM' i direkt olarak yaptırım için kullanmışlardır.

Tayvan'da, 90'ların başında, yüksek hızlı(high speed) ve portatif düşük hızlı WIM' ler aşırı yüklemekten dolayı köprülerde meydana gelen zararları önleme amacıyla kurulmuştur. Yüksek hızlı WIM sistemleri başarılı olmakla birlikte her yerde kurulamayacağı için, aynı amaca hizmet etmek için portatif düşük hızlı WIM' ler kullanılmıştır. Kurulan sistemler, WIM' i gören kameralarla birlikte doğrudan yaptırım amacıyla kullanılmaktadır.

Çin'de yaklaşık 30 tane WIM kuruludur. Çin'de WIM uygulamalarının birincil hedefi, köprü güvenliğini sağlamaktır. Bunun için iki çeşit WIM, köprüden önce otoyola yerleştirilmektedir. Birincisi; aks açıklığı, aks ağırlığı ve araç hızı gibi bilgileri tespit eden yüksek hızlı WIM' dir. Tespit edilen bilgilere göre, şüpheli taşıtlar düşük hızlı ikinci WIM sistemine bildirilir. Buradaki elektronik panel ile taşıt sürücüsü uyarılarak, taşıtın buraya girerek kontrol edilmesi sağlanır. Ön görüntüleme ve yaptırımın bir arada uygulanması ilk olarak Çin'de gerçekleştirilmiştir. Bu sistemin bir benzeri Güney Kore'de de uygulanmaktadır.

Çoğu Asya ülkesi, aşırı yüklü taşıtların ön izlemesi ve köprü işletim amaçlarında kullanmak üzere WIM sistemlerini hazır olarak dış ülkelere ithal etmektedirler. Portatif WIM sistemlerinin yanında yüksek hızlı(high speed) ve düşük hızlı(low speed) WIM sistemleri yıllardan beri bu ülkelerde kullanılmaktadır. Bu ülkelerde WIM sensörleri kullanmanın başlıca amaçları, aşırı yüklü araçların ön görüntülenmesi(pre-screening), köprü yönetimi ve araç ağırlık verileri toplamaktır. Çoğu Asya ülkesi kendi WIM standartlarını geliştirememiş, Amerika'nın(ASTM) ve Avrupa'nın (MALİYET323) standartlarını kullanmaktadır.

WIM' in Çalışma Biçimi

a) Yaklaşım (Approach)

WIM sistemlerinde yapılan ilk iş anayol üzerindeki ticari trafiği ağırlık ölçüm istasyonlarına yönlendirmektir. Bir araç için yönlendirme işlemi aşağıdaki resimlerde görüldüğü şekilde gerçekleştirilmektedir (Resim 2.2) [1].



Resim 2.1. Anayol üzerindeki WIM istasyonu [1]



Resim 2.2. Anayol üzerindeki WIM istasyonuna yönlendirilen araçlar [1]

b) Weigh in motion

Tüm kamyonlar Brechbuhler weigh in motion istasyonlarından ve sensörlü döngülerden geçerler. Ağırlık ölçüm cihazları 55 km/s hızına kadar olan durumlar için %98 lik doğruluğa sahip ölçüm yaparlar. Daha sonra elde edilen bilgiler ölçüm istasyonuna 1 saniye içinde iletilir. Bu bilgiler dingil ağırlıkları, dingil aralıkları, hız, brüt ağırlık ve aracın yüksekliği ile ilgili bilgilerdir.



Resim 2.3. Anayol üzerindeki WIM istasyonuna yönlendirilen araçların sensör geçişleri ve tartımı [1]

c) Ayırma (Sorting)

WIM sistemi, sensörlerden elde edilen bilgilere göre trafiği iki şeritten birine yönlendirir. İzin verilen ağırlık, hız ve yükseklik sınırını aşan kamyonlar ise durgun olan şeride aktarılır. Gerekli sınır şartları içinde kalan kamyonlar ise karayoluna aktarılmak üzere by-pass şeridine yönlendirilirler. Ayırma özelliğiyle tartım istasyonları daha büyük hacimli trafik yoğunluğu sağlarlar [1].



Resim 2.4. Anayol üzerindeki WIM istasyonunda tartılan araçların kontrolü [1]

d) By-Pass Şeridi (By Pass Lane)

Eyalet ve lokal düzenlemelere göre yeterlilik sağlayan kamyonlar bu şeride yönlendirilirler. Bu araçlar hiç durdurulmadan anayola yönlendirilirler. Bu uygulama sayesinde ölçüm yapan görevliler dikkatlerini sadece gerekli sınırlar içinde kalmayan araçlar üzerine yoğunlaştırırlar.



Resim 2.5. Anayol üzerindeki WIM istasyonunda kontrolden geçen araçların ayrılması [1]



Resim 2.6. Anayol üzerindeki WIM istasyonunda yeterliliği sağlayan araçların yönlendirildiği By-Pass şeridi [1]

e) Durgun Şerit (Static Lane)

Statik tartı aletleri her WIM sistemi için gerekli bir elemandır. Bu tartılar ticari olarak uygun olmalıdırlar. Brecbuhler 1929'dan bu yana kamyon tartıları satışı ve hizmetiyle uğraşmaktadır.



Resim 2.7. Anayol üzerindeki WIM istasyonundaki durgun şerit [1]

f) Ölçüm Evi (Scale House)

Ağırlık ölçümü yapan görevliler işlerini daha verimli yapmak için gerçek yaşamdaki verileri alırlar. Buna göre her bir kamyonun dingil ağırlığı, brüt ağırlığı, dingil aralığı, yüksekliği ve hızıyla ilgili bilgiler bilgisayar ekranına kırmızı içine alınarak yerleştirilir. Böylece araç statik tartıda kontrolden geçerken ölçüm elemanları bozulmuş veriler üzerine yoğunlaşabilirler. Statik tartı aletinden alınan sonuçlar ölçüm görevlilerine bozulma hakkında bilgi verirler.



Resim 2.8. Anayol üzerindeki WIM istasyonundaki ölçüm aleti



Resim 2.9. Anayol üzerindeki WIM istasyonundaki ölçüm yapılan araçların verilerinin bilgisayara aktarılması



Resim 2.10. Anayol üzerindeki WIM istasyonundaki ölçüm evi

g) *Çıkış (Exit)*

Bu kısımda WIM sistemini bir bütün olarak görmek mümkündür. Buna göre istasyondan bir saat içinde kaç adet kamyon geçtiği gözlemlenebilir.

Ağırlık ölçümünün amacı karayollarını iyi konumda tutmak ve tüm sürücülerin güvende kalmasını sağlamaktır. WIM sistemleri bu amaçları gerçeğe dönüştürmeye yardım eder.



Resim 2.11. Anayol üzerindeki WIM istasyonundaki çıkış [1]



Resim 2.12. Anayol üzerindeki WIM istasyonunda ölçümü tamamlanmış aracın çıkışı [1]

Türkiye’de WIM Çalışmaları

Ülkemizdeki WIM çalışmaları, TCK tarafından 20 noktada sabit yerleşik istasyonlarda yapılmaktadır. Bu 20 istasyondan bazılarında kurulum ve bakım çalışmaları halen devam etmektedir. Yerleşik olan bu istasyonlar; Ankara-Gerede otoyolunda 04.12.2000 tarihinde kurulan Cankurtaran İstasyonu, Ankara-Sivrihisar devlet yolunda 25.05.2000 tarihinde kurulan Sivrihisar İstasyonu, Aydın-Denizli devlet yolunda 11.05.2000 tarihinde kurulan Kuyucak İstasyonu, Antalya-Alanya devlet yolunda 26.07.2000 tarihinde kurulan Antalya İstasyonu, İzmir-Uşak yolunda 17.05.2000 tarihinde kurulan Gökçeören İstasyonu, Ankara-Eskişehir devlet yolunda 01.02.2000 tarihinde kurulan Gültekin İstasyonu, Bursa-Yalova devlet yolunda 20.07.2000 tarihinde kurulan Orhangazi İstasyonu, 15.10.2002 tarihinde kurulan Sivas İstasyonu, Bursa-Yalova devlet yolunda 21.07.2000 tarihinde kurulan Balıkesir İstasyonu, Adapazarı-Düzce devlet yolunda Temmuz 2001 tarihinde kurulan Adapazarı İstasyonu, Kurşunlu-Ilgaz devlet yolunda 07.07.2000 tarihinde kurulan Ilgaz İstasyonu, Terme-Ünye yolunda 25.09.2000 tarihinde kurulan Ünye İstasyonu, Ankara-Delice devlet yolunda 01.05.1999 tarihinde kurulan Ballışeyh İstasyonu, Ankara-Kulu devlet yolunda 27.04.1999 tarihinde kurulan Bezirhane İstasyonu, 26.09.2002 tarihinde kurulan Erzurum İstasyonu ve Ulukışla-Pozantı devlet yolunda 11.01.2001 tarihinde kurulan Ulukışla İstasyonudur (1).

Ölçüm istasyonları, her bir şeritten geçen araçların dingil ağırlıklarını, hızlarını ve daha önceden tanımlanmış 36 farklı araç ve bu araçların sınıflandırıldığı 14 adet kategoriye göre taşıt türlerini belirlemektedir. Bu işlemler mekanik yöntemlerle yapılmakta ve elde edilen ham veriler istasyonlardaki bilgisayarlara kaydedilmektedir. Bilgisayarlardaki ham veriler, belirli periyotlarla merkezi bilgisayarlara aktarılmakta ve bir program vasıtası ile derlenmekte ve kaydedilmektedir. Bu derleme ve kayıt işlemi, günlük, aylık ve yıllık toplam araç trafiği bilgilerinin 3 ayrı dosya altında toplanması ile yapılmaktadır.

Günlük dosyalar;

- Genel rapor

- Taşıt türlerine göre saatlik ortalama hız
- Saatlik trafik hacmi kısımlarını içermektedir.

Aylık dosyalar;

- Taşıt türlerine göre trafik hacmi
- Taşıt türlerine göre ortalama hız
- Saatlik trafik hacmi
- Taşıt türlerine göre ortalama ağırlık
- Taşıt türlerine göre taşınan yük
- Dingillerin ağırlığına göre hacim
- Ağırlık sınıflarına göre trafik hacmi kısımlarını içermektedir.

Yıllık dosyalar;

- Taşıt türlerine göre trafik hacmi
- Taşıt türlerine göre hız
- Saatlik trafik hacmi
- Taşıt türlerine göre ortalama ağırlık
- Taşıt türlerine göre taşınan yük
- Dingil ağırlığına göre hacim
- Ağırlık sınıfına göre trafik hacmi
- Agresivite kısımlarını içermektedir.

Ülkemizde WIM bilgileri, öngörüntüleme ve yaptırımdan ziyade tasarım, uygulama, araştırma ve trafik planlaması için trafik hacim bilgilerinin elde edilmesi amacıyla yapılmaktadır. Özellikle üstyapı tasarımlarında birincil öneme sahip trafik kompozisyon ve hacmiyle ilgili bilgilerin temini için WIM istasyonları kullanılmaktadır. Bunun yanında, ülkemizdeki kazaların analizinde WIM verilerinden de faydalanılmaktadır. Devlet yollarındaki WIM istasyonlarının yer aldığı kesimlerde meydana gelen trafik kazaları, WIM sayesinde taşıt sınıflarına göre incelenebilmektedir. İstasyonların bulunduğu kesimlerde, araç cinslerine göre taşıtların toplam taşıt içindeki yüzdeleri ve kaza meydana gelen günlerdeki toplam

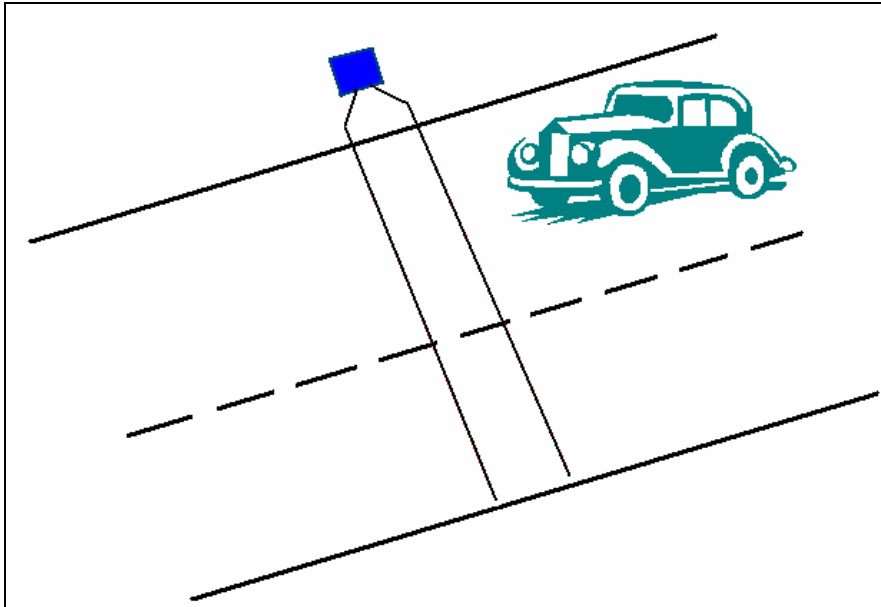
trafiğin mevsimsel ortalama günlük trafiğe göre artış oranı gibi bilgiler edinilebilmekte, bunların kazalar üzerindeki etkileri incelenebilmektedir.

2.2.3. Metrocount otomatik sayım ve sınıflandırma cihazı

Çalışma Biçimi

Şekil 2.1' den görüleceği gibi, yola belirli bir aralıkla döşenen iki aks sensörü (havalı hortum) üzerinden taşıt geçtiğinde cihaza sinyal (hava basıncı darbesi) göndermektedir. Bu sinyaller yol kenarı cihazı tarafından kaydedilmektedir.

Kaydedilen bu hava darbeleri; her iki sensördeki hava basıncı arasında geçen süre ve hortumlar arası mesafeye göre temel fizik kuralları yardımıyla hıza ve belirlenen sınıflandırma şeması kullanılarak da taşıt sınıflarına dönüşmektedir. Taşıt sınıflandırmaları aks sayısına, aks mesafelerine ve bazen de aks gruplarına göre gerçekleştirilmektedir.



Şekil 2.1. Metrocount OTSS cihazı ve yola döşeme şekli

Metrocount Yazılımı

Metrocount bilgisayar programı 4 ana bileşenden oluşmaktadır. Bunlar:

MCTools – Sistem bilgilerini denetler.

MCSerLite – El bilgisayarı yoluyla cihazın kurulumunu, kontrolünü ve veri aktarılmasını sağlar.

MCFiler – Masaüstü bilgisayarına aktarılan veri dosyalarının düzenlenmesini sağlar.

MC Report – Masaüstü bilgisayarına aktarılan verilerin analiz edilmesini, raporlara ve grafiklere dönüştürülmesini sağlar.

Metrocount' un Montajı

1) Ekipmanlar

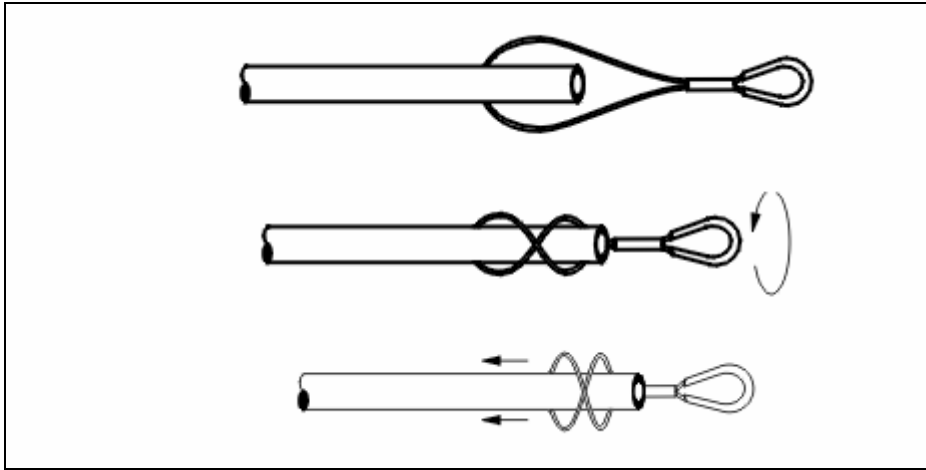
- Sınıflandırma Cihazı
- Havalı hortum
- Çiviler
- Çelik Kelepçeler
- Sabitleme Kuşakları (duruma göre)
- Ziftli Bant (duruma göre)

2) Önerilen Araçlar

- Muhafaza Kutusu
- Metre ya da 1metrelik şablon
- Çekiç
- Çivi sökme levyesi
- Betoncu Kerpeteni
- Hortumu kesmek için bıçak

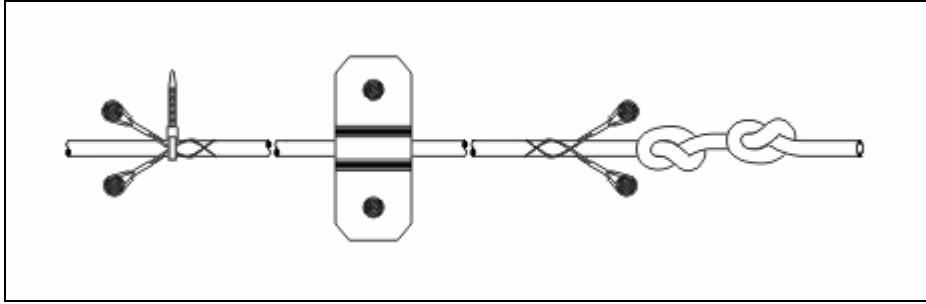
3) Montaj

- Etüt yapılacak yolu incelenerek cihaz için en güvenli nokta seçilmelidir.
- Yol güvenliğini sağlamak için gerekli bütün önlemleri alınmalıdır.
- Eşit boyda iki hortum hazırlanır. Hortumların boyları şerit ya da şeritleri kaplayacak ve cihazla bağlantı sağlayacak kadar uzun olmalıdır.
- İki adet çelik kelepçeyi "8" yaparak ilk hortumun ucundan geçirilmeli ve hortumun bir ucu düğümlenmelidir.



Şekil 2.2. Cihaz hortum bağlama aşamaları

- Hortumun düğümlü ucunda çivileri kelepçenin gözünden geçirerek yola 45 derecelik açıyla yol kenarına çakılmalıdır.
- Hortumu yola dik olarak serilmelidir.
- Hortumun diğer ucu cihazı yerleştirileceği kenara doğru çekilmelidir.
- İki adet çelik kelepçe "8" şeklinde hortumun bu ucundan da geçirilmelidir. Hortumu uzunluğunun %10'u kadar gerdirerek çivileri çakılmalıdır.
- Hortum, tek şerit sayımı yapılıyorsa şeridin ortasında, çift şerit sayımı yapılıyorsa iki şeridin ortasında, sabitleme kuşakları çakılarak sabitlenmelidir.



Şekil 2.3. Hortumun kuşakla bağlanması

- Yola monte edilen hortumun 1 metre uzağına ve paralel olarak ikinci hortum adım 4-9'i tekrar ederek monte edilmelidir.
- Hortumların gerdirildikten sonra boşta kalan kısımlarının birbirine eşit olduğundan emin olunmalı ve değilse gerdirme ya da gevşetme yaparak hortum boyları eşitlenmelidir.
- Hortumların uçlarını cihazın A ve B girişlerine takılmalıdır.
- Hortum üzerinden taşıt geçtiğinde A ve B girişleri üzerindeki ışıkların yanıp yanmadığı kontrol edilmelidir. Yanmaması, hortumda hava darbesinin algılanmadığını gösterir. Bu durumda hortumun sağlamlığı ve girişe tam oturup oturmadığı kontrol edilmelidir.
- Kelepçelerin, hortumu fazla sıkıp hava geçişini engellemesini önlenmelidir.

4) Montaj Sırasında Uyulması Gereken Hususlar

- Hortumlar arası mesafenin 1m'den farklı olması yanlış taşıt hızları vermektedir.
- Hatalı mesafe, sınıflandırmalarda hataya sebep olmaktadır.
- Hortumların yola dik ve birbirine tam paralel döşenmemesi hatalı aks sayımına neden olmaktadır.
- Gevşek bırakılmış hortum, taşıt geçişinde zıplama yaparak hatalı aks sayımına neden olmaktadır.
- Hortum uçlarındaki düğümlerin sıkı olmaması etüt esnasında açılmalarına, hortum içine su girmesine, böylece hava darbesi oluşmamasına, yani cihazın sayım yapamamasına sebep olmaktadır.
- Eşitlenmemiş hortum boyları sınıflandırmalarda hataya sebep olmaktadır.

2.2.4. Golden River otomatik sabit sayım ve sınıflandırma cihazı (Marksman)

Cihazın Tanıtımı

Goldenriver Trafik'in TMU (Trafik İzleme Birimi) ağı yol kenarlarında konuşlanmış cihazların Haberleşme Bilgi Merkezi (CIC) ile iletişime geçtiği bir sistemdir. TMU cihazı Goldenriver Trafik'in tanınmış Marksman M661 sınıflandırma/sayma cihazını temel almıştır. Marksman ünitelerinin düşük güç harcamaları nedeniyle TMU'lar dışarıdan bir şebeke voltajına ihtiyaç duymadan, güneş enerjisi modülüyle bütün bir yıl çalışabilmektedir. Veri aktarımı GPRS (General Packet-switched Radio Service) denilen ve GSM operatörlerince sağlanan, bir ağ haberleşme altyapısıdır. Bu nedenle TMU şebekesi data ve güç için hiçbir kablolamaya ihtiyaç duymadan, ekonomik olarak kurulup işletilebilmektedir. CIC'in merkeze verileri toplaması sık aralıklarla yapıldığından, akan trafik ile ilgili bilgiler gerçek zamana yakın bir şekilde izlenebilmektedir. Gelen bu verilere göre CIC yazılımı, e-posta, SMS ile alarm durumlarını iletme veya opsiyonel olarak uzaktan cadde ışıklarının yakılması gibi işlemleri yapacak şekilde ayarlanabilmektedir. Her ne kadar, bu tip uzaktan kontrollü işler TMU şebekesinin ana amacını teşkil etmemekle beraber, bunlar da bir istasyon gibi yazılıma tanıtılabilmektedir. Böylece tek bir yazılımla bütün izleme faaliyetleri görüntülenebilmektedir.

CIC Yazılımı Tanıtımı

1) Yazılımın Görevleri

Haberleşme Bilgi Merkezi (CIC) yazılımı birçok görevi yerine getirmektedir. Kullanıcının seçtiği opsiyonlara bağlı olarak bu işlevler aşağıdaki şekildedir;

- 200 adete kadar TMU' dan trafik verilerinin toplanması
- TMU' nun durumunun sorgulanması
- TMU veya diğer istasyonlardan gelen gerçek zamanlı bilginin gösterilmesi
- Şebeke hatası oluştuğunda e-posta veya SMS ile mesaj gönderimi

- Harici yazılımların kullanımı için gelen verileri uygun şekilde dosyalaması
- İlave özel istasyonların kontrol edilmesi

2) Yazılımın Yapısı

CIC yazılımının başarılı bir şekilde çalışmaya devam edebilmesi için aşağıda açıklanan yapının doğru anlaşılması önemlidir. CIC yazılımı Windows 2000 veya daha ileri bir sürümdeki işletim sisteminin üzerinde çalışır. Yazılımı 3 katmana bölünmüştür;

1. *Sürücüler*: Windows işletim sistemi başlarken, otomatik olarak “Windows NT Servisi” olarak yüklenirler.
2. *Kullanıcı tarafından başlatılan ve yukarıdaki temel servisleri kullanan Yönetimsel uygulamalar*: Haberleşme Yöneticisi (Communications Manager), isteğe göre E-Posta Yöneticisi, SMS Yöneticisi, Veri İşleme ve Aydınlatma SMS Yöneticisi.
3. *Yukarıda anılan Yönetimsel uygulamaların Grafik Kullanıcı Arayüzleri (GUI)*: Normal koşullarda bu arayüzler CIC GUI'nin üzerinden ulaşılabilir Goldenriver yazılımı devreye alınırken ve ayarlamalar esnasında, gerekli olan sürücüler otomatik olarak yüklenirler. “Windows NT Servisi” olarak yüklendiklerinden sonrasında ortaya çıkacak hatalar sistemin otomatik olarak tekrar başlatılmasına sebep olacaktır. Yönetimsel Uygulamalar da, son kullanıcıya kolaylık sağlaması bakımından, genellikle başlama esnasında otomatik olarak yüklensinler diye ayarlanır. Ancak, bu bir koşul değildir. Bu uygulamalar istenilen zamanlarda kapatılıp tekrar açılabilirler. GUI uygulamaları bağlı oldukları Yönetici ile otomatik olarak başlar. CIC'in GUI'si tüm diğer etken yönetimsel uygulamaları ve onların GUI'lerini kendi ana menüsünden erişilebilir şekilde toplar.

Cihaz Kurulumunda Yer Seçim Şartları

- Ortalama 500m öncesi ve sonrası düz olmalıdır,
- Kavşak veya viraj gibi etkileşimlerden en az 500m uzakta olmalıdır,
- Lopların 150m civarında yüksek enerji hattı (>380 V) olmamalıdır,

- Direğin yeri benzer bir düz alan veya hafif tümsek olmalıdır,
- Direk yoldan en az 5m, en fazla 10m uzakta olmalıdır,
- Güneş paneline gölge düşmemeli, güneye bakmalıdır,
- Benzin istasyonları gibi mekanların önü veya yakını tercih edilmelidir,
- Temel kriter, şerit disiplinine uyulacak bir yer seçilmelidir,
- GSM sinyal seviyesi -85 veya daha büyük olmalıdır,
- Direğin yola göre yer seçiminde tercih her zaman; yol doğu-batı doğrultusunda güneyde, yol kuzey-güney doğrultusunda batı tarafında olmalıdır.

Manyetik Döngülerin Döşenmesi

- Loop yoldan ve ortadaki çizgiden 90 cm ötede olmalıdır,
- Loopun eni asgari 200 cm olmalı, trafik yönündeki boyu ise her zaman 200 cm olmalıdır,
- Loplar 6 mm en ve kesme derinliği 7 cm ile 9 cm arasınca olmalıdır,
- Loop kesimlerinde, trafiğe dik olan kenarların paralellikleri en çok dikkat edilmesi gereken noktadır,
- Looplar 200 cm x 200 cm boyutlarında olmalı, aynı şeritteki iki loopun arası da 200-250 cm arasında olmalıdır,
- Her loopa döşenecek kablo sayısı 4' tür. Burulma 8-12 büküm/m dir,
- Loop kablo direnci 5 ohm'dan küçük olmalıdır. Toprakla lopun bir ucu arasındaki direnç 1000 ohm'dan büyük olmalıdır,
- Her loop kablosu mutlaka ucundan etiketlenmelidir,
- Çukurda kaide toprak seviyesinden en az 10 cm yukarıda olmalıdır.

2.3. Türkiye' de Kullanılan Kontrol Kesim Sistemi

5539 Sayılı Karayolları Genel Müdürlüğü Kuruluş ve Görevleri hakkındaki kanunu 15. Maddesinde “Yol Ağları “ tarif edilmektedir. Bu maddeye göre ülkemizde TCK bünyesindeki yollar;

Otoyollar, devlet yolları ve il yolları olmak üzere 3 sınıfa ayrılmıştır. Bu üç sınıfa ait yollar fiziki, geometrik yapı ve fonksiyon olarak birbirinden önemli farklılıklar gösterebilmektedir.

Geçmiş yıllardan itibaren üç farklı sınıf yol; oluşturulan numaralama sistemi ile birbirinden ayrılmış, zamanla artan iş hacmi ve ihtisaslaşma nedeniyle, ilk kurulan sistem çeşitli yıllarda yeniden düzenlenerek geliştirilmiştir.

1977 yılında yapılan çalışmayla Devlet Yolları Kontrol Kesim Sistemi için Avrupa Ekonomik Komisyonu (AEK), İç Ulaşım Komisyonunda sürdürülen (E) Yolları çalışmasında kullanılan Grid sistemi benimsenmiştir.

Kontrol Kesim ayırmalarında başlıca aşağıdaki kriterler göz önüne alınmaktadır.

- İl Sınırları
- Önemli Kavşaklar
- Kesimlerin Birbirini Kesmemesi

Bu kriterlere göre yapılan Kontrol Kesim ayırma ve numaralama sistemi Otoyol, Devlet ve İl Yolu olarak aşağıda verilmiştir.

2.3.1. Otoyol kontrol kesim sistemi

Otoyol Kontrol Kesim Sisteminde büyük yerleşim yerleri esas olarak alınmıştır.

Kullanılacak numaraların en çok iki rakamlı olması için uygun sayıda büyük kent seçilmiş ve bu kentlere numaralar verilmiştir.

Büyük kentleri birbirine bağlayan otoyolları bir bütün olarak almaya özen gösterilmiştir. Örneğin; İstanbul-Ankara Otoyolu O-4 olarak belirlenmiştir.

Otoyol alt kesimlerinin belirlenmesinde kavşaklar ve il sınırları esas alınmıştır.

Ayrıca, otoyollarda ancak köprülü kavşak ile giriş ve çıkış sağlanması nedeniyle sürücülerin bilgilendirilmesi açısından kavşaklar da kendi kesimi içerisinde kavşak numarası verilmiştir.

2.3.2. Devlet yolu kontrol kesim sistemi

TCK sorumluluğu altında bulunan Devlet Yolları üzerinde, öncelikle ana hatlar belirlenmiş, sonra bu hatlar içinde Batı-Doğu ve Kuzey-Güney bağlantılarını sağlayacak, her biri için beş hat tespit edilerek Grid sistemi oluşturulmuştur.

Bu hatlardan Batı-Doğu istikametinde olanlara 010, 100, 200, 300, 400 hat numaraları, Kuzey-Güney istikametindekilere ise 550, 650, 750, 850, 950 numaraları verilmiştir.

Grid sistemini oluşturan ana hatların arasında kalan yolların Kuzey-Güney istikametinde olanlarına sonu 5, Batı-Doğu istikametinde olanlarına sonu 0 ile biten numaralar verilerek sistem kurulmuştur. Bu numaralama işlemlerinin yetersiz kaldığı bölgelerde Batı-Doğu yönündeki yollara sonu çift rakamla, Kuzey-Güney yönündeki yollara ise sonu tek rakamla biten hat numaraları verilerek sistem tamamlanmıştır.

Hat numaraları verildikten sonra il sınırları, önemli kavşaklar belirlenerek kesimler ayrılmış, hattın başlangıcından itibaren kesimler sıralı olarak, tekrar numaralandırılmıştır.

Örneğin Çanakkale'den Refahiye'ye uzanan hat, Batı-Doğu istikametinde olduğu için 200 Numarayı almıştır. Bu hattın kesimleri, Çanakkale'den itibaren 100 km. uzunluğu aşmamak ve iki basamaklı olmak üzere 01-23 olarak numaralandırılmıştır. Haritada verilen numaraların ilk üç rakamı hat, son iki rakamı ise kesim numarasıdır.

2.3.3. İl yolu kontrol kesim sistemi

İl Yolları Kontrol Kesim Sisteminde il merkezleri temel olarak İl Merkezi (0,0) olmak üzere koordinat eksenleri belirlenmiş, bu eksenlerin ayırdığı 4 bölge %25lik dilimler halinde yani 1.Bölgede kalan yollara 01-24, 2.Bölgede kalanlara 25-49, 3.Bölgede kalanlara 50-74, 4.Bölgede kalanlara ise 75-99 arasındaki numaralar verilmiştir. Kontrol Kesim numarasının ilk iki rakamı il numarası, son iki rakamı yukarıda açıklanan kesim numarasıdır.

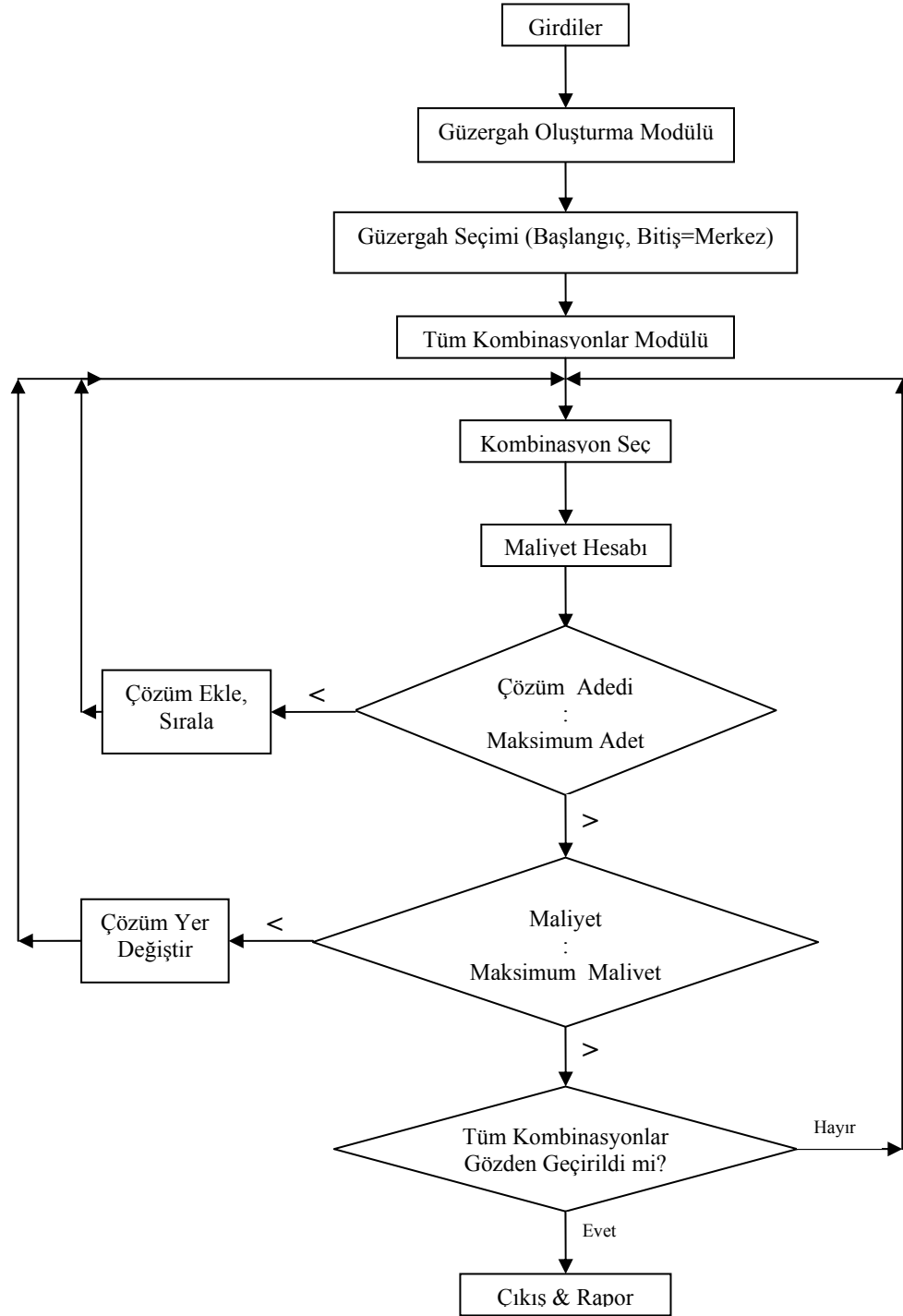
3. TRAFİK ÖLÇÜM VE CİHAZ ATAMA YAKLAŞIMLARI

Yol kesimi trafik ölçümlerinin tamamlanması, kullanılacak ve mevcut cihazların en verimli biçimde kullanılabilmesi ve mümkün olabildiğince çok noktayı ve/veya farklı mevsimlerde ve birden daha çok sayıda ölçümlerinin yapılmasında gerek trafik ölçüm programlamasının gerekse atanacak cihazların görevlendirmelerinin iyileştirilmesi veya daha hassas planlanması gerekmektedir.

Gerek yıl içerisindeki trafik karakterizasyonunun tespiti gerekse ölçüm yapılamayan mevsimlere ait trafik tahminlerinin daha sağlıklı elde edilmesinde ve kontrollerinde; tarihsel veri tabanının olabildiğince her mevsim, her ay ve her hafta için yapılmış yeterli sayıda trafik ölçüm değerlerine sahip olması da beklenmektedir. Bu bilgilerin derlenmesi de ölçümlerin farklı mevsimlerde yapılabilmesi kadar önemli görüldüğünden, cihaz verimliliği içerisinde fazla sayıda ölçüm yapma ihtiyacı da ortadadır.

Bu çalışmada; geliştirilmeye çalışılan yöntem ile hem tüm yol kesimlerinde trafik karakterizasyonunu açığa çıkaracak en az her mevsim 7 gün 24 saatlik ölçümlerin yapılabilmesi hem trafik sayım cihazlarının kullanım verimliliklerinin artırılması hem de tüm yol kesimleri için farklı hafta ve aylarda yapılabilecek mevsimsel ölçümler dışında fazladan yapılabilecek ölçümlerin de programlanması amaçlanmaktadır.

Bu amaca hizmet etmek üzere geliştirilmeye çalışılan yöntem veya yaklaşımın temel aşamaları Şekil 3.1' de sunulan akım şemasında genel olarak özetlenmektedir. Bu akım şemasında ana başlıklar ya da işlemler olarak belirtilen aşamalarda gerçekleştirilen, gözlenen, irdelenen ya da geliştirilen temel öğeler sırasıyla aşağıda açıklanmaktadır.



Şekil 3.1. Genel akım şeması

3.1. Girdiler

Öncelikle bölgenin ağ bilgileri ele alınmaktadır. Bölgedeki kontrol kesim noktaları, bu kesimler arasındaki bağlantılar, uzunlukları, merkez seçilecek nodül ya da kesim ve ölçülecek toplam kesim sayısı da belirlenmektedir. Ölçümler; başkaca herhangi bir giriş veya çıkış bulunmayan kesimlerin orta noktasında yapılmakta ve iki kesim arasındaki uzaklıklar her iki kesimin orta noktaları arasındaki mesafe olarak hesaplanmaktadır.

3.2. Görev Güzergahı Oluşturma

Görev güzergahı oluşturma veya geliştirme modülünde takip edilen ve tamamlanan işlemler; Şekil 3.2' de verilen genel akım şemasında sunulmaktadır. Bu aşamada birbiri ile bağlantılı olan nodül veya kesimler ard-arda eklenerek güzergahlar ve güzergah erişim maliyetleri hesaplanmaktadır. Akım şemasında görülen işlemler sırasıyla aşağıda açıklanmaktadır:

3.2.1. Merkezi belirle

Öncelikle cihazların depolanacağı, bakım ve onarımlarının yapıldığı ve gelen verilerin incelendiği bir merkez seçilmektedir. Cihazlar; merkez olarak kabul edilen bu noktada muhafaza edilmekte, görevlendirmeleri bu noktada başlamakta, cihaz bakımları bu merkezde yapılmakta ve ölçüm sonuçları bu noktada kontrol edilerek depolanmaktadır.

3.2.2. Bağlantı tarama

Kesimler arasındaki bağlantılar Bölüm 3.1' de belirtilen girdiler yardımıyla belirlenmektedir. Birbirleri ile bağlantılı olan kesimler 1, bağlantılı olmayan kesimler ise 0 olarak belirtilen bağlantı girdileri ile kesim uzunlukları kullanılarak bağlantılar arasındaki uzunluklar ayrıca hesaplanabilmekte ya da 0 veya 1 olarak bağlantı tanımlaması yapmak yerine bağlantısı bulunan nodül veya kesimler arasındaki

toplam mesafeyi içeren biçimde bağlantı olması durumunda 1 yerine bu mesafe kullanılabilir. Kesim numaralarında meydana gelebilecek herhangi bir karmaşayı önlemek için, bölgenin toplam kontrol kesim sayısı 100' ün altında ise 3 basamaklı, 100' ün üzerinde ve 1000' den küçük ise 4 basamaklı sayılar kullanmak suretiyle yeniden isimlendirilmektedir..

3.2.3. Bağlantı Ekle

Kesimler veya nodüller arasında 1 veya ara mesafe belirtilmesi yoluyla birbiri ile bağlantısı olduğu belirlenen kesimler peş peşe eklenerek olası güzergahlar oluşturulmaktadır. Bu herhangi tek bir nodüle bağlantısı olan diğer bir nodülün eklenmesiyle başlangıç-bitiş nodüllerinden oluşan bir güzergah olabileceği gibi, çok sayıda bağlantılı nodüllerle oluşturulmuş bir güzergahın son nodülüne bağlı diğer nodüllerin eklenerek yeni güzergahların oluşturulmasını da içermektedir.

3.2.4. Düğüm tekrarı kriteri

Güzergahlar oluşturulurken cihazların bir kesime belirlenen sayıdan çok uğraması engellenmektedir. Cihaz aynı kesimden çok fazla sayıda geçtiğinde maliyet artmakta, cihaz noktalar arasında sürekli zigzag yapmakta veya takılıp kalabilmektedir. Böyle bir durumun oluşmaması amaçlanmaktadır. Bu nedenle; maksimum nodül tekrar sayısı kullanılarak veya böyle bir kısıt yardımıyla bu durumun oluşması engellenebilmekte ya da bu durumun bertaraf edilmesi ya da kontrol altına alınması sağlanabilmektedir.

Şekil 3.3' de sunulan akım şemasında; düğüm tekrarı kriteri uygulanmaktadır. Öncelikle oluşturulan güzergahlardaki düğümler belirlenmekte olup her bir düğüm tekrarının önceden belirlenen sınırlamasına uygun olup olmadığı belirlenmekte, eğer sınırlanan değerden fazla ise bu güzergahlar oluşturulmaksızın değerlendirme dışı bırakılmaktadır. Tekrar şartı sağlanıyor ise, güzergah kaydedilmekte ve oluşturulan tüm güzergahlara eklenerek olası diğer bağlantılarının gözden geçirilmesi ve değerlendirmesi tamamlanmaktadır.

3.2.5. Aynı güzergah kayıtlı mı?

Güzergahlar oluşturulurken düğümler eklendikten sonra bu güzergahların daha önceden kayıt edilip edilmediği kontrol edilmektedir. Güzergah kayıtlı değil ise yeni oluşturulan güzergah kayıt edilmekte, bu güzergah daha önceden kayıt altına alınmış ise bu güzergah yeniden değerlendirmeye alınmamaktadır.

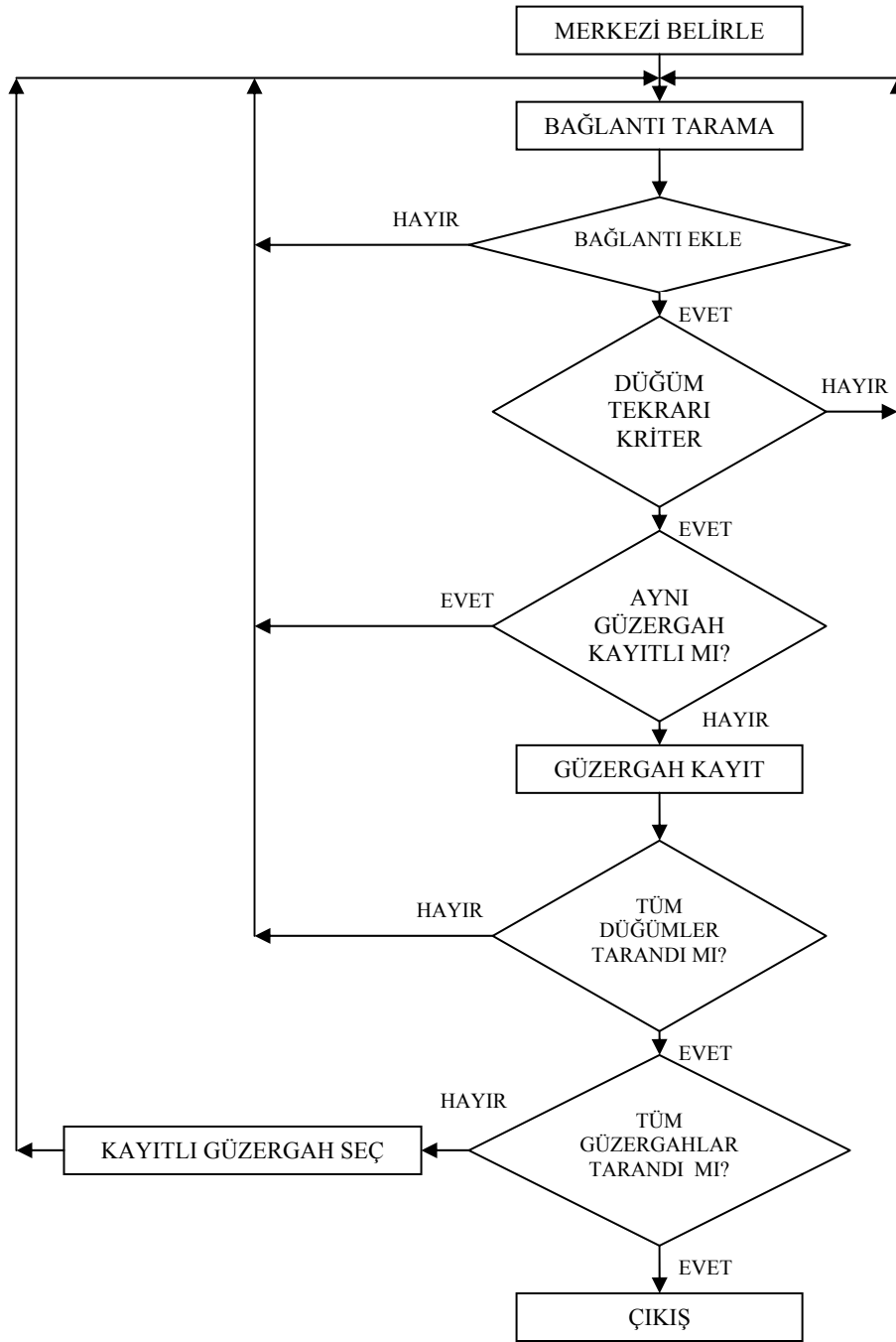
3.2.6. Tüm düğümler tarandı mı?

Güzergaha eklenebilecek bütün düğümlerin değerlendirilip değerlendirilmediği kontrol edilmektedir. Daha önceden kesimlerin bağlantıları tespit edildiğinden diğer tüm düğümlerin taranıp taranmadığı kontrol edilerek irdelenmektedir.

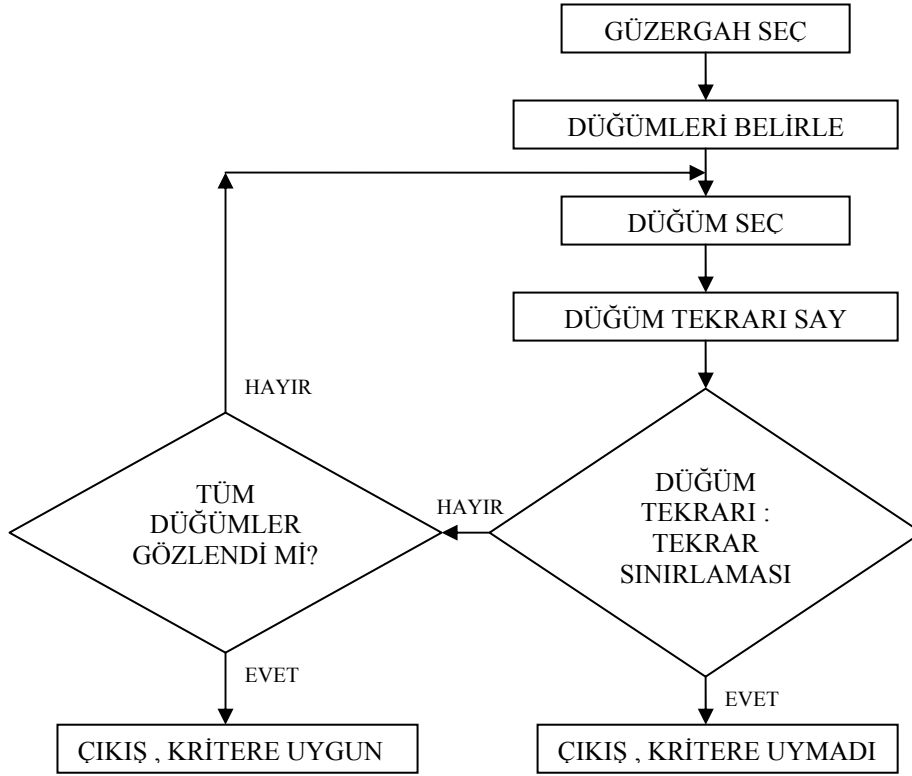
3.2.7. Tüm güzergahlar tarandı mı?

Önceden oluşturulan her bir güzergaha eklenecek düğümler belirlendikten ve kayıtlı olup olmadıkları kontrol edildikten sonra yeni oluşturulabilecek güzergahlar için önceden kayıtlı tüm güzergahların gözden geçirilip geçirilmediği de kontrol edilmektedir.

Tüm güzergahlar tarandıktan sonra bu güzergahın tamamlanması için harcanacak erişim süreleri hesaplanmaktadır. Bu, güzergahların ulaşım maliyetini oluşturmaktadır. Bu güzergahlara atanacak herhangi bir cihazın mevsimsel ölçümü tamamlaması için harcayacağı toplam ölçüm süresi bu aşamada dikkate alınmamaktadır. Çünkü, oluşturulan güzergahlar üzerinde bulunan kesim veya nodüllerin her zaman ölçümlerinin yapılması zorunluluğu bulunmamaktadır. Bazı durumlarda oluşturulan bu güzergahlardan birden fazla kesimi dolaşmasına rağmen sadece tek bir kesimi ölçüp merkeze geri dönmesi de istenebilecektir. Burada, ölçüm süreleri dahil edilirse, güzergahta yer alan bütün kesimlerde trafik ölçümlerinin gerçekleştirileceği öngörülmüş olacaktır.



Şekil 3.2. Görev Güzergahı Oluşturma modülü genel akım şeması



Şekil 3.3. Düğüm tekrarı kriteri için akım şeması

3.3. Görev Güzergahı Seçimi

Şekil 3.4' de sunulan akım şeması ile daha önceden oluşturulan güzergahlardan merkezden başlayıp tekrar merkeze dönen güzergahlar belirlenerek ve cihaz atamaları için görev güzergahı olarak seçilmektedir.

3.3.1. Kayıtlı güzergah seç

Önceki aşamada zorluk yaşanmaması için metin dosyası olarak kayıt edilen dosyalar değerlendirmeye alınmaktadır. Bu dosyadaki tüm güzergahlar ve bu güzergahların maliyetleri bulunmaktadır.

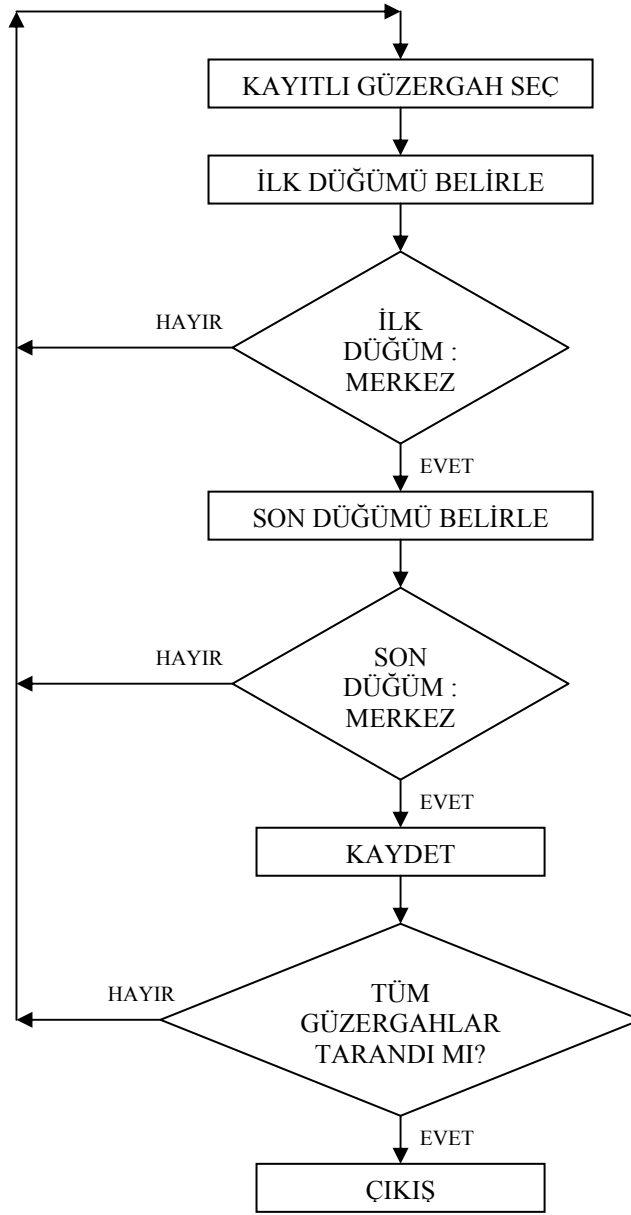
3.3.2. İlk düğümü belirle

Kayıtlı güzergahlar tek tek ele alınarak, önce ilk düğümü belirlenmektedir ve ilk düğüm eğer 1 yani merkez ise, son düğümün belirlenmesine geçilir. İlk düğüm merkez değil ise incelenmek üzere diğer bir güzergah değerlendirmeye alınmaktadır.

3.3.3. Son düğümü belirle

İlk düğümü merkez olarak belirlenen güzergahlar bu aşamada son düğümlerinin de merkez olup olmadığının belirlenmesi için değerlendirilmeye alınmaktadır. Merkezden başlayıp merkeze dönen güzergahların seçilmesinin nedeni ise; merkeze geri dönmeyen cihazların yönetilme şansı azalmakta ya da bulunmamaktadır. Cihazların bakımları ve ölçüm sonuçlarının doğruluğu bu noktada kontrol edilmekte ve depolanmaktadır. Cihazın düzgün çalışıp çalışmadığı ancak merkezdeki teknik ekip tarafından gelen verilerin incelenmesi neticesinde anlaşılabilir. Cihazda ölçüm görevini yerine getiren pnömatik hortumlarda meydana gelebilecek ufak bir delik ölçüm yerinde anlaşılammakta, fakat merkezde veri analizinde cihazın sabit ekipmanında bir arıza olduğu belirlenebilmekte ve bu arıza giderilmektedir.

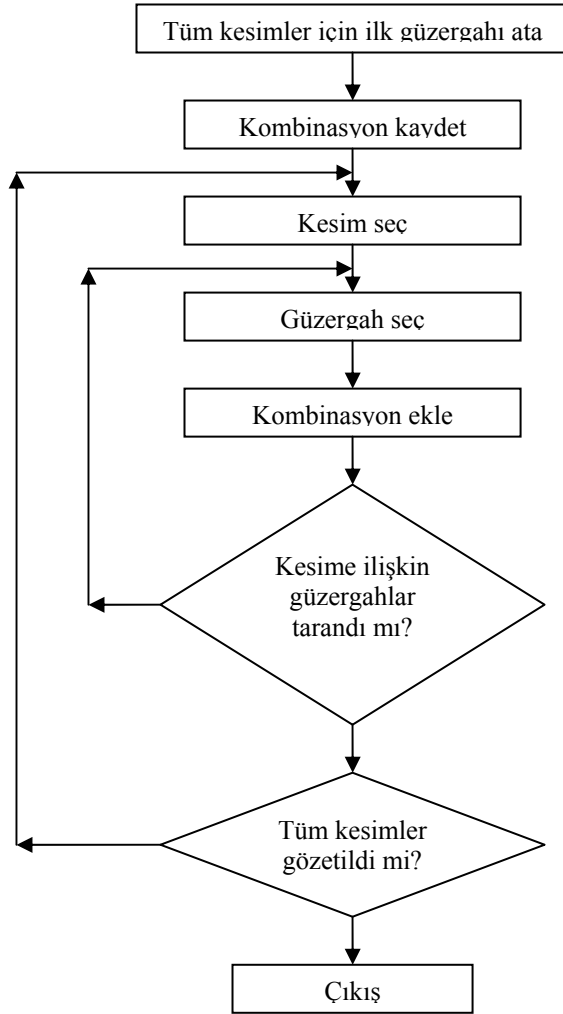
Tüm güzergahlar taranarak merkezden başlayıp yine merkeze dönen güzergahlar kayıt edilmekte ve belirlenen tüm kesimlerin ölçülebildiği cihaz görevlendirme kombinasyonlarının oluşturulması aşamasına geçilmektedir.



Şekil 3.4. Görev güzergahlarının seçimi için akım şeması

3.4. Tüm Olası Görev Kombinasyonları

Bu aşamada uygulanan işlemler genel olarak Şekil 3.5' te sunulan akım şeması ile özetlenebilmektedir.



Şekil 3.5. Tüm olası görev kombinasyonları modülü akım şeması

3.4.1. Tüm kesimler için ilk güzergahı ata

Belirlenen olası güzergahlar kombinasyonları oluşturmak için tek tek ele alınmaktadır.

3.4.2. Kombinasyon kaydet

Tüm kesimlerin sayılabileceği olası güzergahlardan oluşan kombinasyonlar oluşturulmaktadır. Herhangi bir noktadan geçen güzergah bulunamadığı durumda

otomatik olarak merkezden başlayan ve bu noktaya gelip tekrar merkeze dönen yapay veya hayali bir bağlantı ve güzergah oluşturulmaktadır. Bu durum, ancak güzergahlardaki noktaların tekrar kısıtlaması dolayısıyla oluşabilmektedir.

3.4.3. Kesim seç

Değerlendirmeye alınan güzergahların, kombinasyonda hangi kesimleri ölçebileceği belirlenmektedir. Bir güzergah birden fazla kesimi ölçebilmektedir. Bu ne kadar fazla gerçekleşirse ölçüm maliyeti de o derece azalmaktadır.

3.4.4. Güzergah seç

Aynı zamanda hangi kesimin hangi görev güzergahı içinde ölçülebileceği belirlenmektedir. Maliyet hesabında bu güzergahta bu nokta için ölçüm süreleri eklenmektedir.

3.4.5. Kombinasyon ekle

Burada daha önce oluşturulmuş tüm kombinasyonlar ilgili güzergah ile değiştirilerek yeni kombinasyonlar olarak kaydedilmektedir.

3.4.6. Kesime ilişkin güzergahlar tarandı mı?

Kesimleri sayabilecek olası tüm güzergahların gözden geçirilip geçirilmediği kontrol edilmektedir.

3.4.7. Tüm kesimler gözetildi mi?

Ele alınan güzergahlarla tüm kesimlerin ölçümünde tüm güzergahların kullanılıp kullanılmadığı belirlenecektir. Ancak, bu kombinasyonlardan maliyeti düşük olan belli bir kısmı da incelenmeye alınabilir.

3.5. Çözüm Maliyet Hesapları

3.5.1. Kayıtlı kombinasyon seç

Kayıt edilen kombinasyonların tümü ya da en düşük maliyetli olanlarından bir kısmı değerlendirilmeye alınmaktadır.

3.5.2. Maliyet hesaplama

Seçilen kombinasyonları oluşturan güzergahları dolaşan cihazların ölçüm süreleri ve sökme-takma maliyetleri bu aşama da toplam maliyete eklenmektedir.

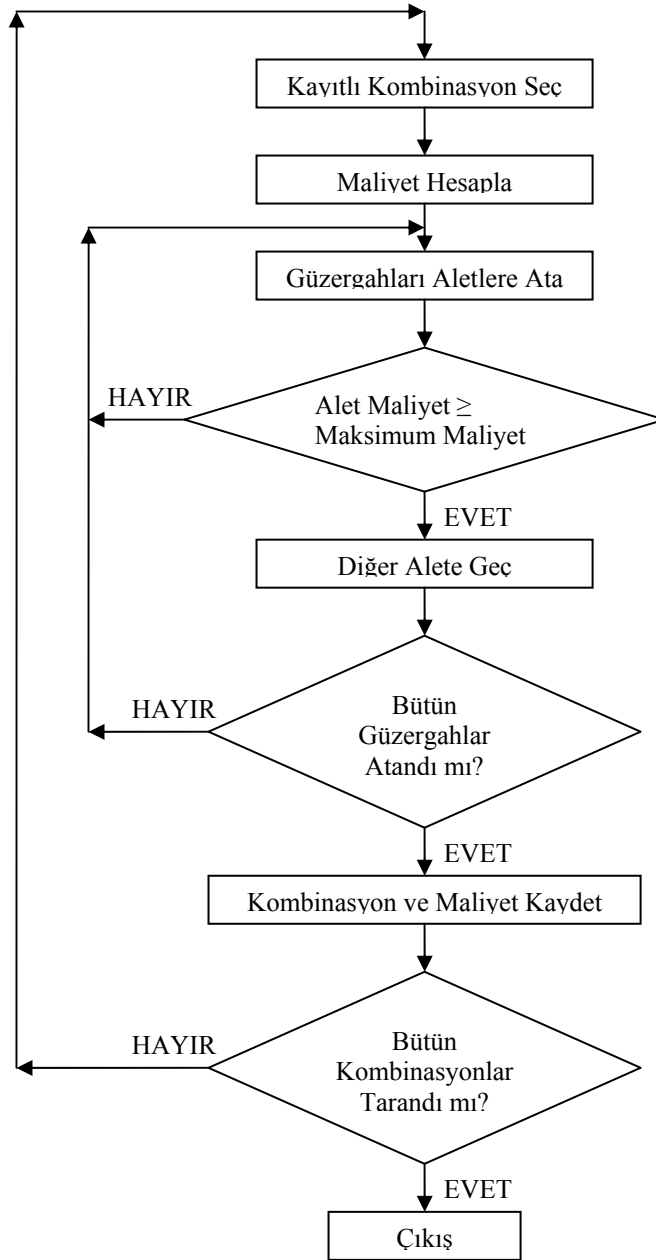
3.5.3. Güzergahları cihazlara atama

Cihazlara, belirlenen maksimum ölçme süresi içerisinde ölçebileceği güzergahlar, optimum olacak şekilde atanmaktadır. Tüm güzergahlar ölçülünceye kadar bu işlem devam etmektedir. Bir cihaz kendisine atana güzergahları ölçtüktan sonra merkeze döndüğünde bakıma alınmaktadır. Bu bakım süresi de maliyete dahil edilmektedir.

Cihazların maksimum çalışma süresinin değişken olabileceği varsayılmıştır. Maksimum süreye de bağlı olmak üzere; her bir cihazın atandığı maksimum süre içerisinde yaptığı ölçümlerin mevsimsel olduğu ve yıl boyu diğer mevsimler için ayrıca cihaz atama zorunluluğu olduğu unutulmamalıdır. Cihaz maliyeti maksimum süreye eşitlendiği zaman tüm kombinasyondaki güzergahların ölçülebilmesi için bir başka alete güzergah ataması yapılır.

3.5.4. Bütün güzergahlar atandı mı?

Kombinasyonda bulunan tüm güzergahların cihazlara atanıp atanmadığı kontrol edilmektedir. Ölçümlerde en az sayıda cihaz kullanımı ve cihaz kullanım sürelerinin maksimum çalışma süresine en yakın sürede kullanımı en uygun çözüm olabilmektedir.



Şekil 3.6. Olası çözüm maliyet hesapları için akım şeması

3.6. Çözüm Seçimi ve Sıralamalar

Elde edilen bu çözümler en düşük maliyetli çözümden en yüksek maliyetli çözüme doğru sıralanacaktır. Eğer elde edilen çözüm adedi belirlenen maksimum çözüm adedinden fazla ise çözümler sıralanacak ve tüm olası çözümler bulunmuş ise raporlanacaktır. Eğer çözümlerin hepsi bulunmamışsa, çözüm maliyet hesaplarına geri dönülecek ve işlemler tekrarlanacaktır.

4. TRAFİK ÖLÇÜM PROGRAMLAMA VE CİHAZ ATAMA UYGULAMASI

Bu Bölümde; hipotik bir bölge oluşturularak bölge içinde bulunan kesimlerin olabildiğince tamamında dört mevsim ölçüm yapılabilmesi için iş programları geliştirilmektedir. Bu iş programı veya alternatif ölçüm görevlerinin hazırlanmasında gerekli cihaz adeti ve harcanacak toplam sürenin iyileştirilmesi veya minimize edilmesi amaçlanmıştır.

Bölüm 3' te detayları verilen işlemlerin öncelikle bu hipotik bölge veya ağda uygulanması daha anlaşılır olması açısından uygun görülmüştür. TCK Bölge Müdürlüklerine bağlı yol kesimlerini nitelemek üzere ve herhangi bir bölgeyi temsilen 24 kontrol kesim numarası bulunan bu hipotik ağa ilişkin bilgiler ve detaylar aynen Bölüm 3' te açıklanan sıra ile aşağıda verilmektedir.

4.1. Girdiler

Geliştirilen hipotik bölgede veya ağda 24 adet Kontrol Kesim Noktası bulunmaktadır. Cihazlar; merkez olarak kabul edilen 1 nolu noktada bulunmakta, bakımları bu merkezde yapılmakta ve ölçüm sonuçları bu noktada kontrol edilmekte ve depolanmaktadır.

Hipotik olarak geliştirilen karayolu ağında biri merkez olmak üzere ve toplam 23 adet ölçülmesi gereken nokta ile birlikte toplam 24 bağ veya nodül bulunmaktadır. 1 nolu Merkez nodülü cihazların depolandığı, bakım onarımlarının yapıldığı, görevlendirmelerin başladığı ve bittiği yer konumundadır. Tüm cihazların görevlendirmeler dışında bu noktada bulunması ve görevlendirme başlangıç bitiş bağını teşkil etmesi nedeniyle bu noktada ölçüm olanaklarının yeterince fazla olması veya sadece bir istasyon olması nedenleriyle ayrıca bir ölçüm noktası olarak ele alınmıştır. Bölge hipotik olarak oluşturulduğundan ve TCK' nın 17 adet Bölge Teşkilatı bulunması nedeniyle bu bölge 18. Bölge olarak nitelendirilmiştir.

Çizelge 4.1’ de hipotik ağda bulunan kontrol kesim numaraları 1-24 arasında sayılar ile numaralandırılarak “No” isimli kolonda, kontrol kesim numaraları “Kk No” isimli kolonda, bu kontrol kesimlerinin dilimleri “Dilim No” isimli kolonda ve kontrol kesim noktalarının kilometre cinsinden uzunlukları ise “Uzunluk” kolonunda verilmektedir. Oluşabilecek terslik veya kesim numaralarında ve dilimlerindeki ortak kullanım gerekliliği nedeniyle daha çok sayıda karakter ile çalışma zorunluluğu doğacağından; kontrol kesim numaralarının diğer tüm işlemlerde doğrudan kullanılması yerine nitelendirildikleri ve ilk kolonda yer alan numaralar aracılığıyla çalışılması avantajlı bir durum sergilemektedir.

Çizelge 4.1. Bölge kontrol kesim numaraları ve verilen numaralar

No	Kk No	Dilim No	Uzunluk
1	Merkez	0	10
2	000-01	1	9
3	000-01	2	28
4	000-02	0	16
5	001-10	1	18
6	001-10	2	3
7	001-10	3	21
8	002-01	1	23
9	002-01	2	4
10	002-01	3	29
11	003-01	0	31
12	004-01	0	28
13	005-05	1	18
14	005-05	2	11
15	005-07	0	12
16	006-01	1	9
17	006-01	2	19
18	007-01	1	8
19	007-01	2	3
20	008-06	0	8
21	009-09	0	21
22	010-01	1	40
23	010-01	2	36
24	010-01	3	7

Yol kesim numaralarına göre kesimler arası bağlantılar Çizelge 4.2' de sunulmaktadır. Çizelgeden de anlaşılacağı gibi, bağlantı bulunan kesimler arası uzunluklar belirtilmek suretiyle hem bağlantı olup olmadığı hem de kesimler arası bağlantı uzunluğu aynı anda birlikte verilebilmektedir. Çizelge 4.2' de birbiri ile bağlantılı olan kontrol kesim noktaları kesişimlerine uzaklıklar, bağlantısı bulunmayan kesişimlere ise 0 yazılmaktadır. Kontrol kesim noktaları arasındaki toplam uzunluklar [EK-1]' de verilen makro programı ile hesaplanan mesafelerdir. Burada; kontrol kesim noktalarının orta noktasında ölçüm yapılacağı kabulü ile noktalar arası uzunluklar hesaplanmaktadır. Çünkü kontrol kesim noktaları teşkil edilirken, ayrıştırılan kesim boyunca başkaca giriş-çıkış bağlantıları olmadığından trafik hacim değerlerinin değişmeyeceği de açıktır.

4.2. Güzergah Oluşturma

Cihazlar; merkezden başlamak ve merkezde bitmek üzere ölçüm yapmakta ve görevlendirildiği kesimlerin ölçümlerini tamamlamaktadır. Cihazın aynı kesime birden çok kez uğrayarak iki kesim arasında istenmeyen zig-zag hareketi ya da takılıp kalmasının engellenmesi amacıyla; herhangi bir kesime ikiden daha fazla kez uğraması kısıtlandırılmaktadır.

Yine farklı mevsimler, her türlü yol ve şartları göz önünde tutularak cihazların ye değiştirme sırasındaki ilerleme veya işletme hızı hipotik için 50 km/ saat ele alınmaktadır.

Bu aşamada merkezden başlamak ve nodüller arasındaki bağlantılara göre tüm güzergahların oluşturulması yapılmaktadır. Öncelikle merkezden başlayarak merkeze bağlı nodüller, sonrada bütün diğer bağlantı olasılıkları göz önüne alınmaktadır. Şöyle ki; 1 nolu merkez; 2,5,7,9,12,13,14,15,16,17,20 ve 21 nolu nodüllerle bağlantılıdır. 1 nolu merkez ile ilk bağlantı olan 2 nolu kesim arası güzergah 001002, ikinci bağlantı ile 001005 güzergahı oluşturulabilmektedir.

Çizelge 4.2. Ölçüm noktaları bağlantı ve uzaklıkları

KKD-ADI	KKD-NO	M--0	000-01--1	000-01--2	000-02--0	001-10--1	001-10--2	001-10--3	002-01--1	002-01--2	002-01--3	003-01--0	004-01--0	005-05--1	005-05--2	005-07--0	006-01--1	006-01--2	007-01--1	007-01--2	008-06--0	009-09--0	010-01--1	010-01--2	010-01--3
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
M--0	1	0	9,5	0	0	14	0	15,5	0	7	0	0	19	14	10,5	11	9,5	14,5	0	0	9	15,5	0	0	0
000-01--1	2	9,5	0	18,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
000-01--2	3	0	18,5	0	22	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
000-02--0	4	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
001-10--1	5	14	0	0	0	0	10,5	0	0	0	0	0	0	0	14,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
001-10--2	6	0	0	0	0	10,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
001-10--3	7	15,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,5	0	0	0	0	0	0
002-01--1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	13,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
002-01--2	9	7	0	16	0	0	0	0	13,5	0	16,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
002-01--3	10	0	0	0	0	0	0	0	0	16,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
003-01--0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
004-01--0	12	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
005-05--1	13	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
005-05--2	14	10,5	0	0	0	14,5	0	0	0	0	0	0	0	14,5	0	11,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
005-07--0	15	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,5	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0
006-01--1	16	9,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0
006-01--2	17	14,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0
007-01--1	18	0	0	0	0	0	0	14,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,5	0	0	0	0	0
007-01--2	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,5	0	0	0	0	0	0
008-06--0	20	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
009-09--0	21	15,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
010-01--1	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0
010-01--2	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0	21,5
010-01--3	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	21,5	0	

Bu güzergahlar merkezde başlayan ancak diğer nodülde sonlanan güzergahlardır. Merkez ile bağlantısı bulunan diğer nodüller arasındaki ikili bağlantılarla da benzer ve iki nodülden oluşan güzergahlar oluşturulmaktadır. Bir sonraki aşamada ise; bu iki nodülden oluşan güzergahların son/bitiş/destinasyon nodüllerinin bağlanabileceği yani bağlantılı bulunduğu diğer nodüller taranmakta ve her bir bağlantı bu ikili güzergaha eklenerek üçlü nodüllerden oluşan güzergahlar üretilmektedir. 001002 güzergahının son noktası olan 20 nolu kesim; 1 ve 3 nolu kesimlerle bağlantılı olduğundan bu bağlantılar da eklenerek 001002001 ve 001002003 güzergahları elde edilmektedir. Bu eklenen iki güzergahtan ilki 1 nolu merkezde başlayan ve biten bir döngü veya güzergah durumundadır. Dolayısıyla merkez ulaşan güzergahların bir sonraki aşamada tekrar ilgili bağlantıları ile yeni güzergah üretimlerinin hiçbir getirisi yada faydası bulunmamaktadır. Ancak ikinci güzergah 3 nolu kesimde sonlandığından bu kesimin bağlantısı bulunan 2,4 ve 9 nolu kesimlerin eklenmesiyle yeni uzatılmış güzergahlar elde edilebilmektedir. Bu güzergahlarda; 001002003002, 001002003004 ve 001002003009 güzergahlarıdır. Bu güzergahların ilkinde 2 nolu kesimden 3 nolu kesime geçileceği ve tekrar 2 nolu kesime döneceği anlaşılmaktadır. Önceden kısıt olarak belirtilen ve iki kez ile sınırlandırılan bu kısıt yardımıyla 2 ile 3 arasında sürekli gidiş geliş yapan güzergahlar engellenmektedir. Bir başka deyişle bu güzergaha 2 nolu kesimin herhangi bir biçimde yeniden eklenebilmesi durumu zaten 2 nolu kesime iki kez gelindiğinden tamamen ortadan kaldırılmaktadır. Bu şekilde üretilen güzergahlar ve erişim süreleri Çizelge 4.3'de sunulmaktadır.

Bu aşamada erişim veya ulaşım süreleri; bu güzergahların cihazlara atanması durumunda hangi nodülde ölçüm yapılacağını belirlemediğinden nokta ölçümlerinin her biri için harcanacak toplam 8 günlük süreyi içermemektedir. Bu 8 günlük sürenin 7 gününde cihazlar trafik sayımlarını yapmakta iken geri kalan 1 günlük süre ise cihazın takma ve sökme işlemleri için harcanmaktadır. Bir başka deyişle 8 günlük sürenin dahil edilmeme nedeni; bu olası güzergahlardan bazılarında, cihaz birden fazla kesimi dolaşmasına rağmen bazılarında ve hatta bazen yalnızca tek bir kesimde trafik ölçümlerini tamamlayıp merkeze geri dönmesi veya zorunluluk dolayısıyla aynı nodüle birden fazla kez gelinmesi ve her seferine aynı kesimde trafik ölçümü

yapılma ihtiyacının bulunmamasıdır. İlave olarak bu aşamada 8 günlük trafik ölçüm sürelerinin toplama dahil edilmemesinde cihazların maksimum çalışma süreleri bitiminde tekrar merkeze dönmek zorunluluğu da unutulmamalıdır.

Çizelge 4.3. Olası güzergahlar ve maliyetler (kısmi)

Güzergah	Ulaşım Süresi(gün)	Güzergah	Ulaşım Süresi(gün)
001002	0.008333333	001017016	0.023333333
001005	0.011666667	001020001	0.015
001007	0.013333333	001021001	0.026666667
001009	0.005833333	001021024	0.025
001012	0.015833333	001002003002	0.038333333
001013	0.011666667	001002003004	0.041666667
001014	0.008333333	001002003009	0.036666667
001015	0.009166667	001005006005	0.028333333
001016	0.008333333	001005014001	0.031666667
001017	0.011666667	001005014005	0.035
001020	0.0075	001005014013	0.035
001021	0.013333333	001005014015	0.033333333
001002001	0.016666667	001007018007	0.036666667
001002003	0.023333333	001007018019	0.03
001005001	0.023333333	001009003002	0.034166667
001005006	0.02	001009003004	0.0375
001005014	0.023333333	001009003009	0.0325
001007001	0.026666667	001009008009	0.029166667
001007018	0.025	001009010009	0.0325
001009001	0.011666667	001012011012	0.065833333
001009003	0.019166667	001013014001	0.031666667
001009008	0.0175	001013014005	0.035
001009010	0.019166667	001013014013	0.035
001012001	0.031666667	001013014015	0.033333333
001012011	0.040833333	001014005001	0.031666667
001013001	0.023333333	001014005006	0.028333333
001013014	0.023333333	001014005014	0.031666667
001014001	0.016666667	001014013001	0.031666667
001014005	0.02	001014013014	0.031666667
001014013	0.02	001014015001	0.0275
001014015	0.018333333	001014015014	0.028333333
001015001	0.018333333	001014015022	0.04
001015014	0.019166667	001015014001	0.0275
001015022	0.030833333	001015014005	0.030833333
001016001	0.016666667	001015014013	0.030833333
001016017	0.02	001015014015	0.029166667

Ayrıca her bir cihazın daima merkezden çıkarak ölçüme başlaması ve görev bitimi sonunda merkeze tekrar dönmesi gerekmektedir. Maksimum çalışma süresi mevsimlik bir sayım için toplam 90 gün olacağından cihazlar bu sürede en fazla ($90/8=11,25$) 11 nodülde ölçüm yapabilecektir. Bu; her bir nodüle erişilebilmesi durumunda ve merkezden başlamak ve bitmek üzere toplam 13 nodülü içeren güzergahlarla tüm kesim ölçümlerinin üç adet cihaz ve görevlendirme ile tamamlanabileceği de anlaşılabilir. Ancak her nodüle bu 13 adet nodülü içeren güzergahlarla her zaman erişimin mümkün olmayacağı da düşünülmeli ve tüm olası güzergah, döngü ve görevlendirme programında her bir nodüle erişim sağlandığından emin olunmalıdır.

4.3. Güzergah Seçimi

Merkezden çıkıp yine merkeze dönen tüm güzergah veya döngülerin görevlendirme için kullanılabileceği bilindiğinden üretilen tüm olası güzergahlar içinden merkezde başlayan ve biten güzergahların seçimi yapılmaktadır. Üretilen bu güzergahlardan 1 nolu merkezde başlayan ve yine aynı kesimde biten güzergahlar [EK-2]' de verilen makro programı yardımıyla taranarak görevlendirmelerde kullanmak üzere 826 adet olası güzergah içerisinden Çizelge 4.4' te sunulan 291 adet görev döngü veya güzergahı elde edilmiştir. Seçilen güzergahların tamamı [EK-3]' te sunulmaktadır.

Bu olasılıklardan 12 tanesinde cihaz sadece 1 noktaya uğrayıp tekrar merkeze geri dönmüştür. Cihaz olasılıkların 8 tanesinde 2, 25 tanesinde 3, 16 tanesinde 4, 37 tanesinde 5, 20 tanesinde 6, 37 tanesinde 7, 18 tanesinde 8, 33 tanesinde 9, 16 tanesinde 10, 28 tanesinde 11, 12 tanesinde 12, 18 tanesinde 13, 4 tanesinde 14, 7 tanesinde 15 tane noktaya uğrayıp merkeze geri dönmektedir.

Her noktanın diğer bütün noktalarla bağlantısının bulunmaması nedeniyle bu kısımda bütün noktaları sayan bir olasılık bulunmamaktadır.

Çizelge 4.4. Görev döngü veya güzergahları (kısmi)

Döngüler	Ulaşım Süresi(gün)	Döngüler	Ulaşım Süresi(gün)
001002001	0.016666667	001014005014001	0.04
001005001	0.023333333	001014013014001	0.04
001007001	0.026666667	001014015014001	0.036666667
001009001	0.011666667	001015014005001	0.0425
001012001	0.031666667	001015014013001	0.0425
001013001	0.023333333	001015014015001	0.038333333
001014001	0.016666667	001015022015001	0.061666667
001015001	0.018333333	001016017016001	0.04
001016001	0.016666667	001017016017001	0.046666667
001017001	0.023333333	001021024021001	0.05
001020001	0.015	001005006005014001	0.048333333
001021001	0.026666667	001005014013014001	0.055
001005014001	0.031666667	001005014015014001	0.051666667
001013014001	0.031666667	001013014005014001	0.055
001014005001	0.031666667	001013014015014001	0.051666667
001014013001	0.031666667	001014005006005001	0.048333333
001014015001	0.0275	001014005014013001	0.055
001015014001	0.0275	001014005014015001	0.050833333
001016017001	0.031666667	001014013014005001	0.055
001017016001	0.031666667	001014013014015001	0.050833333
001002003002001	0.046666667	001014015014005001	0.051666667
001002003009001	0.0425	001014015014013001	0.051666667
001005006005001	0.04	001014015022015001	0.070833333
001005014005001	0.046666667	001015014005014001	0.050833333
001005014013001	0.046666667	001015014013014001	0.050833333
001005014015001	0.0425	001015022015014001	0.070833333
001007018007001	0.05	001002003004003002001	0.083333333
001009003002001	0.0425	001002003004003009001	0.079166667
001009003009001	0.038333333	001002003009003002001	0.073333333
001009008009001	0.035	001002003009008009001	0.065833333
001009010009001	0.038333333	001002003009010009001	0.069166667
001012011012001	0.081666667	001005006005014013001	0.063333333
001013014005001	0.046666667	001005006005014015001	0.059166667
001013014013001	0.046666667	001005014013014005001	0.07
001013014015001	0.0425	001005014013014015001	0.065833333

4.4. Tüm Kombinasyonlar

Bu kısımda bölgede yer alan bütün kesimlerin ölçülmesi amacıyla daha önce tespit edilen güzergahların farklı kombinasyonlarla kullanılma seçenekleri araştırılmaktadır. Toplam 23 adet trafik ölçümü yapılacak kesim veya nodül bulunmaktadır. Bu noktaların her biri için ölçülebilecekleri görev güzergahları tespit

edilerek her bir noktanın farklı görev döngüleri içinde ölçümlerinin yapılması durumunda kullanılacak araç sayısı, toplam çalışma süresi ve hatta cihazların atıl kalma sürelerinin değişimi gözlenmektedir. Her bir nodülün trafik ölçümlerinin yapılması için oluşturulan olası kombinasyonlar maliyetleri belirlenerek en düşük maliyetten en yükseğine göre listelenmektedir [EK-4].

Burada dikkat edilecek bir başka husus ise merkezle başlayıp biten görev güzergahlarının hiçbiri ile erişilemeyen nodüllerdir. Eğer bir nokta için hiçbir görevlendirme döngüsü yo ise, mevcut döngü erişim maliyetlerinden daha yüksek olarak belirlenen bir maliyet ile hayali ve merkezde başlayan bu nodüle giden ve merkeze dönen bir görev güzergahı oluşturulmaktadır.. Bu hayali görev güzergahı seçilen güzergah veya döngülere bu yüksek maliyeti ile birlikte eklenmektedir.. Bu durumda 1 adet cihaz görevlendirilerek ve merkezden yola çıkmakta, bu noktada ölçümleri tamamlayıp tekrar merkeze geri dönmektedir.

Bu aşamada; olası kombinasyonların tespiti ve değerlendirmesi yoluyla çözümlerin oluşturulmaktadır. Görev güzergahlarının en uzun yani en çok nodülü kapsayan güzergahtan en azına göre sıralanması, kombinasyon ve çözümlerin üretiminde bu sıra ile değerlendirilmesi işlem ve en uygun çözümlerin hızlı bir şekilde elde edilmesini sağlamaktadır. [EK-5]' te sunulan makro programı yardımıyla tüm kesimlerin trafik ölçümlerinin tamamlanabileceği görev güzergahları istenilen maksimum cihaz çalışma süresine uygun çözümleri üretmektedir. Birbiri ile bağlantılı olan çok fazla sayıda kesim olduğu ve görev güzergahları sayısının fazla olması durumunda olası kombinasyon sayısının aşırı miktarda artacağı açıktır. Her bir kombinasyonun da bir çözüm olduğundan öncelikle çözümlerden maliyeti en düşük olan 1000 tanesi seçilmiş ve detaylandırılmıştır. Seçilen bu kombinasyonlar ekte verilen CD' de olasılıklar sayfasında sunulmaktadır.

4.5. Toplam Maliyetler

Bu bölümde; tüm noktaların hangi görev güzergahı ve cihazlarla trafik ölçümlerinin tamamlanacağı belirlenmektedir. En az sayıda cihaz kullanımı ve cihazların kullanım

sürelerinin maksimum çalışma süresine en yakın sürede kullanımı verimliliği artırmaktadır. [EK-6]' da verilen makro programı ile optimum yani en az cihaz kullanımı ve harcanacak en düşük toplam süreli çözümler elde edilene kadar seçilen tüm kombinasyonlar gözden geçirilerek önceden belirlenen maksimum çalışma süresine göre cihaz adeti ve toplam maliyetleri hesaplanmaktadır.

Bu uygulama da maksimum çalışma süresi; 90, 180, 270 ve 360 gün olmak üzere farklı 4 cihaz çalışma süresi için analizler tekrarlanmıştır. Maksimum çalışma süresine de bağlı olmak üzere; her bir cihazın atandığı maksimum süre içerisinde tamamladığı trafik ölçümlerinin mevsimsel olacağı ve yıl boyu diğer mevsimler ve özellikle trafik ölçümü yapılamayan mevsimler için ayrıca cihaz atama zorunluluğu unutulmamalıdır. Bir başka deyişle; maksimum süre 90 gün olduğunda; aynı cihaz ile diğer mevsimlerde de ölçüm yapılabilirken; 180, 270 ve 360 günlük sürelerle görevlendirilen cihazların mevsimsel kullanım sayıları ya da tekrarları değişebilmektedir. Yıllık sayımlarda; aynı nokta ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimlerinin her birinde bir kez olmak üzere toplam 4 kez sayılmaktadır. Maksimum çalışma süresinin 90 gün seçilmesi durumunda tek bir cihaz ile 90 günde tamamlanan ölçümler; aynı cihazın diğer mevsimlerde aynı göreve atanması ile yıllık ölçümler tamamlanmaktadır. Ancak, maksimum süre 270 gün seçilerek yapılan ölçümde ise programın tamamlanması için 90 günlük ek bir sayım programının yapılması da gerekebilmektedir. Ayrıca çözümler içinde bir cihaza yapılan birden fazla görev atamalarında; her bir görev tamamlandığında cihazın merkeze döndüğü ve bir sonraki görev direktifini almadan önce 1 gün süreyle bakım için merkezde bekletilmesi sebebiyle farklı görevlendirmeleri peş peşe yapan cihazlar için bu bakım süresi toplam harcanan süre hesaplarına eklenmektedir.

4.5.1. 90 günlük maksimum çalışma süresi

Maksimum çalışma süresi 90 gün ile sınırlı tutularak her mevsim ve her bir kesim için en az bir sayım yapılacak şekilde düzenleme veya iş programı hazırlanmaktadır. Belirlenen ya da seçilen kombinasyonlardan olası çözümler taranarak, en düşük maliyetli çözümden en yüksek maliyetli çözüme doğru sıralanmaktadır. Bu

sıralanmış çözüm veya kombinasyonların maliyeti en düşük olası çözümlerinden bir kısmı Çizelge 4.5' de sunulmaktadır.

Bu bölgede bulunan tüm kesimler; maksimum çalışma süresi 90 gün sınırı ile ancak 3 adet cihaz kullanımı ile ölçülebilmektedir. Belirlenen bu program her mevsim tekrarlandığında bu bölgenin bütün noktaları yıllık bazda dört mevsim ölçülmüş olmaktadır. Çizelge 4.5' de ilk sütunda çözümün numarası, ikinci sütunda kombinasyon numarası, üçüncü sütunda ilgili çözüm için kaç adet cihaz kullanılacağı, dördüncü sütunda bu bölgenin bütün kesimlerinin ölçümünün tamamlanması için gerekli olan toplam maliyet, beşinci, yedinci ve dokuzuncu sütunlarda kullanılan cihazların atandığı güzergahlar veya döngüler, altıncı, sekizinci ve onuncu sütunlarda ise güzergahlara atanan cihazların toplam maliyetleri özetlenmektedir. Çizelge 4.6' da örnek olarak bu aşamada elde edilen çözümlerden 1 ve 8 nolu çözümlere ait detaylar ayrıca sunulmaktadır.

Bu bölgede bulunan kesimlerin trafik ölçümlerinin maliyeti yani ölçüm için kullanılan cihazların çalışma sürelerinin toplamı en düşük olarak elde edilen olası çözümlerden 1 nolu çözüm incelendiğinde; değerlendirmeye alınan çözümün toplam maliyeti 192.9141667 gün olarak hesaplanmaktadır. Çizelge 4.5' den görüldüğü gibi toplam 3 adet cihaz kullanılmaktadır. 1. cihaz; 219, 249, 261 ve 282 nolu olasılıkları kullanarak 7,11,12,16,17,18,19 ve 20 nolu kesimleri, 2. cihaz; 2 ve 3 nolu olasılıkları kullanarak 5,6,13,14,15,21,22,23 ve 24 nolu kesimleri ve 3. cihaz ise 161 ve 162 nolu olasılıkları kullanarak 2,3,4,8,9 ve 10 nolu kesimleri ölçmektedir. Bu çözümde kullanılan görev güzergahlarının içerdiği ve ölçümlerinin tamamlandığı kesimler Çizelge 4.6' da ayrıntılı bir şekilde verilmektedir. Bütün olası çözüm ve görev güzergahlarına ait detaylar [EK-7]' de ayrıntılı bir şekilde verilmektedir.

Çizelge 4.5. 90 günlük maksimum çalışma süresi için olası çözümler

Çözüm No	Kombinasyon No	Cihaz Adeti	Toplam Maliyet	1. Cihazın Atandığı Güzergahlar	Maliyet	2. Cihazın Atandığı Güzergahlar	Maliyet	3. Cihazın Atandığı Güzergahlar	Maliyet
1	14	3	192.9141667	219 249 261 282	64.2033	2 3	72.5025	161 162	48.2083
2	2	3	192.9141667	2 3 282	80.5175	161 162 219	72.2683	249 261	32.1283
3	26	3	192.9141667	3 161 219 249 261	80.5433	2 282	72.2683	162	32.1025
4	44	3	192.9141667	3 161 162	64.4575	2 249 282	80.3150	219 261	40.1417
5	1	3	192.9141667	2 3 162	80.6050	219 261 282	48.1567	161 249	56.1525
6	28	3	192.9141667	3 219 249 261	72.4375	2 162 282	72.3708	161	40.1058
7	45	3	193.9141667	162 219 249 261	72.2908	3 161 282 292	48.3700	2	64.2533
8	49	3	193.9141667	161 219 249 261	80.2942	2 3 282	80.5175	162	24.1025
9	50	3	193.9141667	161 162 219 282	72.2833	2 261	80.3350	3 249 292	32.2958
10	55	3	193.9141667	3 162 261 282 292	56.4483	2 219	80.3133	161 249	48.1525
11	58	3	193.9375000	161 249 261 282	72.2492	2 219	80.3133	3 162 291	32.3750
12	64	3	193.9375000	2 161	80.3592	162 219 249 261	80.2908	3 282 291	24.2875
13	56	3	193.9375609	261 2 3	80.5851	161 219 249	80.2125	162 282 291	24.1408
14	65	3	193.9458333	2 261 278	80.3667	161 219 249	80.2125	3 162 282	24.3667
15	66	3	193.9458333	2 261 280	80.3667	161 219 249	80.2125	3 162 282	24.3667
16	73	3	193.9458333	2 3 162	80.6050	161 219 249 282	80.2275	261 278	24.1133
17	74	3	193.9458333	2 3 162	80.6050	161 219 249 282	80.2275	261 280	24.1133
18	81	3	193.9458333	2 3 261	80.5842	161 162 219 278	80.3000	249 282	24.0617
19	82	3	193.9458333	2 3 261	80.5842	161 162 219 280	80.3000	249 282	24.0617
20	83	3	193.9525000	161 162 219 261	80.3500	2 249	80.3000	3 264 282	24.3025
21	85	3	193.9525000	3 162 249 261 264 282	72.5333	2	64.2533	161 219	48.1658
22	91	3	193.9525000	2 3 264	80.5408	161 162 219 261	80.3500	249 282	24.0617
23	93	3	193.9525000	2 3 282	80.5175	161 219 261	72.2475	162 249 264	32.1875
24	97	3	193.9525000	2 162 264	80.3942	3 161 219 261	80.4967	249 282	24.0617
25	98	3	193.9541667	219 249 257 261 282	72.2433	2 3 162	72.6050	161	40.1058

Çizelge 4.6. 90 günlük maksimum çalışma süresi için maliyeti en düşük iki çözüm

1 nolu çözüm için;					
Cihaz No	Güzergah No	Görev Güzergahı veya Döngüsü	Cihazın Ölçtüğü Kesimler	Güzergah Maliyeti	Cihaz Ölçüm Maliyeti
1	219	001-007-018-019-018-007-001	7-18-19	24.0600	68.2033
	249	001-017-016-017-001	16-17	16.1467	
	261	001-012-011-012-001	11-12	16.0817	
	282	001-020-001	20	8.0150	
2	2	001-021-024-023-022-015-014-005-006-005-014-015-022-023-024-021-001	5-6-14-15-21-22-23-24	64.2533	74.5025
	3	001-015-022-023-024-021-024-023-022-015-014-013-014-005-006-005-001	13	8.2492	
3	161	001-009-010-009-003-004-003-002-001	3-4-9-10	32.1058	50.2083
	162	001-009-008-009-003-004-003-002-001	2-8	16.1025	
Toplam Ölçüm Maliyeti					192.9142
8 nolu çözüm için;					
Cihaz No	Güzergah No	Görev Güzergahı veya Döngüsü	Cihazın Ölçtüğü Kesimler	Güzergah Maliyeti	Cihaz Ölçüm Maliyeti
1	161	001-009-010-009-003-004-003-002-001	3-4-10	24.1058	84.2942
	219	001-007-018-019-018-007-001	7-18-19	24.0600	
	249	001-017-016-017-001	16-17	16.0467	
	261	001-012-011-012-001	11-12	16.0817	
2	2	001-021-024-023-022-015-014-005-006-005-014-015-022-023-024-021-001	5-6-14-15-21-22-23-24	64.2533	83.5175
	3	001-015-022-023-024-021-024-023-022-015-014-013-014-005-006-005-001	13	8.2492	
	282	001-020-001	20	8.0150	
3	162	001-009-008-009-003-004-003-002-001	2-8-9	24.1025	25.1025
Toplam Ölçüm Maliyeti					192.9142

Cihazlar atandıkları güzergahlarda belirlenen görevlerini önceden belirlenen maksimum çalışma sürelerini aşmaksızın Çizelge 4.6’te ayrıntıları verilen kesimlerde ölçümleri gerçekleştirerek merkeze geri dönmektedir. 1.cihaz maksimum 90 günlük çalışma süresi içinde toplam 68.2033 gün çalışmakta ve 21.7967 gün boşa kalmaktadır. 2. cihaz yine aynı şekilde 74.5025 gün çalışıp 15.4975 gün atıldır. 3. cihaz ise 50.2083 gün çalışmakta 39.7917 gün ise boştaadır. Bu cihazlar aynı anda göreve başladıkları için aralarında yeni bir iyileştirme yapılamamaktadır. Cihazların maksimum çalışma sürelerini en fazla kullanmaları son kullanılan cihaza daha fazla boş zaman yaratacağından ve bu cihazlar ölçümlerde sıkıntı çekilen diğer bölgelere de atanabilme olanağı doğurabilecektir. Bu bahsedilen duruma yakın olan çözüm ise 8 numaralı çözümdür. Bu çözümde; toplam maliyet ilk çözümden fazla olmasına rağmen kullanılan üçüncü cihazın boş kalma süresi daha fazla olmakta ve bu boş zaman içerisinde cihazı diğer bölge veya görevde kullanma olanağı oluşmakta veya herhangi bir terslikte diğer cihazlarla yer değiştirme imkanı sunmaktadır.

Bir başka deyişle, bu çözümde; toplam maliyet fazla olmasına rağmen cihazların boş kalma süresi ilk iki cihazda daha azdır. Böyle bir çözümün kabul edilmesi neticesinde ise son alete daha fazla boş zaman kalacağından dolayı, bu cihaz sayımını tamamladığı zaman cihaz ihtiyacı bulunan diğer bölgelere daha rahat görevlendirilebilecek ve oradaki eksik sayımları tamamlayıp tekrar merkeze geri dönebilecektir. Cihazlar atandıkları görev güzergahlarını dolaşarak belirlenen maksimum çalışma sürelerini aşmadan belirlenen kesimleri ölçmekte ve merkeze geri dönmektedir. 90 günlük maksimum çalışma süresi içindeki çalışma ve boşta kalma zamanları sırasıyla 1.cihaz için 84.2942 gün ve 5.7058 gün, 2. cihaz için 83.5175 gün ve 6.4875 gün ve 3. cihaz için ise 25.1025 gün ve 64.8975 gün olarak hesaplanmaktadır.

Bu çözümler her mevsim tekrarlanarak 3 cihaz ile bölgenin yıllık mevsimsel sayım programı tamamlanabilmektedir.

4.5.2. 180 günlük maksimum çalışma süresi

Maksimum çalışma süresi 180 gün ile sınırlı tutularak yılda iki kez ve her mevsim en az bir sayım yapılacak şekilde düzenleme veya iş programı hazırlanmaktadır. Belirlenen ya da seçilen kombinasyonlardan olası çözümler taranarak, en düşük maliyetli çözümden en yüksek maliyetli çözüme doğru sıralanmaktadır. Bu sıralanmış çözüm veya kombinasyonların maliyeti en düşük olası çözümlerinden bir kısmı Çizelge 4.7' de sunulmaktadır.

Bu bölgede bulunan tüm kesimler; maksimum çalışma süresi 180 gün sınırı ile ancak 3 adet cihaz kullanımı ile ölçülebilmektedir. Belirlenen bu program yılda iki kez tekrarlandığında bu bölgenin bütün noktaları yıllık bazda ölçülmüş olmaktadır. Çizelge 4.7' de ilk sütunda çözümün numarası, ikinci sütunda kombinasyon numarası, üçüncü sütunda ilgili çözüm için kaç adet cihaz kullanılacağı, dördüncü sütunda bu bölgenin bütün kesimlerinin ölçümünün tamamlanması için gerekli olan toplam maliyet, beşinci, yedinci ve dokuzuncu sütunlarda kullanılan cihazların atandığı güzergahlar veya döngüler, altıncı, sekizinci ve onuncu sütunlarda ise güzergahlara atanan cihazların toplam maliyetleri özetlenmektedir. Çizelge 4.8' de örnek olarak bu aşamada elde edilen çözümlerden 1 ve 58 nolu çözümlere ait detaylar ayrıca sunulmaktadır.

Bu bölgede bulunan kesimlerin trafik ölçümlerinin maliyeti yani ölçüm için kullanılan cihazların çalışma sürelerinin toplamı en düşük olarak elde edilen olası çözümlerden 1 nolu çözüm incelendiğinde; değerlendirmeye alınan çözümün toplam maliyeti 192.9142 gün olarak hesaplanmaktadır. Çizelge 4.7' den görüldüğü gibi toplam 2 adet cihaz kullanılmaktadır. 1. cihaz; 2,3,161,219, 249 ve 261 nolu olasılıkları kullanarak 7,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,21,22 ve 23 nolu kesimleri, 2. cihaz; 162 ve 282 nolu olasılıkları kullanarak 8 ve 20 nolu kesimleri ölçmektedir. Bu çözümde kullanılan görev güzergahlarının içerdiği ve ölçümlerinin tamamlandığı kesimler Çizelge 4.8' de ayrıntılı bir şekilde verilmektedir. Bütün olası çözüm ve görev güzergahlarına ait detaylar [EK-7]' de ayrıntılı bir şekilde verilmektedir.

Çizelge 4.7. 180 günlük maksimum çalışma süresi için olası çözümler

Çözüm No	Kombinasyon No	Cihaz Adeti	Toplam Maliyet	1. Cihazın Atandığı Güzergahlar	Maliyet	2. Cihazın Atandığı Güzergahlar	Maliyet
1	1	2	192.9141667	2 3 161 219 249 261	168.7967	162 282	16.1175
2	2	2	192.9141667	3 161 162 219 249 261 282	120.6608	2	64.2533
3	8	2	192.9141667	161 162 219 249 261 282	112.4117	2 3	72.5025
4	26	2	192.9141667	2 161 162 219 249 261	168.6500	3 282	16.2642
5	44	2	192.9141667	2 3 161 162 219 261	160.8525	249 282	24.0617
6	49	2	193.9141667	2 3 161 219 249 261 282 292	160.8117	162	24.1025
7	45	2	193.9141667	2 3 161 162 219 249 261	168.8992	282 292	16.0150
8	56	2	193.9375000	2 3 161 162 219 249 261	168.8992	282 291	16.0383
9	58	2	193.9375000	3 161 162 219 249 261 282 291	128.6842	2	56.2533
10	64	2	193.9375000	2 3 161 219 249 261 282 291	160.8350	162	24.1025
11	65	2	193.9458333	2 3 161 162 219 249 261	168.8992	278 282	16.0467
12	66	2	193.9458333	2 3 161 162 219 249 261	168.8992	280 282	16.0467
13	81	2	193.9458333	2 3 161 219 249 261 278 282	160.8433	162	24.1025
14	82	2	193.9458333	2 3 161 219 249 261 280 282	160.8433	162	24.1025
15	83	2	193.9525000	2 3 161 162 219 249 261	168.8992	264 282	16.0533
16	85	2	193.9525000	2 3 161 219 249 261 264 282	168.8500	162	16.1025
17	98	2	193.9541667	2 3 161 162 219 249 261	168.8992	257 282	16.0550
18	99	2	193.9541667	2 3 161 162 219 249 261	168.8992	270 282	16.0550
19	115	2	193.9541667	2 3 161 219 249 257 261 282	160.8517	162	24.1025
20	116	2	193.9541667	2 3 161 219 249 261 270 282	160.8517	162	24.1025
21	117	2	193.9566667	2 3 161 162 219 249 261	168.8992	265 282	16.0575
22	118	2	193.9566667	2 3 161 162 219 249 261	168.8992	271 282	16.0575
23	127	2	193.9566667	2 161 162 219 249 261 265	168.6925	3 282	16.2642
24	130	2	193.9566667	2 161 162 219 249 261 271	168.6925	3 282	16.2642
25	159	2	193.9566667	2 3 161 162 219 249 261	168.8992	254 282	16.0575

Çizelge 4.8. 180 günlük maksimum çalışma süresi için maliyeti en düşük iki çözüm

1 nolu çözümün için;					
Cihaz No	Güzergah No	Görev Güzergahı veya Döngüsü	Cihazın Ölçtüğü Kesimler	Güzergah Maliyeti	Cihaz Ölçüm Maliyeti
1	2	001-021-024-023-022-015-014-005-006-005-014-015-022-023-024-021-001	21-22-23-24-14-15-5-6	64.2533	174.7967
	3	001-015-022-023-024-021-024-023-022-015-014-013-014-005-006-005-001	13	8.2492	
	161	001-009-010-009-003-004-003-002-001	9-10-2-3-4	40.1058	
	219	001-007-018-019-018-007-001	7-18-19	24.0600	
	249	001-017-016-017-001	16-17	16.0467	
	261	001-012-011-012-001	11-12	16.0817	
2	162	001-009-008-009-003-004-003-002-001	8	8.1025	18.1175
	282	001-020-001	20	8.0150	
Toplam Ölçüm Maliyeti					192.9142
58 nolu çözüm için;					
Cihaz No	Güzergah No	Görev Güzergahı veya Döngüsü	Cihazın Ölçtüğü Kesimler	Güzergah Maliyeti	Cihaz Ölçüm Maliyeti
1	3	001-015-022-023-024-021-024-023-022-015-014-013-014-005-006-005-001	13	8.2492	136.6842
	161	001-009-010-009-003-004-003-002-001	9-10-2-3-4	40.1058	
	162	001-009-008-009-003-004-003-002-001	8	8.1025	
	219	001-007-018-019-018-007-001	7-18-19	24.0600	
	249	001-017-016-017-001	16-17	16.0467	
	261	001-012-011-012-001	11-12	16.0817	
	282	001-020-001	20	8.0150	
	291	001-005-001	5	8.0233	
2	2	001-021-024-023-022-015-014-005-006-005-014-015-022-023-024-021-001	21-22-23-24-14-15-6	56.2533	57.2533
Toplam Ölçüm Maliyeti					193.9375

Cihazlar atandıkları güzergahlarda belirlenen görevlerini önceden belirlenen maksimum çalışma sürelerini aşmaksızın Çizelge 4.8’ de ayrıntıları verilen kesimlerde ölçümleri gerçekleştirerek merkeze geri dönmektedir. 1.cihaz; maksimum 180 günlük çalışma süresi içinde toplam 174.7967 gün çalışmakta ve 5.2033 gün boşta kalmaktadır. 2. cihaz yine aynı şekilde 18.1175 gün çalışıp 168.8825 gün atıldır. Bu cihazlar aynı anda göreve başladıkları için aralarında yeni bir iyileştirme yapılamamaktadır. Cihazların maksimum çalışma sürelerini en fazla kullanmaları son kullanılan cihaza daha fazla boş zaman yaratacağından ve bu cihazlar ölçümlerde sıkıntı çekilen diğer bölgelere de atanabilme olanağı doğurabilecektir. Bu bahsedilen duruma yakın olan çözüm ise 1 numaralı çözümdür. Bu çözümde; bu boş zaman içerisinde cihazı diğer bölge veya görevde kullanma olanağı oluşmakta veya herhangi bir terslikte diğer cihazlarla yer değiştirme imkanı sunmaktadır.

Böyle bir çözümün kabul edilmesi neticesinde ise son alete daha fazla boş zaman kalacağından dolayı, bu cihaz sayımını tamamladığı zaman cihaz ihtiyacı bulunan diğer bölgelere daha rahat görevlendirilebilecek ve oradaki eksik sayımları tamamlayıp tekrar merkeze geri dönebilecektir. Cihazlar atandıkları görev güzergahlarını dolaşarak belirlenen maksimum çalışma sürelerini aşmadan belirlenen kesimleri ölçmekte ve merkeze geri dönmektedir. 180 günlük maksimum çalışma süresi içindeki çalışma ve boşta kalma zamanları sırasıyla 1.cihaz için 174.7967 gün ve 5.2033 gün, 2. cihaz için 18.1175 gün ve 168.8825 gün olarak hesaplanmaktadır.

180 günlük süre boyunca iki mevsim bulunduğu için, her ölçülen kesimin bir kere daha ölçülme zorunluluğu vardır. 1.çözüm dikkate alındığı zaman 1. cihazın 180 günlük sürede ölçtüğü kesimleri başka bir cihaz 90 gün şaşırtmalı şekilde ölçülmelidir. 2. cihazın ölçüleceği kesimleri de ilk 90 günün sonunda aynı cihaz tekrar ölçülmelidir. Böylece bu bölge maksimum 180 gün seçildiğinde toplam 3 cihaz ile ölçülmektedir. Çizelge 4.9’ da bu hipotik bölgedeki kesimlerin hangi cihazlarla ve hangi tarihlerde ölçüleceği belirtilmektedir. Fakat Çizelge 4.9’ dan da görüldüğü gibi karmaşık bir ölçüm programı ortaya çıkmaktadır. Bu bulunan çözümler yılda 2 kez tekrarlanarak 3 cihaz ile bölgenin ölçüm programı tamamlanabilmektedir.

Çizelge 4.9. İki mevsimlik (180 gün) çalışma programı için cihazların çalışma tarihleri

Kesim No	Birinci Mevsim					
	1.Cihaz		2.Cihaz		3.Cihaz	
	Geliş	Gidiş	Geliş	Gidiş	Geliş	Gidiş
2	-	-	-	-	17 Ocak	25 Ocak
3	31 Mart	8 Nisan	-	-	-	-
4	-	-	-	-	9 Ocak	17 Ocak
5	18 Şubat	26 Şubat	-	-	-	-
6	26 Şubat	5 Mart	-	-	-	-
7	-	-	-	-	26 Ocak	3 Şubat
8	-	-	1 Ocak	9 Ocak	-	-
9	15 Mart	23 Mart	-	-	-	-
10	23 Mart	31 Mart	-	-	-	-
11	-	-	-	-	16 Mart	24 Mart
12	-	-	-	-	8 Mart	16 Mart
13	6 Mart	14 Mart	-	-	-	-
14	10 Şubat	18 Şubat	-	-	-	-
15	2 Şubat	10 Şubat	-	-	-	-
16	-	-	-	-	28 Şubat	7 Mart
17	-	-	-	-	20 Şubat	28 Şubat
18	-	-	-	-	3 Şubat	11 Şubat
19	-	-	-	-	11 Şubat	19 Şubat
20	-	-	10 Ocak	18 Ocak	-	-
21	1 Ocak	9 Ocak	-	-	-	-
22	25 Ocak	2 Şubat	-	-	-	-
23	17 Ocak	25 Ocak	-	-	-	-
24	9 Ocak	17 Ocak	-	-	-	-

İkinci Mevsim					
1.Cihaz		2.Cihaz		3.Cihaz	
Geliş	Gidiş	Geliş	Gidiş	Geliş	Gidiş
16 Nisan	24 Nisan	-	-	-	-
-	-	29 Haziran	7 Temmuz	-	-
8 Nisan	16 Nisan	-	-	-	-
-	-	18 Mayıs	26 Mayıs	-	-
-	-	26 Mayıs	3 Haziran	-	-
25 Nisan	3 Mayıs	-	-	-	-
-	-	-	-	31 Mart	8 Nisan
-	-	13 Haziran	21 Haziran	-	-
-	-	21 Haziran	29 Haziran	-	-
14 Haziran	22 Haziran	-	-	-	-
6 Haziran	14 Haziran	-	-	-	-
-	-	4 Haziran	12 Haziran	-	-
-	-	10 Mayıs	18 Mayıs	-	-
-	-	2 Mayıs	10 Mayıs	-	-
28 Mayıs	5 Haziran	-	-	-	-
20 Mayıs	28 Mayıs	-	-	-	-
3 Mayıs	11 Mayıs	-	-	-	-
11 Mayıs	19 Mayıs	-	-	-	-
-	-	-	-	9 Nisan	17 Nisan
-	-	31 Mart	8 Nisan	-	-
-	-	24 Nisan	2 Mayıs	-	-
-	-	16 Nisan	24 Nisan	-	-
-	-	8 Nisan	16 Nisan	-	-

Birinci mevsimde ikinci cihaz ve ikinci mevsimde de üçüncü cihaz 90 günlük süre boyunca sadece iki kesimi ölçmekte ve geri kalan zamanda ise atıl kalmaktadır.

4.5.3. 270 günlük maksimum çalışma süresi

Maksimum çalışma süresi 270 gün ile sınırlı tutularak her mevsim ve yılda ek olarak 90 günlük bir çalışma programı ile birlikte ölçüm yapılacak şekilde düzenleme veya iş programı hazırlanmaktadır. Belirlenen ya da seçilen kombinasyonlardan olası çözümler taranarak, en düşük maliyetli çözümden en yüksek maliyetli çözüme doğru sıralanmaktadır. Bu sıralanmış çözüm veya kombinasyonların maliyeti en düşük olası çözümlerinden bir kısmı Çizelge 4.10' da sunulmaktadır.

Bu bölgede bulunan tüm kesimler; maksimum çalışma süresi 270 gün sınırı ile ancak 3 adet cihaz kullanımı ile ölçülebilmektedir. Belirlenen bu program her mevsim tüm kesimlerin ölçülebilmesi için şartlı şekilde tekrarlandığında bu bölgenin bütün noktaları yıllık bazda dört mevsim ölçülmüş olmaktadır. Çizelge 4.10' da ilk sütunda çözümün numarası, ikinci sütunda kombinasyon numarası, üçüncü sütunda ilgili çözüm için kaç adet cihaz kullanılacağı, dördüncü sütunda bu bölgenin bütün kesimlerinin ölçümünün tamamlanması için gerekli olan toplam maliyet, beşinci, yedinci ve dokuzuncu sütunlarda kullanılan cihazların atandığı güzergahlar veya döngüler, altıncı, sekizinci ve onuncu sütunlarda ise güzergahlara atanan cihazların toplam maliyetleri özetlenmektedir. Çizelge 4.11' de örnek olarak bu aşamada elde edilen çözümlerden 1 ve 65 nolu çözümlere ait detaylar ayrıca sunulmaktadır.

Bu bölgede bulunan kesimlerin trafik ölçümlerinin maliyeti yani ölçüm için kullanılan cihazların çalışma sürelerinin toplamı en düşük olarak elde edilen olası çözümlerden 1 nolu çözüm incelendiğinde; değerlendirmeye alınan çözümün toplam maliyeti 192.9142 gün olarak hesaplanmaktadır. Çizelge 4.10' dan görüldüğü gibi toplam 1 adet cihaz kullanılmaktadır. Cihaz; 2,3,161,219, 249 ve 261 nolu olasılıkları kullanarak tüm kesimleri ölçmektedir. Bu çözümde kullanılan görev güzergahlarının içerdiği ve ölçümlerinin tamamlandığı kesimler Çizelge 4.11' de

ayrıntılı bir şekilde verilmektedir. Bütün olası çözüm ve görev güzergahlarına ait detaylar [EK-7]' de ayrıntılı bir şekilde verilmektedir.

Çizelge 4.10. 270 günlük maksimum çalışma süresi için olası çözümler

Çözüm No	Kombinasyon No	Cihaz No	Toplam Maliyet	1. Cihazın Atandığı Güzergahlar	Maliyet
1	1	1	192.9141667	2 3 161 162 219 249 261 282	184.9142
2	45	1	193.9141667	2 3 161 162 219 249 261 282 292	184.9142
3	56	1	193.9375000	2 3 161 162 219 249 261 282 291	184.9375
4	65	1	193.9458333	2 3 161 162 219 249 261 278 282	184.9458
5	66	1	193.9458333	2 3 161 162 219 249 261 280 282	184.9458
6	83	1	193.9525000	2 3 161 162 219 249 261 264 282	184.9525
7	98	1	193.9541667	2 3 161 162 219 249 257 261 282	184.9542
8	99	1	193.9541667	2 3 161 162 219 249 261 270 282	184.9542
9	117	1	193.9566667	2 3 161 162 219 249 261 265 282	184.9567
10	118	1	193.9566667	2 3 161 162 219 249 261 271 282	184.9567
11	159	1	193.9566667	2 3 161 162 219 249 254 261 282	184.9567
12	160	1	193.9566667	2 3 161 162 219 249 261 267 282	184.9567
13	197	1	193.9608333	2 3 161 162 219 249 261 272 282	184.9608
14	219	1	193.9608333	2 3 161 162 219 249 261 268 282	184.9608
15	220	1	193.9608333	2 3 161 162 219 249 261 269 282	184.9608
16	218	1	193.9608333	2 3 161 162 219 249 260 261 282	184.9608
17	253	1	193.9625000	2 3 161 162 219 242 249 261 282	184.9625
18	254	1	193.9625000	2 3 161 162 219 247 249 261 282	184.9625
19	273	1	193.9650000	2 3 161 162 219 234 249 261 282	184.9650
20	274	1	193.9650000	2 3 161 162 219 240 249 261 282	184.9650
21	291	1	193.9658333	2 3 161 162 219 237 249 261 282	184.9658
22	292	1	193.9658333	2 3 161 162 219 245 249 261 282	184.9658
23	312	1	193.9691667	2 3 161 162 219 239 249 261 282	184.9692
24	313	1	193.9691667	2 3 161 162 219 241 249 261 282	184.9692
25	314	1	193.9691667	2 3 161 162 219 244 249 261 282	184.9692

Cihazlar atandıkları güzergahlarda belirlenen görevlerini önceden belirlenen maksimum çalışma sürelerini aşmaksızın Çizelge 4.10' da ayrıntıları verilen kesimlerde ölçümleri gerçekleştirerek merkeze geri dönmektedir. Cihaz; maksimum 270 günlük çalışma süresi içinde toplam 192.9142 gün çalışmakta ve 77.0858 gün boşa kalmaktadır.

270 günlük çalışma süresi boyunca 3 mevsim bulunduğu için her sayılan kesimin 3 kere sayılma zorunluluğu bulunmaktadır. 1.çözüm dikkate alındığı zaman cihazın 270 günlük sürede ölçtüğü kesimlerin 2 kere daha ölçülmesi gerekmektedir. Bu iki

Çizelge 4.11. 270 günlük maksimum çalışma süresi için maliyeti en düşük iki çözüm

1 nolu çözümün için;					
Cihaz No	Güzergah No	Görev Güzergahı veya Döngüsü	Cihazın Ölçtüğü Kesimler	Güzergah Maliyeti	Cihaz Ölçüm Maliyeti
1	2	001-021-024-023-022-015-014-005-006-005-014-015-022-023-024-021-001	21-22-23-24-14-15-5-6	64.2533	192.9142
	3	001-015-022-023-024-021-024-023-022-015-014-013-014-005-006-005-001	13	8.2492	
	161	001-009-010-009-003-004-003-002-001	9-10-2-3-4	40.1058	
	162	001-009-008-009-003-004-003-002-001	8	8.1025	
	219	001-007-018-019-018-007-001	7-18-19	24.0600	
	249	001-017-016-017-001	16-17	16.0467	
	261	001-012-011-012-001	11-12	16.0817	
	282	001-020-001	20	8.0150	
<i>Toplam Ölçüm Maliyeti</i>					192.9142
65 nolu çözüm için;					
Cihaz No	Güzergah No	Görev Güzergahı veya Döngüsü	Cihazın Ölçtüğü Kesimler	Güzergah Maliyeti	Cihaz Ölçüm Maliyeti
1	2	001-021-024-023-022-015-014-005-006-005-014-015-022-023-024-021-001	21-22-23-24-15-5-6	56.2533	193.9459
	3	001-015-022-023-024-021-024-023-022-015-014-013-014-005-006-005-001	13	8.2492	
	161	001-009-010-009-003-004-003-002-001	9-10-2-3-4	40.1058	
	162	001-009-008-009-003-004-003-002-001	8	8.1025	
	219	001-007-018-019-018-007-001	7-18-19	24.0600	
	249	001-017-016-017-001	16-17	16.0467	
	278	001-014-005-001	14	8.0317	
	261	001-012-011-012-001	11-12	16.0817	
	282	001-020-001	20	8.0150	
<i>Toplam Ölçüm Maliyeti</i>					193.9459

Çizelge 4.12. İki mevsimlik (270 gün) çalışma programı için cihazların çalışma tarihleri

Kesim No	Birinci Mevsim					
	1.Cihaz		2.Cihaz		3.Cihaz	
	Geliş	Gidiş	Geliş	Gidiş	Geliş	Gidiş
2	-	-	17 Ocak	25 Ocak	-	-
3	-	-	1 Ocak	9 Ocak	-	-
4	-	-	9 Ocak	17 Ocak	-	-
5	18 Şubat	26 Şubat	-	-	-	-
6	26 Şubat	5 Mart	-	-	-	-
7	-	-	4 Şubat	12 Şubat	-	-
8	-	-	26 Ocak	3 Şubat	-	-
9	15 Mart	23 Mart	-	-	-	-
10	23 Mart	31 Mart	-	-	-	-
11	-	-	25 Mart	2 Nisan	-	-
12	-	-	17 Mart	25 Mart	-	-
13	6 Mart	14 Mart	-	-	-	-
14	10 Şubat	18 Şubat	-	-	-	-
15	2 Şubat	10 Şubat	-	-	-	-
16	-	-	8 Mart	16 Mart	-	-
17	-	-	29 Şubat	8 Mart	-	-
18	-	-	12 Şubat	20 Şubat	-	-
19	-	-	20 Şubat	28 Şubat	-	-
20	-	-	-	-	4 Ocak	12 Ocak
21	1 Ocak	9 Ocak	-	-	-	-
22	25 Ocak	2 Şubat	-	-	-	-
23	17 Ocak	25 Ocak	-	-	-	-
24	9 Ocak	17 Ocak	-	-	-	-

İkinci Mevsim					
1.Cihaz		2.Cihaz		3.Cihaz	
Geliş	Gidiş	Geliş	Gidiş	Geliş	Gidiş
16 Nisan	24 Nisan	-	-	-	-
31 Mart	8 Nisan	-	-	-	-
8 Nisan	16 Nisan	-	-	-	-
-	-	-	-	18 Mayıs	26 Mayıs
-	-	-	-	26 Mayıs	3 Haziran
4 Mayıs	12 Mayıs	-	-	-	-
25 Nisan	3 Mayıs	-	-	-	-
-	-	-	-	13 Haziran	21 Haziran
-	-	-	-	21 Haziran	29 Haziran
23 Haziran	1 Temmuz	-	-	-	-
15 Haziran	23 Haziran	-	-	-	-
-	-	-	-	4 Haziran	12 Haziran
-	-	-	-	10 Mayıs	18 Mayıs
-	-	-	-	2 Mayıs	10 Mayıs
6 Haziran	14 Haziran	-	-	-	-
29 Mayıs	6 Haziran	-	-	-	-
12 Mayıs	20 Mayıs	-	-	-	-
20 Mayıs	28 Mayıs	-	-	-	-
-	-	3 Nisan	11 Nisan	-	-
-	-	-	-	31 Mart	8 Nisan
-	-	-	-	24 Nisan	2 Mayıs
-	-	-	-	16 Nisan	24 Nisan
-	-	-	-	8 Nisan	16 Nisan

Çizelge 4.12. (Devam) İki mevsimlik (270 gün) çalışma programı için cihazların çalışma tarihleri

Kesim No	Üçüncü Mevsim					
	1.Cihaz		2.Cihaz		3.Cihaz	
	Geliş	Gidiş	Geliş	Gidiş	Geliş	Gidiş
2	-	-	-	-	15 Temmuz	23 Temmuz
3	-	-	-	-	29 Haziran	7 Temmuz
4	-	-	-	-	7 Temmuz	15 Temmuz
5	-	-	16 Ağustos	24 Ağustos	-	-
6	-	-	24 Ağustos	1 Eylül	-	-
7	-	-	-	-	2 Ağustos	10 Ağustos
8	-	-	-	-	24 Temmuz	1 Ağustos
9	-	-	11 Eylül	19 Eylül	-	-
10	-	-	19 Eylül	27 Eylül	-	-
11	-	-	-	-	21 Eylül	29 Eylül
12	-	-	-	-	13 Eylül	21 Eylül
13	-	-	2 Eylül	10 Eylül	-	-
14	-	-	8 Ağustos	16 Ağustos	-	-
15	-	-	31 Temmuz	8 Ağustos	-	-
16	-	-	-	-	4 Eylül	12 Eylül
17	-	-	-	-	27 Ağustos	4 Eylül
18	-	-	-	-	10 Ağustos	18 Ağustos
19	-	-	-	-	18 Ağustos	26 Ağustos
20	2 Temmuz	10 Temmuz	-	-	-	-
21	-	-	29 Haziran	7 Temmuz	-	-
22	-	-	23 Temmuz	31 Temmuz	-	-
23	-	-	15 Temmuz	23 Temmuz	-	-
24	-	-	7 Temmuz	15 Temmuz	-	-

cihaz 90'ar günlük şaşırtmalı şekilde ölçümlerini tamamlamalıdır. Bu da karmaşık bir çalışma programının ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Çizelge 4.12' de mevsimlere göre kesimlerin hangi cihazlarla hangi tarihlerde ölçülmesi gerektiği gösterilmektedir. Bu programda birinci mevsimde üçüncü cihaz, ikinci mevsimde ikinci cihaz ve üçüncü mevsimde ise birinci cihaz sadece bir kesimin ölçümünü tamamlamış, diğer kalan zamanda ise atıl kalmıştır. Ancak 1 yıllık çözümün tamamlanabilmesi için 90 günlük bir program daha uygulanması gerekmektedir.

4.5.4. 360 günlük maksimum çalışma süresi

Maksimum cihaz çalışma süresi 360 gün alınarak yılda 1 kez ölçülecek şekilde bir düzenleme yapılmaktadır. Fakat bu bölgede cihazlar yaklaşık 193 gün çalışarak tüm

bölgenin sayım programını bitirmektedirler. Bu nedenle maksimum süre 360 gün alınarak bir çözüm bulunmaya çalışılırsa çıkan çözüm, maksimum süre 270 gün alınarak çözümlerle aynı olacaktır. Bu nedenle bu hipotetik bölge için 360 günlük bir çalışma programı hazırlanmasına gerek olmamaktadır.

4.6. TCK Bölgeleri İçin Uygulamalar

4.6.1. TCK 4. Bölge

T.C. Karayolları 4. Bölgesinde; 111 adet kesim bulunmaktadır ve bu bölge sınırları ile sorumluluğundaki yol kesim ve dilimlerini gösteren Bölge haritası; [EK-10]' da sunulmaktadır. Kesimler arasındaki bağlantılar bu haritada görülen ağ bilgilerine göre belirlenmiştir. Merkez olarak 4.Bölge Müdürlüğü yerleşim alanı veya binası seçilmiştir. Bu bölgeye ait kesim bilgileri; kontrol kesim no, dilim no, yeniden isimlendirildiği no ve uzunlukları ekte elektronik olarak “4Bölge” isimli excel dosyasında “kesimler” isimli çalışma sayfasında verilmektedir.

Cihazlar; merkezde başlamakta ve bitmekte olan görev güzergahlarında kesim ölçümlerini kontrol kesim noktalarının ortalarında tamamladığından birbiri ile bağlantılı olan kontrol kesim noktaları arasındaki mesafeler; kesimler arasındaki bu orta nokta arasındaki uzaklıklar olarak dikkate alınmıştır.

Bir sonraki aşamada; trafik ölçümü yapılması düşünülen tüm kesimler ve bağlantılarıyla oluşturulabilecek olası güzergahlar oluşturulmuştur. Toplam kesim adetinin fazla sayıda olması, maksimum çalışma süresinin 90 gün ile kısıtlandırılması ve olası güzergahların daha kısa sürede elde edilmesi sebepleriyle oluşturulacak güzergahlarda bulunabilecek kesim adeti 20 ile sınırlandırılmıştır. Elde edilen güzergahların görev güzergahı veya döngüsü olması şartını sağlamak üzere merkezden başlayarak yine merkeze dönen görev güzergahları veya döngüler merkezi nitelendiren 1 nolu kesimle başlayıp aynı kesimde biten güzergahlar olarak taranarak seçilmiştir. [EK-2]' de verilen makro programı yardımıyla 6682 adet olası görev güzergahı elde edilmiştir. Bu döngüler; Ekte elektronik olarak “4Bölge” isimli

excel dosyasının “*olasılıklar*” isimli sayfasında verilmektedir. Bölgede yer alan tüm kesimlerin elde edilen görev güzergahları kullanılarak farklı biçimlerde ölçülebilmesi amacıyla olası kombinasyonlar oluşturulmuştur. Kesimlerin ölçülmesinde oluşturulan kombinasyonlar için; [EK-5]’ de verilen makro programı yardımıyla kombinasyon toplam maliyetleri hesaplanarak listelenmiştir. Bu kombinasyonlar ve maliyetleri de yine ekte elektronik olarak “*4Bölge*” isimli excel dosyasının “*kombinasyonlar*” isimli sayfasında sunulmaktadır.

Son aşamada ise; kesim ölçümlerinin tamamlanacağı cihaz atamaları yapılmaktadır. [EK-6]’ da sunulan makro programı ile ölçüm kombinasyonunun ve cihaz atamalarının belirlendiği optimum çözüm elde edilinceye kadar tüm olası kombinasyonlar gözden geçirilerek 90 günlük maksimum çalışma süresi için kesimlerin tamamını ölçebilecek cihaz atamaları, adetleri ve toplam maliyetleri hesaplanmıştır. Çizelge 4.13’ de bu olası çözümlerin bir kısmı verilmektedir. Bu kombinasyonlar ve cihaz atamalarında yer alan 6683 ile 6714 arasındaki sayılarla ifade edilen görev güzergahları kısıtlamalar dahilinde ulaşılamayan kontrol kesim noktalarına doğrudan erişen hayali döngülerdir. Bu güzergahlar; cihazların maksimum çalışma süresi içinde trafik ölçümlerini tamamlayabilecekleri ve maksimum kontrol kesim adeti olarak 20 olarak belirlenmesinden kaynaklanmaktadır. Elde edilen sonuçlar ekte elektronik olarak “*4Bölge*” excel dosyasında “*maliyetler*” isimli sayfada verilmektedir. Belirlenen iş programının her mevsim tekrarlanması durumunda mevsimsel ölçümler bu bölgenin bütün kesimleri için 10 adet cihaz ile tamamlanmaktadır. Çizelge 4.13’den de görüleceği üzere 6683-6714 arasında isimlendirilen güzergahların eriştiği kontrol kesimleri önceden belirlenen sınırlamalara uygun olmaması nedeniyle oluşturulmuş ve erişim maliyetleri yarım gün veya 12 saat olarak alınmıştır. Bu noktalarda yapılacak trafik ölçümleri için ya daha uygun ve kısa erişim süreli görev güzergahları oluşturulmalı, ya sabit cihazlarla ölçümlerinin tamamlanması sağlanmalı ya da mevcut cihaz adeti ve kullanım amaç ve verimliliklerine göre bu cihazlar ile bu kesimlerde trafik ölçümü yapılıp yapılmama kararı gözden geçirilmelidir. Bu durumda; ilk 6 cihaz ile 79 adet kesimin trafik ölçümleri her mevsim düzenli olarak yapılabilmektedir.

Çizelge 4.13. TCK 4.Bölge Müdürlüğü için olası çözümler

Çözüm No	Toplam Maliyet	1. Cihazın Atandığı Güzergahlar	2. Cihazın Atandığı Güzergahlar	3. Cihazın Atandığı Güzergahlar	4. Cihazın Atandığı Güzergahlar
1	809,0300	4 5 11 13 14 16 17 29 237 469	15 36 58 61 81 139 141 144 147 468	12 21 23 26 30 31 32 37 53 137	20 34 35 38 57 82 136 143 452 459
2	808,0267	5 9 12 14 16 29 147 237 470	4 8 13 17 65 82 83 139 239 469	15 18 19 22 26 31 33 81 143 169	6 30 32 37 53 56 57 137 238 460
3	808,0267	10 11 12 13 15 18 19 22 26 29	20 21 23 31 32 37 53 56 57 137	6 34 35 38 82 136 139 141 143 459	4 33 58 61 65 83 144 237 238 460
4	808,0267	5 8 9 14 17 237 459 468 469	10 11 15 18 19 21 22 26 238 239	4 7 16 20 58 65 81 147 169 460	30 31 32 33 36 53 56 57 137 139
5	809,0625	10 11 12 13 15 16 21 22 24 29	5 17 18 19 23 26 65 136 239 460	20 30 31 36 38 56 57 137 139 141	33 34 35 53 58 82 143 238 452 459
6	809,0625	10 11 12 13 15 16 21 22 25 29	5 17 18 19 23 26 65 136 239 460	20 30 31 36 38 56 57 137 139 141	33 34 35 53 58 82 143 238 452 459
7	808,0267	5 10 11 13 14 16 29 83 237 469	12 18 21 22 23 30 31 32 37 147	15 17 19 20 26 53 56 57 137	33 34 35 58 82 141 143 452 459 460
8	809,0750	10 11 12 13 15 16 22 26 27 29	14 18 19 21 23 32 37 53 147 468	5 17 20 30 31 56 57 169 460 469	4 36 38 81 137 139 144 237 238 470
9	809,0633	10 11 13 15 16 19 22 26 29 32	3 8 9 17 65 83 147 169 460 470	18 21 23 30 31 37 53 137 144 239	6 14 20 33 34 36 38 56 58 139
10	808,0267	10 11 12 13 14 15 16 18 22 26	20 23 30 32 36 37 53 56 57 137	21 31 34 38 82 136 139 141 143 459	33 35 58 61 65 83 144 238 452 460
11	809,0975	3 7 81 136 141 237 238 239 469 470	10 13 15 16 20 22 26 29 65 139	4 23 34 36 57 82 83 143 144 169	11 12 18 19 21 37 39 58 147 468
12	809,0692	10 11 14 15 16 17 29 40 460 469	22 23 32 37 81 83 147 237 238 452	12 18 19 21 26 30 31 53 57 137	6 7 9 20 36 56 65 239 468 470
13	809,0975	3 7 81 136 141 237 238 239 469 470	10 13 15 16 20 22 26 29 65 139	4 23 34 36 57 82 83 143 144 169	11 12 18 19 21 37 41 58 147 468
14	809,0692	10 11 14 15 16 17 29 42 460 469	22 23 32 37 81 83 147 237 238 452	12 18 19 21 26 30 31 53 57 137	6 7 9 20 36 56 65 239 468 470
15	807,0268	4 5 14 16 17 29 53 169 237 452	18 19 21 22 23 26 30 32 37 469	10 11 12 13 15 31 56 81 137 470	7 36 58 61 82 143 144 147 238 239
16	809,0817	10 11 13 14 16 29 32 53 54 237	4 8 9 17 20 31 33 56 57 459	12 18 19 21 22 26 36 83 141 147	34 35 38 58 82 136 139 143 452 469
17	809,0983	3 8 9 58 81 139 144 169 237 238	4 5 20 38 82 136 141 239 452 468	10 11 13 15 16 19 22 32 469 470	7 23 30 31 37 53 56 57 65 137
18	809,1042	6 7 141 147 169 237 238 239 468 469	10 11 12 13 15 16 19 22 26 144	18 21 30 32 37 53 84 136 139 470	20 34 36 38 56 57 82 137 143 459
19	809,1258	5 13 14 16 17 29 81 147 169 239	12 15 18 19 21 22 23 26 33 237	20 30 31 32 53 56 57 85 137 468	34 35 58 82 136 139 141 143 452 459
20	809,1258	5 13 14 16 17 29 81 147 169 239	12 15 18 19 21 22 23 26 33 237	20 30 31 32 53 56 57 86 137 468	34 35 58 82 136 139 141 143 452 459
21	809,1042	6 7 141 147 169 237 238 239 468 469	10 11 12 13 15 16 19 22 26 144	18 21 30 32 37 53 87 136 139 470	20 34 36 38 56 57 82 137 143 459
22	808,0267	10 11 13 14 15 16 17 26 29 65	3 12 36 83 143 144 147 468 469 470	4 5 7 19 20 23 61 239 459 460	30 31 32 34 53 56 57 136 137
23	808,0267	5 10 11 13 14 16 17 23 29 169	18 20 21 26 30 31 32 37 53 57	12 15 22 36 38 56 65 137 139	33 34 35 58 82 143 452 459 460 469
24	809,1267	5 10 11 13 14 16 17 29 169 239	12 15 18 19 22 26 81 147 237 468	20 30 31 32 36 53 56 57 137 138	34 35 37 38 61 82 136 139 141 459

Çizelge 4.13. (Devam) TCK 4.Bölge Müdürlüğü için olası çözümler

Çözüm No	Toplam Maliyet	5. Cihazın Atandığı Güzergahlar	6. Cihazın Atandığı Güzergahlar	7. Cihazın Atandığı Güzergahlar
1	809,0300	6 18 33 56 65 83 238 239 460 470	2 3 7 8 9 10 19 22 169	6683 6684 6685 6686 6687 6688 6689 6690 6691
2	808,0267	34 35 36 38 58 61 136 141 452 468	3 7 10 11 20 21 23 144 459	6683 6684 6685 6686 6687 6688 6689 6690 6691
3	808,0267	16 17 30 36 81 147 452 468 470	3 5 7 8 9 14 169 239 469	6683 6684 6685 6686 6687 6688 6689 6690 6691
4	808,0267	3 6 23 35 37 61 83 141 144 452	12 13 29 34 38 82 136 143 470	6683 6684 6685 6686 6687 6688 6689 6690 6691
5	809,0625	7 8 61 81 144 147 169 468 469 470	3 4 6 9 14 32 37 83 237	6683 6684 6685 6686 6687 6688 6689 6690 6691
6	809,0625	7 8 61 81 144 147 169 468 469 470	3 4 6 9 14 32 37 83 237	6683 6684 6685 6686 6687 6688 6689 6690 6691
7	808,0267	8 61 65 81 144 169 238 239 468 470	3 4 6 7 9 36 38 136 139	6683 6684 6685 6686 6687 6688 6689 6690 6691
8	809,0750	6 33 35 58 82 83 143 239 452 459	3 7 8 9 34 61 65 136 141	6683 6684 6685 6686 6687 6688 6689 6690 6691
9	809,0633	5 12 28 35 61 81 238 452 468 469	4 7 57 82 136 141 143 237 459	6683 6684 6685 6686 6687 6688 6689 6690 6691
10	808,0267	8 9 29 81 147 169 239 468 469	3 4 5 6 7 17 19 237 470	6683 6684 6685 6686 6687 6688 6689 6690 6691
11	809,0975	8 33 35 38 53 56 137 452 459 460	5 6 9 14 17 30 31 32 61	6683 6684 6685 6686 6687 6688 6689 6690 6691
12	809,0692	3 13 33 35 58 61 143 144 169 459	4 5 8 34 38 82 136 139 141	6683 6684 6685 6686 6687 6688 6689 6690 6691
13	809,0975	8 33 35 38 53 56 137 452 459 460	5 6 9 14 17 30 31 32 61	6683 6684 6685 6686 6687 6688 6689 6690 6691
14	809,0692	3 13 33 35 58 61 143 144 169 459	4 5 8 34 38 82 136 139 141	6683 6684 6685 6686 6687 6688 6689 6690 6691
15	807,0268	33 34 35 65 83 136 139 141 459 460	3 6 8 9 20 38 57 468	6683 6684 6685 6686 6687 6688 6689 6690 6691
16	809,0817	3 15 61 65 81 144 238 239 468 470	5 6 7 23 30 37 137 169 460	6683 6684 6685 6686 6687 6688 6689 6690 6691
17	809,0983	12 33 34 35 61 83 143 147 459 460	6 14 17 18 21 26 29 36 55	6683 6684 6685 6686 6687 6688 6689 6690 6691
18	809,1042	23 31 33 35 58 61 65 83 452 460	3 4 5 8 9 14 17 29 81	6683 6684 6685 6686 6687 6688 6689 6690 6691
19	809,1258	10 36 38 61 65 83 144 238 460 470	3 4 6 7 8 9 11 37 469	6683 6684 6685 6686 6687 6688 6689 6690 6691
20	809,1258	10 36 38 61 65 83 144 238 460 470	3 4 6 7 8 9 11 37 469	6683 6684 6685 6686 6687 6688 6689 6690 6691
21	809,1042	23 31 33 35 58 61 65 83 452 460	3 4 5 8 9 14 17 29 81	6683 6684 6685 6686 6687 6688 6689 6690 6691
22	808,0267	33 35 38 58 82 139 141 169 238 452	6 8 9 18 21 22 37 81 237	6683 6684 6685 6686 6687 6688 6689 6690 6691
23	808,0267	61 81 83 144 147 237 238 239 468 470	3 4 6 7 8 9 19 136 141	6683 6684 6685 6686 6687 6688 6689 6690 6691
24	809,1267	4 6 7 8 33 58 65 83 144 460	3 9 21 23 143 238 452 469 470	6683 6684 6685 6686 6687 6688 6689 6690 6691

Çizelge 4.13. (Devam) TCK 4.Bölge Müdürlüğü için olası çözümler

Çözüm No	Toplam Maliyet	8. Cihazın Atandığı Güzergahlar	9. Cihazın Atandığı Güzergahlar	10. Cihazın Atandığı Güzergahlar
1	809,0300	6692 6693 6694 6695 6696 6697 6698 6699 6700	6701 6702 6703 6704 6705 6706 6707 6708 6709	6710 6711 6712 6713 6714
2	808,0267	6692 6693 6694 6695 6696 6697 6698 6699 6700	6701 6702 6703 6704 6705 6706 6707 6708 6709	6710 6711 6712 6713 6714
3	808,0267	6692 6693 6694 6695 6696 6697 6698 6699 6700	6701 6702 6703 6704 6705 6706 6707 6708 6709	6710 6711 6712 6713 6714
4	808,0267	6692 6693 6694 6695 6696 6697 6698 6699 6700	6701 6702 6703 6704 6705 6706 6707 6708 6709	6710 6711 6712 6713 6714
5	809,0625	6692 6693 6694 6695 6696 6697 6698 6699 6700	6701 6702 6703 6704 6705 6706 6707 6708 6709	6710 6711 6712 6713 6714
6	809,0625	6692 6693 6694 6695 6696 6697 6698 6699 6700	6701 6702 6703 6704 6705 6706 6707 6708 6709	6710 6711 6712 6713 6714
7	808,0267	6692 6693 6694 6695 6696 6697 6698 6699 6700	6701 6702 6703 6704 6705 6706 6707 6708 6709	6710 6711 6712 6713 6714
8	809,0750	6692 6693 6694 6695 6696 6697 6698 6699 6700	6701 6702 6703 6704 6705 6706 6707 6708 6709	6710 6711 6712 6713 6714
9	809,0633	6692 6693 6694 6695 6696 6697 6698 6699 6700	6701 6702 6703 6704 6705 6706 6707 6708 6709	6710 6711 6712 6713 6714
10	808,0267	6692 6693 6694 6695 6696 6697 6698 6699 6700	6701 6702 6703 6704 6705 6706 6707 6708 6709	6710 6711 6712 6713 6714
11	809,0975	6692 6693 6694 6695 6696 6697 6698 6699 6700	6701 6702 6703 6704 6705 6706 6707 6708 6709	6710 6711 6712 6713 6714
12	809,0692	6692 6693 6694 6695 6696 6697 6698 6699 6700	6701 6702 6703 6704 6705 6706 6707 6708 6709	6710 6711 6712 6713 6714
13	809,0975	6692 6693 6694 6695 6696 6697 6698 6699 6700	6701 6702 6703 6704 6705 6706 6707 6708 6709	6710 6711 6712 6713 6714
14	809,0692	6692 6693 6694 6695 6696 6697 6698 6699 6700	6701 6702 6703 6704 6705 6706 6707 6708 6709	6710 6711 6712 6713 6714
15	807,0268	6692 6693 6694 6695 6696 6697 6698 6699 6700	6701 6702 6703 6704 6705 6706 6707 6708 6709	6710 6711 6712 6713 6714
16	809,0817	6692 6693 6694 6695 6696 6697 6698 6699 6700	6701 6702 6703 6704 6705 6706 6707 6708 6709	6710 6711 6712 6713 6714
17	809,0983	6692 6693 6694 6695 6696 6697 6698 6699 6700	6701 6702 6703 6704 6705 6706 6707 6708 6709	6710 6711 6712 6713 6714
18	809,1042	6692 6693 6694 6695 6696 6697 6698 6699 6700	6701 6702 6703 6704 6705 6706 6707 6708 6709	6710 6711 6712 6713 6714
19	809,1258	6692 6693 6694 6695 6696 6697 6698 6699 6700	6701 6702 6703 6704 6705 6706 6707 6708 6709	6710 6711 6712 6713 6714
20	809,1258	6692 6693 6694 6695 6696 6697 6698 6699 6700	6701 6702 6703 6704 6705 6706 6707 6708 6709	6710 6711 6712 6713 6714
21	809,1042	6692 6693 6694 6695 6696 6697 6698 6699 6700	6701 6702 6703 6704 6705 6706 6707 6708 6709	6710 6711 6712 6713 6714
22	808,0267	6692 6693 6694 6695 6696 6697 6698 6699 6700	6701 6702 6703 6704 6705 6706 6707 6708 6709	6710 6711 6712 6713 6714
23	808,0267	6692 6693 6694 6695 6696 6697 6698 6699 6700	6701 6702 6703 6704 6705 6706 6707 6708 6709	6710 6711 6712 6713 6714
24	809,1267	6692 6693 6694 6695 6696 6697 6698 6699 6700	6701 6702 6703 6704 6705 6706 6707 6708 6709	6710 6711 6712 6713 6714

4.6.2. TCK 15. Bölge

T.C. Karayolları 15. Bölgesinde; 75 adet kesim bulunmaktadır ve bu bölge sınırları ile sorumluluğundaki yol kesim ve dilimlerini gösteren Bölge haritası; elektronik olarak [EK-11]' de sunulmaktadır. Kesimler arasındaki bağlantılar bu haritada görülen ağ bilgilerine göre belirlenmiştir. Merkez olarak 15.Bölge Müdürlüğü yerleşim alanı veya binası seçilmiştir. Bu bölgeye ait kesim bilgileri; kontrol kesim no, dilim no, yeniden isimlendirildiği no ve uzunlukları ekte elektronik olarak “15.Bölge” isimli dosyada ve “kesimler” isimli sayfada verilmektedir.

Cihazlar; merkezden başlamak ve merkezde bitmek üzere ölçüm yapmakta ve görevlendirildiği kesim ölçümlerini tamamlamaktadır. Bunun için birbiri ile bağlantılı olan kontrol kesim noktaları arasındaki mesafeler hesaplanmıştır. Kontrol kesim noktalarının orta noktasında ölçüm yapılacağı kabul edilmiş ve noktalar arası uzunluklar hesaplanırken bu uzunluklar dikkate alınmıştır.

Merkezden yola çıkıp yine merkeze dönen güzergahlar değerlendirilmeye alınacağı için bu güzergahlardan 1 den başlayıp 1 de biten güzergahlar dikkate alınmıştır. Bu bölümde cihazın dolaşacağı toplam kesim sayısı programın oluşturduğu olasılık sayısının aşırı fazla olması nedeniyle 17 ile sınırlandırılmıştır. [EK-2]' de verilen makro programı çalıştırıldığında 4349 adet olasılık bulunmuştur. Bu olasılıklar ekte elektronik olarak verilen “15.Bölge” isimli ve “olasılıklar” isimli sayfada verilmektedir.

Bölgede yer alan tüm kesimlerin ölçülmesi amacıyla elde edilen olasılıklar kullanılarak kombinasyonlar oluşturulmuştur. 75 adet ölçülmesi gereken kesim bulunmaktadır. Bu kesimlerin hangi olasılıklar kullanılarak ölçülebileceği [EK-5]' de verilen makro programı çalıştırılarak belirlenmiştir. Kombinasyonlar maliyetleri ile birlikte en düşük maliyetten en yükseğine göre listelenmiştir. Bu kombinasyonlar ekte elektronik olarak verilen “15.Bölge” isimli ve “kombinasyonlar” isimli sayfada verilmektedir.

Son aşamada ise ölçülmesi gereken kesimlerin hangi cihazlarla ölçüldüğü bulunmuştur. [EK-6]' da verilen makro programı ile optimum çözüm elde edilinceye kadar tüm olasılıklar gözden geçirilerek 90 günlük maksimum çalışma süresi için kesimlerin tamamını ölçebilecek cihaz adeti ve toplam maliyetler hesaplanmıştır. Çizelge 4.14' de bazı olası çözümler verilmektedir. Bu olasılıklardan 4350 ile 4382 arasındaki güzergahlar program tarafından otomatik olarak atanmış olasılıklardır. Bu atanan güzergahlar cihazların dolaşacağı güzergah sayısının 17 ile sınırlandırılmasından kaynaklanmaktadır. Bu çözümlerin tümü ekte elektronik olarak verilen “15.Bölge” isimli ve “maliyetler” isimli sayfada verilmektedir. Bu belirlenen program her mevsim tekrarlandığı zaman bu bölgenin bütün kesimleri 7 cihaz ile ölçülmüş olacaktır.

Çizelge 4.14. TCK 15.Bölge Müdürlüğü için olası çözümler

Çözüm No	Toplam Maliyet	1. Cihazın Atandığı Güzergahlar	2. Cihazın Atandığı Güzergahlar	3. Cihazın Atandığı Güzergahlar	4. Cihazın Atandığı Güzergahlar
1	495,0800	9 12 14 15 36 41 42 46 89 236	43 96 107 112 119 248 250 284 311 312	5 6 11 16 33 91 247 271 283 310	2 3 4 4377 4378 4379 4380 4381 4382
2	495,0817	9 14 15 19 41 42 46 89 91 236	43 96 107 112 119 247 248 250 311 312	3 5 6 16 33 36 271 283 284 310	2 4 11 4377 4378 4379 4380 4381 4382
3	495,0817	9 14 15 23 41 42 46 89 91 236	43 96 107 112 119 247 248 250 311 312	3 5 6 16 33 36 271 283 284 310	2 4 11 4377 4378 4379 4380 4381 4382
4	495,0833	9 14 15 31 36 41 42 46 96 236	43 107 112 247 248 250 284 310 311 312	2 5 6 11 16 33 89 91 119 283	3 4 271 4377 4378 4379 4380 4381 4382
5	495,1150	9 14 15 41 42 46 47 89 236 247	36 43 96 107 119 248 250 284 311 312	3 5 6 16 33 91 112 271 283 310	2 4 11 4377 4378 4379 4380 4381 4382
6	495,0850	5 9 11 14 41 56 89 91 107 236	2 43 46 112 247 248 250 310 311 312	15 16 33 36 42 96 119 271 283 284	3 4 6 4377 4378 4379 4380 4381 4382
7	495,1150	9 14 15 41 42 46 61 89 236 247	36 43 96 107 119 248 250 284 311 312	3 5 6 16 33 91 112 271 283 310	2 4 11 4377 4378 4379 4380 4381 4382
8	495,0850	5 9 11 14 41 62 89 91 107 236	2 43 46 112 247 248 250 310 311 312	15 16 33 36 42 96 119 271 283 284	3 4 6 4377 4378 4379 4380 4381 4382
9	495,1183	14 15 36 41 42 46 89 91 107 236	5 9 43 96 112 119 247 248 250 311	6 11 16 33 81 271 283 284 310 312	2 3 4 4377 4378 4379 4380 4381 4382
10	495,1183	14 15 36 41 42 46 89 91 107 236	5 9 43 96 112 119 247 248 250 311	6 11 16 33 93 271 283 284 310 312	2 3 4 4377 4378 4379 4380 4381 4382
11	495,1183	9 14 15 36 41 42 46 96 119 236	43 89 91 107 112 247 248 250 311 312	3 5 6 16 33 97 271 283 284 310	2 4 11 4377 4378 4379 4380 4381 4382
12	495,1183	9 14 15 36 41 42 46 96 119 236	43 89 91 107 112 247 248 250 311 312	3 5 6 16 33 98 271 283 284 310	2 4 11 4377 4378 4379 4380 4381 4382
13	495,1517	9 14 15 36 41 42 89 107 126 236	2 4 11 96 112 119 247 248 310 311	5 16 43 46 91 250 271 283 284 312	3 6 33 4377 4378 4379 4380 4381 4382
14	495,0917	9 14 15 41 42 46 89 96 144 236	3 11 107 112 247 248 250 310 311 312	2 4 5 6 36 43 91 119 283 284	16 33 271 4377 4378 4379 4380 4381 4382
15	495,1217	3 6 15 33 42 43 89 91 96 250	107 112 119 148 247 248 284 310 311 312	5 9 11 14 16 36 41 46 236 283	2 4 271 4377 4378 4379 4380 4381 4382
16	495,1217	3 6 15 33 42 43 89 91 96 250	107 112 119 150 247 248 284 310 311 312	5 9 11 14 16 36 41 46 236 283	2 4 271 4377 4378 4379 4380 4381 4382
17	495,1517	9 14 15 36 41 42 89 107 154 236	2 4 11 96 112 119 247 248 310 311	5 16 43 46 91 250 271 283 284 312	3 6 33 4377 4378 4379 4380 4381 4382
18	495,0917	9 14 15 41 42 46 89 96 155 236	3 11 107 112 247 248 250 310 311 312	2 4 5 6 36 43 91 119 283 284	16 33 271 4377 4378 4379 4380 4381 4382
19	495,1217	3 6 15 33 42 43 89 91 96 250	107 112 119 156 247 248 284 310 311 312	5 9 11 14 16 36 41 46 236 283	2 4 271 4377 4378 4379 4380 4381 4382
20	495,1217	3 6 15 33 42 43 89 91 96 250	107 112 119 157 247 248 284 310 311 312	5 9 11 14 16 36 41 46 236 283	2 4 271 4377 4378 4379 4380 4381 4382
21	495,1250	9 14 15 36 41 42 46 96 205 236	43 107 112 247 248 250 284 310 311 312	2 5 6 11 16 33 89 91 119 283	3 4 271 4377 4378 4379 4380 4381 4382
22	495,1550	9 14 15 16 36 46 89 236 310 311	6 43 107 112 119 209 247 248 250 312	5 11 33 41 42 91 96 271 283 284	2 3 4 4377 4378 4379 4380 4381 4382
23	495,1250	9 14 15 36 41 42 46 96 236 237	43 107 112 247 248 250 284 310 311 312	2 5 6 11 16 33 89 91 119 283	3 4 271 4377 4378 4379 4380 4381 4382
24	495,1550	9 14 15 36 41 42 46 96 119 236	43 107 112 247 248 250 284 310 311 312	5 6 11 16 33 89 91 245 271 283	2 3 4 4377 4378 4379 4380 4381 4382

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın tamamında yer alan analizler, yaklaşım, yöntem, kıyaslamalar ve değerlendirmeler ışığında elde edilen sonuçlar ilgili konularına göre aşağıda sunulmaktadır.

Görev Programı hazırlıklarına ilişkin olarak;

- i. İş Programının hazırlanmasında ilgilenilen bölgede yer alan ve trafik bilgilerinde farklılıklar oluşması mümkün tüm kesim ve dilimler ölçüm yapılacak nodüller olarak tanımlanmalıdır.
- ii. Nodüller arasında oluşturulabilecek tüm bağ ve güzergahların oluşturulabilmesinde her bir kesim veya nodülün diğer nodüllerle bağlantıları özenle belirlenmelidir.
- iii. Nodüller kesim ve dilimlerinin orta noktası gibi kabul edilebileceği gibi kesimin başlangıcı ve bitişi olarak da belirlenebilmektedir. Ancak yaklaşım olarak kolay anlaşılır veya anlatılır olmasına karşın ilgilenilen yol kesimlerinin trafik ölçümlerine ve cihazların yerleştirilmesine uygun kısımların nodül olarak tanımlanması ve uzaklıkların bu fiili noktalara olan uzaklıklar cinsinden ele alınması daha hassas bağ, bağlantı ve güzergahlar oluşturacaktır.
- iv. Kesim ve dilimlerinde herhangi bir değişiklik olmadığında bu bilgilerin ve bu bilgilerle elde edilen tüm olası güzergah ve görev güzergahı veya döngülerinin değişmeyeceği, aynı çalışma ve analizlerin aynı veri ve üretilen güzergahlarla yapıldığı unutulmamalıdır.
- v. Olası güzergahların tamamının tespitinden çok, tanımlanacak her bir kesim, dilim veya nodüle erişimin sağlandığından, mümkünse tüm nodülleri içeren güzergahların elde edildiğinden ya da görev güzergahı üzerinde maksimum çalışma süresi de dikkate alınarak trafik ölçümü yapılabilecek maksimum nodül adetinin üstünde farklı nodül içeren güzergahlar elde edildiğinden emin olunmalıdır. Bir başka deyişle; her bir nodüle erişilebilen ve güzergah üzerinde

maksimum sayıda ölçüm yapılabilecek farklı nodülleri içeren güzergahların oluşturulması sağlanmalıdır.

- vi. Aynı görev güzergahları farklı cihazlara atanabileceğinden birden çok kez de kullanılabilir. vii. Güzergah atamalarında en uzun olası güzergahların değerlendirmeye alınması çözümün elde edilmesini hızlandırmaktadır.
- viii. Trafik ölçüm programlarının hazırlanmasında ve uygulanmasında farklı çalışma süreleri belirlenmesi mümkün olmasına karşın maksimum sürenin 90 gün veya tek bir mevsim olarak ele alınması ve diğer mevsimlerde de aynen tekrarlanması en uygun yaklaşımdır.
- ix. İki mevsim (180 gün), üç mevsim (270 gün) ve dört mevsim (360 gün) boyunca belirlenen maksimum çalışma sürelerine göre yapılan planlamalarda ayrıca her bir kesimin her mevsim trafik ölçümlerinin gerçekten tamamlanıp tamamlanmadığının kontrolü gerekli olmakta ve yıllık bazda dört mevsim ölçümlerinin tamamlanması için geri kalan periyot ve mevsimlerinde de aynı çözüm ya da iş programlarının uygulanması imkansız bir durum ortaya koymaktadır. Yıllık ve 360 gün sınırına göre oluşturulan iş programlarında bir kesimin her mevsimin ölçümlerinin yapılması tamamlanamadığından aynı görevlendirmelerin bu mevsimlik ölçümleri tamamlamak üzere kaydırmalı olarak farklı cihazlara da atanması gerekmektedir. Bu da; cihazların 360 gün boyunca arızasız ve bakım ya da onarım ihtiyacı olmaksızın çalışma zorunluluğunu doğurmaktadır ki bu da neredeyse imkansızdır.
- x. Erişilemeyen kesimlerde trafik ölçümü için oluşturulan hayali güzergahlar kullanıcı tarafından değerlendirilerek bu noktalarda ölçüm yapıp yapılmayacağına ya da ölçümü yapacak cihazın bu noktalara erişimine karar verilmektedir.
- xi. Olası çözümler veya kombinasyon ve maliyetleri sıralandığında uygulanmasına karar verilen programda oluşabilecek herhangi bir aksaklık karşısında diğer çözümler de göz önüne alınarak aksaklığı giderecek ya da bertaraf edecek yeni düzenlemeler yapılabilmektedir.

Trafik ölçümlerine ilişkin olarak;

- i. Cihazlarda kullanılan ekipmanın kaliteli olmasına dikkat edilmeli, yeni malzemeler mutlaka test edilmeli ve planlanan süreler içinde problemsiz olarak çalışmaları sağlanmalıdır.
- ii. Hava durumu sürekli takip edilmeli, gerekli görülecek hallerde ölçüm programı; hava şartlarına göre yeniden düzenlenmeli veya revize edilmelidir.
- iii. Her bölgenin ekipman ve personel ihtiyacı planlanan iş programı ve görevlendirmelere göre önceden belirlenip, iş programı başlamadan önce tüm eksiklikleri giderilmelidir.
- iv. Bölgeler arasında koordinasyonun sağlanabilmesi için ölçüm programı ve bölgelerin ihtiyaçları genel merkez tarafından koordine edilmelidir.
- v. Trafik hacminin fazla olduğu ve kış şartları nedeniyle kurulumda sıkıntı çekilen kesimlere sabit trafik sayım ve sınıflandırma cihazları tercih edilmeli ve kullanılmalıdır.

Görevlendirmeye ilişkin olarak;

- i. Bütün bölgelerin her biri için bu çalışma ayrı ayrı yapılmalı; cihaz ihtiyaçları ve bölge görüşleri göz önünde bulundurularak trafik ölçüm iş programları genel merkez tarafından belirlenmelidir.
- ii. Bölge içerisinde cihazlar ve görevlendirmelerle ilgili seçilen merkezden uzaklığı veya bu merkeze bağlantısının yetersizliği nedenleriyle erişilemeyen veya trafiği ölçülemeyen kesimlere mümkün olduğunca sabit trafik sayım ve sınıflandırma istasyonları kurulmalıdır.
- iii. Bu çalışma bütün bölgelerde mevcut ekipmanın boş kaldığı zamanlar belirlenerek, ölçüm programında sıkıntısı olan diğer bölgelere veya ölçüm kesim adetlerinin artırılarak bu noktalarda da ölçüm yapılabilmesi için boş

kalan cihazların görevlendirilmesi ve orta ve uzun vadeli iş programlarının yapılması yararlı olacaktır.

- iv. Çalışma programları hazırlanırken, bu programın mevsimsel olarak hazırlanması cihazların atanması yönünden daha kolay ve akılcı olmaktadır. Bir mevsim için belirlenen bir program diğerlerinde de aynen uygulanmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Şaşmaz, Y., “ WIM istasyonlarından alınan verilerin analizleri ve eksik bilgi yaklaşımları ”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 5-20 (2004).
2. “WIM bilgileri”, **T.C. Karayolları Genel Müdürlüğü**, Ankara (2006).
3. “Metrocount OTSS cihazı bilgileri”, **T.C. Karayolları Genel Müdürlüğü**, Ankara (2006).
4. Köylüoğlu, A. N., “ Karayolları Genel Müdürlüğü WIM ölçüm verileriyle mevsimsel yedi günlük verilerin karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 12-15 (2005).
5. Othman, S. J., “Yeni bir karayolu trafik tahmin yöntemi ve WIM örneği” , Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 15-100 (2005).
6. Delibaş, R., “Karayolları noktasal trafik verilerinin kullanılarak kesimsel trafik karakteristiklerinin irdelenmesi” , Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 7-27 (2005).

EKLER

EK-1 Kesimler arasındaki mesafeleri hesaplayan makro programı

Sub nodeolustur()

Dim bolge11bagadi(1 To 150) As String

Dim bolge11bagkm(1 To 150) As Double

Dim bolge11link(1 To 150, 1 To 150) As Integer

Dim bolge11linkkm(1 To 150, 1 To 150) As Double

Worksheets("node").Activate

Worksheets("node").Range(Cells(1, 1), Cells(65536, 256)).Clear

For i = 2 To 65536

If IsEmpty(Worksheets("kesim").Cells(i, 4)) Then

 satirson = i - 2

 GoTo atlal

Else

 bolge11bagadi(i - 1) = Worksheets("kesim").Cells(i, 4) + "--" +

Right\$(Str\$(Worksheets("kesim").Cells(i, 5)), Len(Str\$(Worksheets("kesim").Cells(i, 5))) - 1)

 bolge11bagkm(i - 1) = Worksheets("kesim").Cells(i, 6)

End If

Next i

atlal:

For i = 1 To satirson

 For j = 1 To satirson

 If IsEmpty(Worksheets("kesim").Cells(i + 1, 7 + j)) Then

 bolge11link(i, j) = 0

 Else

 If Worksheets("kesim").Cells(i + 1, 7 + j) > 0 Then

 bolge11link(i, j) = 1

 bolge11linkkm(i, j) = bolge11bagkm(i) / 2 + bolge11bagkm(j) / 2

 Else

 bolge11link(i, j) = 0

 End If

EK-1 (Devam) Kesimler arasındaki mesafeleri hesaplayan makro programı

```
End If
Next j
Next i

For i = 1 To satirson

    For j = 1 To satirson

        If bolge11link(i, j) = 1 And bolge11link(j, i) = 0 Then
            bolge11link(j, i) = bolge11link(i, j)
            bolge11linkkm(j, i) = bolge11linkkm(i, j)
        End If
    Next j
Next i

Worksheets("node").Cells(1, 1) = "KKD-ADI"
Worksheets("node").Cells(1, 2) = "KKD-NO"

For i = 1 To satirson

    Worksheets("node").Cells(i + 2, 1) = bolge11bagadi(i)
    Worksheets("node").Cells(i + 2, 2) = i
    Worksheets("node").Cells(1, i + 2) = bolge11bagadi(i)
    Worksheets("node").Cells(2, i + 2) = i

    For j = 1 To satirson

        Worksheets("node").Cells(i + 2, j + 2) = bolge11linkkm(i, j)
    Next j
Next i

End Sub
```

EK-2 Olası güzergahları analiz eden makro programı

```
Sub ensonpathler()
```

```
Dim node(1 To 254, 1 To 254) As Integer
```

```
Dim pathname(1 To 1965536) As String
```

```
Dim pathcost(1 To 1965536) As Double
```

```
arachizi = 50
```

```
dahaoncekinek = 0 '1 devam 0 yeniden basla
```

```
For i = 1 To 1
```

```
  For j = 1 To nodeadet
```

```
    If IsEmpty(Worksheets("node").Cells(i + 2, j + 2)) Then
```

```
      nodeadet = j - 1
```

```
      GoTo atla
```

```
    End If
```

```
  Next j
```

```
Next i
```

```
atla:
```

```
For i = 1 To nodeadet
```

```
  For j = 1 To nodeadet
```

```
    node(i, j) = Worksheets("node").Cells(i + 2, j + 2)
```

```
  Next j
```

```
Next i
```

```
For i = 1 To nodeadet
```

```
  For j = 1 To nodeadet
```

```
    If node(i, j) > 0 And node(j, i) = 0 Then node(j, i) = node(i, j)
```

```
    If node(j, i) > 0 And node(i, j) = 0 Then node(i, j) = node(j, i)
```

```
  Next j
```

```
Next i
```

```
If Int(nodeadet / 1) > 0 And Int(nodeadet / 10) = 0 Then hane = 2
```

```
If Int(nodeadet / 10) > 0 And Int(nodeadet / 100) = 0 Then hane = 3
```

```
If Int(nodeadet / 100) > 0 And Int(nodeadet / 1000) = 0 Then hane = 4
```

EK-2 (Devam) Olası güzergahları analiz eden makro programı

```

pathno = 0
sabitisim = "0000"
maxtekrar = 2

yenidenbasla:
If dahaoncekinek = 0 Then Open "c:\dummyspaths.txt" For Output As #1
If dahaoncekinek = 0 Then

For i = 1 To 1
  For ii = 2 To nodeadet
    If node(i, ii) > 0 Then
      If i < 10 Then isim1$ = Right$(sabitisim, hane - 1) + Right$(Str$(i), Len(Str$(i)) - 1)
      If i > 9 And i < 100 Then isim1$ = Right$(sabitisim, hane - 2) + Right$(Str$(i), Len(Str$(i)) - 1)
      If i > 99 And i < 1000 Then isim1$ = Right$(sabitisim, hane - 3) + Right$(Str$(i), Len(Str$(i)) -
1)

      If ii < 10 Then isim2$ = Right$(sabitisim, hane - 1) + Right$(Str$(ii), Len(Str$(ii)) - 1)
      If ii > 9 And ii < 100 Then isim2$ = Right$(sabitisim, hane - 2) + Right$(Str$(ii), Len(Str$(ii)) -
1)

      If ii > 99 And ii < 1000 Then isim2$ = Right$(sabitisim, hane - 3) + Right$(Str$(ii), Len(Str$(ii))
- 1)

      pathno = pathno + 1
      pathname(pathno) = isim1$ + isim2$
      pathcost(pathno) = node(i, ii) / 50 / 24
      kolonadet = Int(pathno / 65536)
      Print #1, pathname(pathno)
      Print #1, pathcost(pathno)
    End If
  Next ii
Next i
Else

Open "c:\dummyspaths.txt" For Input As #1
pathno = 0

```

EK-2 (Devam) Olası güzergahları analiz eden makro programı

Do Until EOF(1)

pathno = pathno + 1

Input #1, pathname(pathno)

Input #1, pathcost(pathno)

Loop

Close #1

Open "c:\dummpaths.txt" For Append As #1

If pathno = 0 Then

dahaoncekinek = 0

GoTo yenidenbasla

End If

okumatamam:

End If

pathbas = 1

pathson = pathno

dongu1:

For j = pathbas To pathson

i = Val(Right\$(pathname(j), hane))

If i = 1 Then GoTo baska1

For ii = 1 To nodeadet

If node(i, ii) > 0 Then

If ii < 10 Then isim2\$ = Right\$(sabitisim, hane - 1) + Right\$(Str\$(ii), Len(Str\$(ii)) - 1)

If ii > 9 And ii < 100 Then isim2\$ = Right\$(sabitisim, hane - 2) + Right\$(Str\$(ii), Len(Str\$(ii)) -

1)

If ii > 99 And ii < 1000 Then isim2\$ = Right\$(sabitisim, hane - 3) + Right\$(Str\$(ii), Len(Str\$(ii))

- 1)

dummyname = pathname(j) + isim2\$

If Int(Len(dummyname) / hane) > 3 Then

For m = 1 To Int(Len(pathname(j)) / hane)

ilknode = Mid\$(pathname(j), (m - 1) * hane + 1, hane)

EK-2 (Devam) Olası güzergahları analiz eden makro programı

```

nodetekrar = 1
  For mm = m + 1 To Int(Len(pathname(j)) / hane)
    If ilknode = Mid$(pathname(j), (mm - 1) * hane + 1, hane) Then nodetekrar = nodetekrar +
1
    Next mm
    If ilknode = isim2$ Then
      If nodetekrar + 1 > maxtekrar Then GoTo baska2
    End If
  Next m
  dummyname = pathname(j) + isim2$

  For m = 1 To Int(Len(dummyname) / hane) - 3
    If Mid$(dummyname, (m - 1) * hane + 1, hane) = Mid$(dummyname, (m + 1) * hane + 1,
hane) And Mid$(dummyname, (m) * hane + 1, hane) = Mid$(dummyname, (m + 2) * hane + 1, hane)
Then GoTo baska2
  Next m
  End If

  For k = 1 To pathno
    If pathname(k) = pathname(j) + isim2$ Then GoTo baska2
    'burada alet 87 gun dolasiyor ve tek bir ölçum yapıyor gibi işlem yaptık
    If pathcost(j) + node(i, ii) / 50 / 24 > toplamsure - olcumsure Then GoTo baska2
  Next k

  pathno = pathno + 1
  pathname(pathno) = pathname(j) + isim2$
  pathcost(pathno) = pathcost(j) + node(i, ii) / 50 / 24

  kolonadet = Int((pathno - 1) / 65536)
  Print #1, pathname(pathno)
  Print #1, pathcost(pathno)
End If
baska2:
  Next ii

```

EK-2 (Devam) Olası güzergahları analiz eden makro programı

baska1:

Next j

 If pathson < pathno Then

 pathbas = pathson

 pathson = pathno

 GoTo dongu1

 End If

cik:

Worksheets("ensonpathler").Activate

Range("a1", "iv65536").Clear

 Columns("A:A").Select

 Selection.NumberFormat = "@"

 Columns("C:C").Select

 Selection.NumberFormat = "@"

 Columns("E:E").Select

 Selection.NumberFormat = "@"

 satir = 1

 kolon = 0

 For j = 1 To pathno

 If Val(Right\$(pathname(j), hane)) = 1 And Val(Left\$(pathname(j), hane)) = 1 Then

 satir = satir + 1

 If satir > 65537 Then

 satir = 2

 kolon = kolon + 1

 'kolonlari artiralim

 End If

 Worksheets("ensonpathler").Cells(satir, 1 + kolon * 2) = pathname(j)

 Worksheets("ensonpathler").Cells(satir, 2 + kolon * 2) = pathcost(j)

 End If

Next j

ActiveWorkbook.Save

End Sub

EK-3 Sayıma merkezden başlayıp tekrar merkeze dönen güzergahlar

No	Cihazın Dolıştığı Noktalar	Maliyet
2	001021024023022015014005006005014015022023024021001	0.253333333
3	001015022023024021024023022015014013014005006005001	0.249166667
4	001015022023024021024023022015014005006005014013001	0.249166667
5	001013014015022023024021024023022015014005006005001	0.25
6	001013014005006005014015022023024021024023022015001	0.249166667
7	001005006005014015022023024021024023022015014013001	0.25
8	001005006005014013014015022023024021024023022015001	0.249166667
9	001015022023024021024023022015014005006005014001	0.234166667
10	001014015022023024021024023022015014005006005001	0.235
11	001014005006005014015022023024021024023022015001	0.234166667
12	001005006005014015022023024021024023022015014001	0.235
13	001021024023022015014013014015022023024021001	0.236666667
14	001021024023022015014005014015022023024021001	0.236666667
15	001015022023024023022015014013014005006005001	0.225833333
16	001015022023024023022015014005006005014013001	0.225833333
17	001015022023024021024023022015014013014005001	0.2325
18	001015022023024021024023022015014005014013001	0.2325
19	001015022023024021024023022015014005006005001	0.225833333
20	001013014015022023024023022015014005006005001	0.226666667
21	001013014015022023024021024023022015014013001	0.233333333
22	001013014015022023024021024023022015014005001	0.233333333
23	001013014005014015022023024021024023022015001	0.2325
24	001013014005006005014015022023024023022015001	0.225833333
25	001005014015022023024021024023022015014013001	0.233333333
26	001005014015022023024021024023022015014005001	0.233333333
27	001005014013014015022023024021024023022015001	0.2325
28	001005006005014015022023024023022015014013001	0.226666667
29	001005006005014015022023024021024023022015001	0.225833333
30	001005006005014013014015022023024023022015001	0.225833333
31	001015022023024023022015014005006005014001	0.210833333
32	001015022023024021024023022015014013014001	0.2175
33	001015022023024021024023022015014005014001	0.2175
34	001014015022023024023022015014005006005001	0.211666667
35	001014015022023024021024023022015014013001	0.218333333
36	001014015022023024021024023022015014005001	0.218333333
37	001014013014015022023024021024023022015001	0.2175
38	001014005014015022023024021024023022015001	0.2175
39	001014005006005014015022023024023022015001	0.210833333
40	001013014015022023024021024023022015014001	0.218333333
41	001005014015022023024021024023022015014001	0.218333333
42	001005006005014015022023024023022015014001	0.211666667
43	001021024023022015014015022023024021001	0.213333333
44	001021024023022015014013014005006005001	0.17
45	001021024023022015014005006005014015001	0.165833333

EK-3 (Devam) Sayıma merkezden başlayıp tekrar merkeze dönen güzergahlar

No	Cihazın Dolıştığı Noktalar	Maliyet
46	001021024023022015014005006005014013001	0.17
47	001015022023024023022015014013014005001	0.209166667
48	001015022023024023022015014005014013001	0.209166667
49	001015022023024023022015014005006005001	0.2025
50	001015022023024021024023022015014013001	0.209166667
51	001015022023024021024023022015014005001	0.209166667
52	001015022023022015014013014005006005001	0.189166667
53	001015022023022015014005006005014013001	0.189166667
54	001015014005006005014015022023024021001	0.165833333
55	001014015022023024021024023022015014001	0.203333333
56	001013014015022023024023022015014013001	0.21
57	001013014015022023024023022015014005001	0.21
58	001013014015022023024021024023022015001	0.209166667
59	001013014015022023022015014005006005001	0.19
60	001013014005014015022023024023022015001	0.209166667
61	001013014005006005014015022023024021001	0.17
62	001013014005006005014015022023022015001	0.189166667
63	001005014015022023024023022015014013001	0.21
64	001005014015022023024023022015014005001	0.21
65	001005014015022023024021024023022015001	0.209166667
66	001005014013014015022023024023022015001	0.209166667
67	001005006005014015022023024023022015001	0.2025
68	001005006005014015022023022015014013001	0.19
69	001005006005014013014015022023024021001	0.17
70	001005006005014013014015022023022015001	0.189166667
71	001021024023022015014005006005014001	0.155
72	001015022023024023022015014013014001	0.194166667
73	001015022023024023022015014005014001	0.194166667
74	001015022023024021024023022015014001	0.194166667
75	001015022023022015014005006005014001	0.174166667
76	001014015022023024023022015014013001	0.195
77	001014015022023024023022015014005001	0.195
78	001014015022023024021024023022015001	0.194166667
79	001014015022023022015014005006005001	0.175
80	001014013014015022023024023022015001	0.194166667
81	001014005014015022023024023022015001	0.194166667
82	001014005006005014015022023024021001	0.155
83	001014005006005014015022023022015001	0.174166667
84	001013014015022023024023022015014001	0.195
85	001005014015022023024023022015014001	0.195
86	001005006005014015022023022015014001	0.175
87	001021024023022015022023024021001	0.193333333
88	001021024023022015014013014015001	0.149166667
89	001021024023022015014013014005001	0.153333333
90	001021024023022015014005014015001	0.149166667

EK-3 (Devam) Sayıma merkezden başlayıp tekrar merkeze dönen güzergahlar

No	Cihazın Dolıştığı Noktalar	Maliyet
91	001021024023022015014005014013001	0.153333333
92	001021024023022015014005006005001	0.146666667
93	001015022023024023022015014013001	0.185833333
94	001015022023024023022015014005001	0.185833333
95	001015022023024021024023022015001	0.185
96	001015022023022015014013014005001	0.1725
97	001015022023022015014005014013001	0.1725
98	001015022023022015014005006005001	0.165833333
99	001015022015014013014005006005001	0.125833333
100	001015022015014005006005014013001	0.125833333
101	001015014013014015022023024021001	0.149166667
102	001015014005014015022023024021001	0.149166667
103	001014015022023024023022015014001	0.18
104	001013014015022023024023022015001	0.185833333
105	001013014015022023022015014013001	0.173333333
106	001013014015022023022015014005001	0.173333333
107	001013014015022015014005006005001	0.126666667
108	001013014005014015022023024021001	0.153333333
109	001013014005014015022023022015001	0.1725
110	001013014005006005014015022015001	0.125833333
111	001005014015022023024023022015001	0.185833333
112	001005014015022023022015014013001	0.173333333
113	001005014015022023022015014005001	0.173333333
114	001005014013014015022023024021001	0.153333333
115	001005014013014015022023022015001	0.1725
116	001005006005014015022023024021001	0.146666667
117	001005006005014015022023022015001	0.165833333
118	001005006005014015022015014013001	0.126666667
119	001005006005014013014015022015001	0.125833333
120	001021024023022015014013014001	0.138333333
121	001021024023022015014005014001	0.138333333
122	001015022023024023022015014001	0.170833333
123	001015022023022015014013014001	0.1575
124	001015022023022015014005014001	0.1575
125	001015022015014005006005014001	0.110833333
126	001014015022023024023022015001	0.170833333
127	001014015022023022015014013001	0.158333333
128	001014015022023022015014005001	0.158333333
129	001014015022015014005006005001	0.111666667
130	001014013014015022023024021001	0.138333333
131	001014013014015022023022015001	0.1575
132	001014005014015022023024021001	0.138333333
133	001014005014015022023022015001	0.1575
134	001014005006005014015022015001	0.110833333
135	001013014015022023022015014001	0.158333333

EK-3 (Devam) Sayıma merkezden başlayıp tekrar merkeze dönen güzergahlar

No	Cihazın Dolıştığı Noktalar	Maliyet
136	001005014015022023022015014001	0.158333333
137	001005006005014015022015014001	0.111666667
138	001021024023022023024021001	0.15
139	001021024023022015014015001	0.125833333
140	001021024023022015014013001	0.13
141	001021024023022015014005001	0.13
142	001015022023024023022015001	0.161666667
143	001015022023022015014013001	0.149166667
144	001015022023022015014005001	0.149166667
145	001015022015014013014005001	0.109166667
146	001015022015014005014013001	0.109166667
147	001015022015014005006005001	0.1025
148	001015014015022023024021001	0.125833333
149	001015014013014005006005001	0.0825
150	001015014005006005014015001	0.078333333
151	001015014005006005014013001	0.0825
152	001014015022023022015014001	0.143333333
153	001013014015022023024021001	0.13
154	001013014015022023022015001	0.149166667
155	001013014015022015014013001	0.11
156	001013014015022015014005001	0.11
157	001013014015014005006005001	0.083333333
158	001013014005014015022015001	0.109166667
159	001013014005006005014015001	0.0825
160	001013014005006005014013001	0.086666667
161	001009010009003004003002001	0.105833333
162	001009008009003004003002001	0.1025
163	001005014015022023024021001	0.13
164	001005014015022023022015001	0.149166667
165	001005014015022015014013001	0.11
166	001005014015022015014005001	0.11
167	001005014013014015022015001	0.109166667
168	001005006005014015022015001	0.1025
169	001005006005014015014013001	0.083333333
170	001005006005014013014015001	0.0825
171	001002003009010009003002001	0.1
172	001002003009008009003002001	0.096666667
173	001002003004003009010009001	0.105833333
174	001002003004003009008009001	0.1025
175	001021024023022015014001	0.115
176	001015022023022015014001	0.134166667
177	001015022015014013014001	0.094166667
178	001015022015014005014001	0.094166667
179	001015014005006005014001	0.0675
180	001014015022023024021001	0.115

EK-3 (Devam) Sayıma merkezden başlayıp tekrar merkeze dönen güzergahlar

No	Cihazın Dolaştığı Noktalar	Maliyet
181	001014015022023022015001	0.134166667
182	001014015022015014013001	0.095
183	001014015022015014005001	0.095
184	001014015014005006005001	0.068333333
185	001014013014015022015001	0.094166667
186	001014013014005006005001	0.071666667
187	001014005014015022015001	0.094166667
188	001014005006005014015001	0.0675
189	001014005006005014013001	0.071666667
190	001013014015022015014001	0.095
191	001013014005006005014001	0.071666667
192	001005014015022015014001	0.095
193	001005006005014015014001	0.068333333
194	001005006005014013014001	0.071666667
195	001021024023024021001	0.086666667
196	001021024023022015001	0.105833333
197	001015022023024021001	0.105833333
198	001015022023022015001	0.125
199	001015022015014013001	0.085833333
200	001015022015014005001	0.085833333
201	001015014013014015001	0.061666667
202	001015014013014005001	0.065833333
203	001015014005014015001	0.061666667
204	001015014005014013001	0.065833333
205	001015014005006005001	0.059166667
206	001014015022015014001	0.08
207	001014005006005014001	0.056666667
208	001013014015022015001	0.085833333
209	001013014015014013001	0.066666667
210	001013014015014005001	0.066666667
211	001013014005014015001	0.065833333
212	001013014005014013001	0.07
213	001013014005006005001	0.063333333
214	001009010009003002001	0.069166667
215	001009008009003002001	0.065833333
216	001009003004003009001	0.075
217	001009003004003002001	0.079166667
218	001009003002003009001	0.068333333
219	001007018019018007001	0.06
220	001005014015022015001	0.085833333
221	001005014015014013001	0.066666667
222	001005014015014005001	0.066666667
223	001005014013014015001	0.065833333
224	001005014013014005001	0.07
225	001005006005014015001	0.059166667

EK-3 (Devam) Sayıma merkezden başlayıp tekrar merkeze dönen güzergahlar

No	Cihazın Dolaştığı Noktalar	Maliyet
226	001005006005014013001	0.063333333
227	001002003009010009001	0.069166667
228	001002003009008009001	0.065833333
229	001002003009003002001	0.073333333
230	001002003004003009001	0.079166667
231	001002003004003002001	0.083333333
232	001015022015014001	0.070833333
233	001015014013014001	0.050833333
234	001015014005014001	0.050833333
235	001014015022015001	0.070833333
236	001014015014013001	0.051666667
237	001014015014005001	0.051666667
238	001014013014015001	0.050833333
239	001014013014005001	0.055
240	001014005014015001	0.050833333
241	001014005014013001	0.055
242	001014005006005001	0.048333333
243	001013014015014001	0.051666667
244	001013014005014001	0.055
245	001005014015014001	0.051666667
246	001005014013014001	0.055
247	001005006005014001	0.048333333
248	001021024021001	0.05
249	001017016017001	0.046666667
250	001016017016001	0.04
251	001015022015001	0.061666667
252	001015014015001	0.038333333
253	001015014013001	0.0425
254	001015014005001	0.0425
255	001014015014001	0.036666667
256	001014013014001	0.04
257	001014005014001	0.04
258	001013014015001	0.0425
259	001013014013001	0.046666667
260	001013014005001	0.046666667
261	001012011012001	0.081666667
262	001009010009001	0.038333333
263	001009008009001	0.035
264	001009003009001	0.038333333
265	001009003002001	0.0425
266	001007018007001	0.05
267	001005014015001	0.0425
268	001005014013001	0.046666667
269	001005014005001	0.046666667
270	001005006005001	0.04

EK-3 (Devam) Sayıma merkezden başlayıp tekrar merkeze dönen güzergahlar

No	Cihazın Dolaştığı Noktalar	Maliyet
271	001002003009001	0.0425
272	001002003002001	0.046666667
273	001017016001	0.031666667
274	001016017001	0.031666667
275	001015014001	0.0275
276	001014015001	0.0275
277	001014013001	0.031666667
278	001014005001	0.031666667
279	001013014001	0.031666667
280	001005014001	0.031666667
281	001021001	0.026666667
282	001020001	0.015
283	001017001	0.023333333
284	001016001	0.016666667
285	001015001	0.018333333
286	001014001	0.016666667
287	001013001	0.023333333
288	001012001	0.031666667
289	001009001	0.011666667
290	001007001	0.026666667
291	001005001	0.023333333
292	001002001	0.016666667

EK-4 Olası çözüm kombinasyonları

No	Toplam Maliyet	Ölçülmesi Gereken Kesimler																						
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0.9141667	161	161	161	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
2	0.9141667	162	161	161	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
3	0.9141667	161	161	161	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
4	0.9141667	161	162	161	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
5	0.9141667	161	161	161	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
6	0.9141667	161	162	161	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
7	0.9141667	162	161	161	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
8	0.9141667	162	162	161	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
9	0.9141667	161	161	161	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
10	0.9141667	161	161	162	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
11	0.9141667	161	161	161	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
12	0.9141667	161	161	162	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
13	0.9141667	162	161	161	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
14	0.9141667	162	161	162	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
15	0.9141667	161	161	161	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
16	0.9141667	161	161	162	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
17	0.9141667	161	162	161	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
18	0.9141667	161	162	162	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
19	0.9141667	161	161	161	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
20	0.9141667	161	161	162	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
21	0.9141667	161	162	161	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
22	0.9141667	161	162	162	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
23	0.9141667	162	161	161	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
24	0.9141667	162	161	162	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
25	0.9141667	162	162	161	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
26	0.9141667	162	162	162	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
27	0.9141667	161	161	161	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2

EK-4 (Devam) Olası çözüm kombinasyonları

No	Toplam Maliyet	Ölçülmesi Gereken Kesimler																						
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
28	0.9141667	161	161	161	3	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
29	0.9141667	161	161	161	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
30	0.9141667	161	161	161	3	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
31	0.9141667	162	161	161	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
32	0.9141667	162	161	161	3	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
33	0.9141667	161	161	161	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
34	0.9141667	161	161	161	3	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
35	0.9141667	161	162	161	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
36	0.9141667	161	162	161	3	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
37	0.9141667	161	161	161	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
38	0.9141667	161	161	161	3	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
39	0.9141667	161	162	161	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
40	0.9141667	161	162	161	3	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
41	0.9141667	162	161	161	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
42	0.9141667	162	161	161	3	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
43	0.9141667	162	162	161	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
44	0.9141667	162	162	161	3	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
45	0.9308333	292	162	161	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
46	0.9308333	292	161	162	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
47	0.9308333	292	161	162	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
48	0.9308333	292	162	161	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
49	0.9308333	292	162	162	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
50	0.9308333	292	161	161	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
51	0.9308333	292	161	161	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
52	0.9308333	292	161	161	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
53	0.9308333	292	161	161	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
54	0.9308333	292	161	161	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2

EK-4 (Devam) Olası çözüm kombinasyonları

No	Toplam Maliyet	Ölçülmesi Gereken Kesimler																							
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
55	0.9308333	292	161	161	3	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2	
56	0.9375	161	161	161	291	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2	
57	0.9375	161	161	161	291	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2	
58	0.9375	162	161	161	291	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2	
59	0.9375	161	161	161	291	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2	
60	0.9375	161	162	161	291	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2	
61	0.9375	161	161	161	291	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2	
62	0.9375	161	162	161	291	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2	
63	0.9375	162	161	161	291	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2	
64	0.9375	162	162	161	291	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2	
65	0.9458333	161	161	161	278	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2	
66	0.9458333	161	161	161	280	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2	
67	0.9458333	161	161	161	278	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2	
68	0.9458333	161	161	161	280	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2	
69	0.9458333	161	161	161	278	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2	
70	0.9458333	161	161	161	280	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2	
71	0.9458333	161	161	161	278	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2	
72	0.9458333	161	161	161	280	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2	
73	0.9458333	162	161	161	278	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2	
74	0.9458333	162	161	161	280	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2	
75	0.9458333	161	162	161	278	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2	
76	0.9458333	161	162	161	280	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2	
77	0.9458333	161	162	161	278	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2	
78	0.9458333	161	162	161	280	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2	
79	0.9458333	162	161	161	278	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2	
80	0.9458333	162	161	161	280	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2	
81	0.9458333	162	162	161	278	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2	

EK-4 (Devam) Olası çözüm kombinasyonları

No	Toplam Maliyet	Ölçülmesi Gereken Kesimler																						
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
55	0.9458333	162	162	161	280	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
56	0.9525	161	264	161	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
57	0.9525	161	264	161	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
58	0.9525	162	264	161	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
59	0.9525	161	264	161	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
60	0.9525	161	264	162	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
61	0.9525	161	264	161	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
62	0.9525	161	264	162	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
63	0.9525	162	264	161	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
64	0.9525	162	264	162	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
65	0.9525	161	264	161	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
66	0.9525	161	264	161	3	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
67	0.9525	161	264	161	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
68	0.9525	161	264	161	3	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
69	0.9525	162	264	161	2	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
70	0.9525	162	264	161	3	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
71	0.9541667	161	161	161	257	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
72	0.9541667	161	161	161	270	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
73	0.9541667	161	161	161	257	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
74	0.9541667	161	161	161	270	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
75	0.9541667	292	161	161	291	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
76	0.9541667	161	161	161	257	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
77	0.9541667	161	161	161	270	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
78	0.9541667	161	161	161	257	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
79	0.9541667	161	161	161	270	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
80	0.9541667	162	161	161	257	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2
81	0.9541667	162	161	161	270	2	219	162	161	161	261	261	3	2	2	249	249	219	219	282	2	2	2	2

EK-5 Olası tüm kombinasyonların bulunması

Sub pathlertamamaliz()

Dim nodespaths(1 To 150, 1 To 13000) As Integer

Dim nodespathsno(1 To 150, 1 To 13000) As Long

Dim nodespathsadet(1 To 150) As Long

Dim paths(1 To 65536) As String

Dim pathcosts(1 To 65536) As Double

Dim kombinasyon(1 To 1000000, 2 To 26) As Long

Dim kombinasyoncst(1 To 1000000) As Double

Dim cozumbox(1 To 150, 1 To 1000) As Long

Dim dummycozumbox(1 To 150, 1 To 1000) As Long

Dim dummynodespaths(1 To 125, 1 To 65536)

Dim eniyicozumler(1 To 65536, 1 To 150) As Long

Dim eniyicozumlercst(1 To 65536) As Double

eniyicozumadet = 0

costmax = 0

nodenomax = 24

basamak = 3

For i = 2 To 65535 * 125

kolon = Int((i - 1) / 65536)

If IsEmpty(Worksheets("ensonpathler").Cells(i - kolon * 65536, (kolon - 1) * 2 + 1)) Then GoTo pathlerok

If kolon > 0 Then

Path = Worksheets("ensonpathler").Cells(i - kolon * 65536, (kolon - 1) * 2 + 1)

Else

Path = Worksheets("ensonpathler").Cells(i, 1)

End If

If IsEmpty(Path) Then

pathnomax = i - 1

EK-5 (Devam) Olası tüm kombinasyonların bulunması

```

GoTo pathlerok
End If
paths(i) = Path
If kolon > 0 Then
pathcosts(i) = Worksheets("ensonpathler").Cells(i - kolon * 65536, (kolon - 1) * 2 + 2)
Else
pathcosts(i) = Worksheets("ensonpathler").Cells(i, 2)
End If

    For j = basamak + 1 To Len(Path) - basamak Step 3
        nod = Val(Mid$(Path, j, basamak))
        nodespaths(nod, i) = 1
    Next j

Next i
pathlerok:

    For j = 1 To pathnomax
        For i = 2 To nodenomax
            If nodespaths(i, j) = 1 Then
                nodespathsadet(i) = nodespathsadet(i) + 1
                nodespathsno(i, nodespathsadet(i)) = j
            End If
        Next i
    Next j

For i = 2 To nodenomax

    If nodespathsadet(i) = 0 Then
        pathnomax = pathnomax + 1
        If i < 10 Then
            paths(pathnomax) = "001" + "00" + Right$(Str$(i), Len(Str$(i)) - 1) + "001"

Else

```

EK-5 (Devam) Olası tüm kombinasyonların bulunması

```

paths(pathnomax) = "001" + "0" + Right$(Str$(i), Len(Str$(i)) - 1) + "001"
  End If
pathcosts(pathnomax) = 10000
nodespaths(i, pathnomax) = 1
nodespathsadet(i) = nodespathsadet(i) + 1
nodespathsno(i, nodespathsadet(i)) = pathnomax
  End If
Next i

costmax = 0
eniyicozumadet = 0
eniyicozumadetmax = 65536

kombadet = 1

  For i = 2 To nodenomax
    kombinasyon(kombadet, i) = nodespathsno(i, 1)

    Worksheets("check").Cells(1, i) = nodespathsno(i, 1)
    Worksheets("check").Cells(2, i) = pathcosts(nodespathsno(i, 1))

  Next i

    kombinasyoncost(kombadet) = 0
    For iv = 2 To nodenomax
      ekle = 0
      For v = 2 To iv - 1
        If kombinasyon(kombadet, iv) = kombinasyon(kombadet, v) Then ekle = 1
      Next v
      If ekle = 0 Then kombinasyoncost(kombadet) = kombinasyoncost(kombadet) +
pathcosts(kombinasyon(kombadet, iv))

    Next iv

  For i = 2 To nodenomax
    kombadet1 = kombadet

```

EK-5 (Devam) Olası tüm kombinasyonların bulunması

```

For ii = 1 To kombadet1
  For iii = 1 To nodespathsadet(i)
    kombadet = kombadet + 1
    For vi = 2 To nodenomax
      kombinasyon(kombadet, vi) = kombinasyon(ii, vi)
    Next vi

    kombinasyon(kombadet, i) = nodespathsno(i, iii)

    kombinasyoncost(kombadet) = 0

    For iv = 2 To nodenomax
      'If iv = 2 Then kombinasyoncost(kombadet) = pathcosts(kombinasyon(kombadet, iv))
      ekle = 0
      For v = 2 To iv - 1
        If kombinasyon(kombadet, iv) = kombinasyon(kombadet, v) Then ekle = 1
      Next v
      If ekle = 0 Then kombinasyoncost(kombadet) = kombinasyoncost(kombadet) +
pathcosts(kombinasyon(kombadet, iv))
    Next iv

    eniyicozumadet = eniyicozumadet + 1

    If eniyicozumadet > eniyicozumadetmax Then
      GoTo cikbakalim:
      costmax = 0
      costmaxx = 0
      For kl = 1 To eniyicozumadetmax
        If eniyicozumlercost(kl) > costmax Then
          costmax = eniyicozumlercost(kl)
          costmaxx = k
        End If
      Next kl

```

EK-5 (Devam) Olası tüm kombinasyonların bulunması

```

    If costmax = 0 Then MsgBox "problem var"

    For pp = 2 To nodenomax
    eniyicozumler(costmaxx, pp - 1) = kombinasyon(kombadet, iv)
    Next pp
    eniyicozumlercost(costmaxx) = kombinasyoncost(kombadet)
    Else
    eniyicozumler(eniyicozumadet, 1) = kombadet
    For pp = 2 To nodenomax
    eniyicozumler(eniyicozumadet, pp - 1) = kombinasyon(kombadet, pp)
    Next pp
    eniyicozumlercost(eniyicozumadet) = kombinasyoncost(kombadet)
    End If
    Next iii
    Next ii
    Next i
cikbakalim:

Worksheets("cozumler").Activate
Range("a1", "iv65536").Clear
For port = 1 To eniyicozumadetmax
    Worksheets("cozumler").Cells(port + 1, 1) = eniyicozumlercost(port)
    For pp = 2 To nodenomax
    Worksheets("cozumler").Cells(port + 1, pp) = eniyicozumler(port, pp - 1)
    Next pp
Next port
Range("A2").Select
Range(Selection, Selection.End(xlToRight)).Select
Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
Selection.Sort Key1:=Range("A2"), Order1:=xlAscending, Header:=xlGuess, _
    OrderCustom:=1, MatchCase:=False, Orientation:=xlTopToBottom, _
    DataOption1:=xlSortNormal
End Sub

```

EK-6 Çözüm maliyet hesapları

Sub cozumozeti()

Dim aletsay(1 To 65536, 1 To 500) As Integer

Dim pathcost(1 To 500) As Double

Dim yer(1 To 20) As String

yer(1) = "g"

yer(2) = "h"

yer(3) = "i"

yer(4) = "j"

yer(5) = "k"

yer(6) = "l"

yer(7) = "m"

yer(8) = "n"

yer(9) = "o"

yer(10) = "p"

yer(11) = "q"

yer(12) = "r"

yer(13) = "s"

yer(14) = "t"

yer(15) = "u"

yer(16) = "v"

yer(17) = "w"

yer(18) = "x"

yer(19) = "y"

yer(20) = "z"

maksure = 80

For i = 2 To 500

If Not IsEmpty(Worksheets("ensonpathler").Cells(i + 1, 2)) Then

pathcost(i) = Worksheets("ensonpathler").Cells(i, 2)

Else

GoTo cik1

End If

Next i

EK-6 (Devam) Çözüm maliyet hesapları

cik1:

maxpathno = i

olcumgun = 8

For j = 1 To 65536

 If Not IsEmpty(Worksheets("cozumler").Cells(j + 1, 1)) Then

 For i = 1 To 500

 aletsay(j, i) = 0

 Next i

 If j = 1 Then

 For i = 1 To 255

 If Not IsEmpty(Worksheets("cozumler").Cells(j + 1, i + 1)) Then nodesayisi = i

 Next i

 End If

 For i = 1 To nodesayisi

 say = 0

 If Not IsEmpty(Worksheets("cozumler").Cells(j + 1, i + 1)) Then

 say = Worksheets("cozumler").Cells(j + 1, i + 1)

 If say > maxpathno Then

 pathcost(say) = 10000

 'aletsay(j, say) = aletsay(j, say) + 1

 End If

 aletsay(j, say) = aletsay(j, say) + 1

 End If

 Next i

Worksheets("cozumozet").Activate

Range("a1", "aa500").Clear

toplamalet = 0

EK-6 (Devam) Çözüm maliyet hesapları

satir = 1

For k = 1 To 500

If aletsay(j, k) > 0 Then

satir = satir + 1

Worksheets("cozumozet").Cells(satir, 1) = k

Worksheets("cozumozet").Cells(satir, 2) = aletsay(j, k)

If aletsay(j, k) > 0 Then toplamalet = toplamalet + 1

Worksheets("cozumozet").Cells(satir, 3) = pathcost(k) + olcumgun * aletsay(j, k)

End If

Next k

Worksheets("cozumozet").Cells(1, 4) = toplamalet

For i = 2 To satir

For k = 1 To 20

Worksheets("cozumozet").Cells(i, 6 + k) = 0

Range(Cells(satir + 7, k + 6), Cells(satir + 7, k + 6)).Select

ActiveCell.Formula = "=+SUM(" + yer(k) + "2" + ":" + yer(k) + Right\$(Str\$(satir),

Len(Str\$(satir) - 1) + ")"

If i = 2 And k = 1 Then

Range(Cells(satir + 7, 3), Cells(satir + 7, 3)).Select

ActiveCell.Formula = "=+SUM(c2:" + yer(k) + Right\$(Str\$(satir), Len(Str\$(satir)) - 1) + ")"

End If

Next k

Range(Cells(i, 7), Cells(i, 7)).Select

ActiveCell.Formula = "=+SUM(" + yer(2) + Right\$(Str\$(i), Len(Str\$(i)) - 1) + ":" + yer(20) +

Right\$(Str\$(i), Len(Str\$(i)) - 1) + ")"

Next i

satir1 = 2

sonageldik = 0

EK-6 (Devam) Çözüm maliyet hesapları

```
SolverOk SetCell:="$" + yer(k) + "$" + Right$(Str$(satir + 6), Len(Str$(satir + 6)) - 1),
MaxMinVal:=1, ValueOf:="0", ByChange:="$" + yer(k) + "$2:$" + yer(k) + "$" + Right$(Str$(satir),
Len(Str$(satir)) - 1)
SolverAdd CellRef:="$" + yer(k) + "$" + basrow + ":" + "$" + yer(k) + "$" + sonrow, Relation:=4,
FormulaText:="integer"
```

```
SolverSolve UserFinish:=True
SolverFinish KeepFinal:=1
```

```
For ty = 2 To satir
  If Worksheets("cozumozet").Cells(ty, 6 + k) > 0.5 And Worksheets("cozumozet").Cells(ty, 6 +
k) < 1 Then
    Worksheets("cozumozet").Cells(ty, 6 + k) = 1
  End If
```

```
Next ty
```

```
MaxMinVal:=1, ValueOf:="0", ByChange:="$" + yer(k) + "$2:$" + yer(k) + "$" +
Right$(Str$(satir), Len(Str$(satir)) - 1)
'Solverdelete CellRef:="$g$" + basrow + ":$g$" + Right$(Str$(satir), Len(Str$(satir)) - 1),
Relation:=1, FormulaText:="1"
'SolverOk SetCell:="$" + yer(k) + "$" + Right$(Str$(satir + 6), Len(Str$(satir + 6)) - 1),
MaxMinVal:=1, ValueOf:="0", ByChange:="$" + yer(k) + "$2:$" + yer(k) + "$" + Right$(Str$(satir),
Len(Str$(satir)) - 1)
'Solverdelete CellRef:="$" + yer(k) + "$" + Right$(Str$(satir + 6), Len(Str$(satir + 6)) - 1) + ":" +
"$" + yer(k) + "$" + Right$(Str$(satir + 6), Len(Str$(satir + 6)) - 1), Relation:=1,
FormulaText:=Right$(Str$(maksure), Len(Str$(maksure)) - 1)
'SolverOk SetCell:="$" + yer(k) + "$" + Right$(Str$(satir + 6), Len(Str$(satir + 6)) - 1),
MaxMinVal:=1, ValueOf:="0", ByChange:="$" + yer(k) + "$2:$" + yer(k) + "$" + Right$(Str$(satir),
Len(Str$(satir)) - 1)
Relation:=4, FormulaText:="integer"
```

```
sonagel
```

EK-6 (Devam) Çözüm maliyet hesapları

```
If Abs(Worksheets("cozumozet").Cells(satir + 7, 7) - nodesayisi) < 1 Then
```

```
    toplamaletsayisi = k - 1
```

```
    For p = 1 To toplamaletsayisi
```

```
        aletgorev = ""
```

```
        For pp = 1 To nodesayisi
```

```
            If Worksheets("cozumozet").Cells(pp + 1, p + 7) > 0 Then
```

```
                'aletpaths(p, pp) = Worksheets("cozumozet").Cells(pp + 1, 1)
```

```
                aletgorev = aletgorev + Str$(Worksheets("cozumozet").Cells(pp + 1, 1))
```

```
            End If
```

```
        Next pp
```

```
        Worksheets("cozumanaliz").Cells(j, 1) = j
```

```
        Worksheets("cozumanaliz").Cells(j, 2) = toplamaletsayisi
```

```
        Worksheets("cozumanaliz").Cells(j, 3) = Worksheets("cozumozet").Cells(satir + 7, 3)
```

```
        Range(Cells(j, 3 + p), Cells(j, 3 + p)).Select
```

```
        Selection.NumberFormat = "@"
```

```
        Worksheets("cozumanaliz").Cells(j, 3 + p) = aletgorev
```

```
        sonageldik = 0
```

```
    Next p
```

```
    GoTo sonrakicozum
```

```
End If
```

bidaha:

```
Range(Cells(2, 1), Cells(satir, 26)).Select
```

```
Selection.Sort Key1:=Range(Cells(2, 7), Cells(satir, 7)), Order1:=xlDescending, Header:=xlGuess,
```

—

```
OrderCustom:=1, MatchCase:=False, Orientation:=xlTopToBottom, _
```

```
DataOption1:=xlSortNormal
```

```
For g = 2 To nodesayisi
```

EK-6 (Devam) Çözüm maliyet hesapları

```
If Worksheets("cozumozet").Cells(g, 7) = 0 Then
    satir1 = g
    GoTo cikg
End If
Next g
cikg:

toplankalan = 0
For ty = satir1 To satir

    toplankalan = toplankalan + Worksheets("cozumozet").Cells(ty, 3)
    If toplankalan > maksure Then GoTo cikty
Next ty
cikty:

    If toplankalan < maksure Then
        sonageldik = 1
    End If

    Next k
Else
    GoTo cik2
End If

sonrakicozum:
Next j
cik2:
End Sub
```

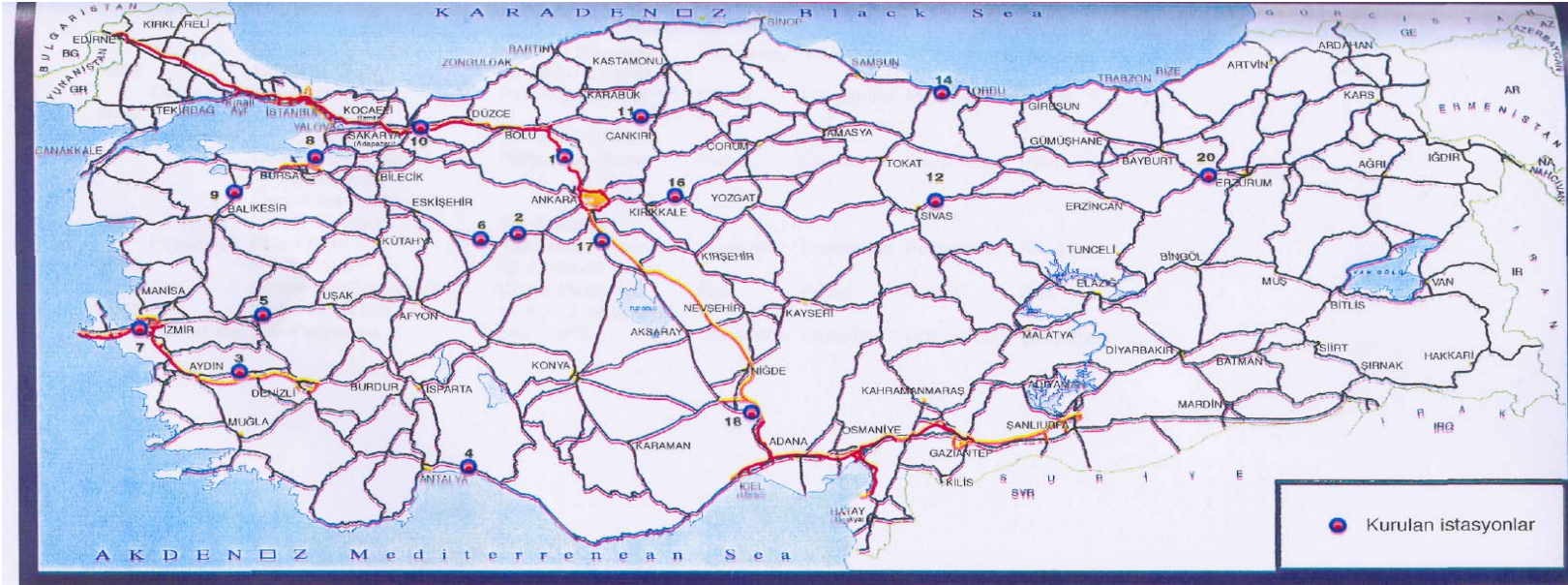
EK-7 Golden River (Marksman) istasyon yerleri

Sıra No	İst. No	Bölge No	Yolun Tanımı	Yolun Kaplama Cinsi	İstasyon	
					K.k. No	Dilim No
1	1	1	(Kocaeli-Sakarya il sınırı) Ayr.-(Pamukova-Sakarya DY) Ayr.	Bsk	100-09	0
2	2	1	Marmara Ereğlisi - Kınalı Ayr.	Sk	110-05	0
3	3	1	Silivri - Selimpaşa	Bsk	100-04	3
4	4	1	Gebze - Dilovası	Bsk	100-07	2
5	7	2	Saruhanlı - Manisa	Bsk/Sk	565-09	2
6	8	2	Aliağa - Foça	Bsk	550-09	2
7	9	2	Manisa - İzmir	Bsk	565-10	2
8	10	2	(İzmir - Torbalı) Ayr. - Menderes İl Yolu	Bsk	35-51	0
9	11	2	Turgutlu - Ahmetli	Bsk	300-03	3
10	12	2	(Denizli - Honaz) Ayr.- Çivril Ayr.	Sk	320-04	2
11	13	2	Yatağan - Muğla	Sk	550-14	2
12	43	2	Acıpayam - Çavdır	Sk	585-10	2
13	14	3	Bayat - (Emirdağ - Sivrihisar) Ayr.	Bsk	260-01	2
14	15	3	İlgın - Kadınhanı	Sk	300-11	0
15	16	3	Altınekin - Konya	Bsk	715-03	1
16	17	3	Aksaray - Taşpınar Ayr.	Bsk/Sk	750-12	1
17	18	3	Yarma - Karapınar	Sk	330-14	2
18	19	3	Kazım Karabekir - Karaman	Sk	715-06	2
19	5	4	Eskişehir - Mahmutiye Ayr.	Bsk	200-08	5
20	20	4	Kaynaşlı - Bolu	Bsk	100-11	5
21	21	4	Gerede - Karabük Ayr.	Bsk	100-12	5
22	22	4	Çerkeş Ayr. - Kızılcahamam	Bsk	750-05	2
23	24	5	Silifke - Erdemli	Bsk	400-17	1
24	25	5	Adana - Ceyhan	Bsk	400-19	2
25	26	5	Dört Yol - İskenderun	Bsk	817-04	1
26	27	5	Nurdağı - Gaziantep	Bsk	400-22	3
27	23	6	Acıgöl - Nevşehir	Sk	300-16	2
28	28	6	Mucur - Topaklı	Sk	260-09	1
29	29	6	(Nevşehir - Kayseri) Ayr. - İncesu	Sk	805-05	1
30	30	7	Samsun - Kavak	Bsk/Sk	795-01	1
31	31	7	Taşova - Erbaa	Bsk	100-19	2
32	32	7	Sungurlu - (Çorum-Alaca) Ayr.	Bsk	190-02	2
33	50	7	Gümüşhacıköy - Merzifon	Bsk	100-17	2
34	33	8	Doğanşehir Ayr. - Sürgü	Sk	850-10	2
35	34	8	Hankendi - Elazığ	Sk	300-24	1

EK-7 (Devam) Golden River (Marksman) istasyon yerleri

Sıra No	İst. No	Bölge No	Yolun Tanımı	Yolun Kaplama Cinsi	İstasyon	
					K.k. No	Dilim No
36	35	8	(Elazığ Mollakendi) Ayr. - Sivrice Ayr.	Sk	885-10	1
37	36	9	(Bozova-Hilvan) Ayr. - Şanlıurfa	Sk	885-13	2
38	37	9	Şanlıurfa - Viranşehir	Bsk	400-26	2
39	38	10	Arsin - Araklı	Bsk	010-22	4
40	40	10	Espiye - Tirebolu	Bsk	010-19	6
41	39	11	Güroymak - (Bitlis-Tatvan) Ayr.	Sk	300-31	2
42	41	12	Erzurum - Pasinler	Sk	100-29	1
43	42	13	Bucak - (Kızılkaya - Antalya) Ayr.	Sk	650-13	2
44	44	13	Dalaman - Fethiye	Sk	400-04	0
45	45	13	(Akseki-Manavgat) Ayr. - Alanya	Bsk	400-12	1
46	46	14	(İnegöl-Domaniç) Ayr. - Bozüyük	Bsk/Sk	200-06	6
47	47	14	(İnönü-Eskişehir) Ayr. - Kütahya	Sk	650-06	1
48	48	14	(Osmaneli-Gölpazarı) Ayr. - Bilecik	Sk	650-03	3
49	49	14	(Karacabey - M.K.Paşa) Ayr. - Bursa	Bsk/Sk	200-05	0
50	6	15	Çankırı-(Ankara-Bayat)Ayr.	Sk	765-05	1

EK-9 Türkiye' de kurulan WIM istasyonları yerleri



HAREKETLİ AĞIRLIK ÖLÇÜM (WIM) İSTASYONLARININ YERLERİ

İST. NO.	İSTASYON ADI	İSTASYON YERİ	İST. NO.	İSTASYON ADI	İSTASYON YERİ
1	Cankurtaran (3X2)	Ankara-Gerede Otoyolu (Çaydurt Bak. İst. Önü)	11	Ilgaz (2X1)	Kurşunlu-Ilgaz D.Y. (Ömerli Köyü Girişi-Ilgaz'a 5 Km)
2	Sivrihisar (2X2)	Ankara-Sivrihisar D.Y. (Espet Tesisleri önü-Sivrihisar'a 12 Km)	12	Sivas (2X1)	Sivas Hafik D.Y. (Hafik'e 5 Km)
3	Kuyucak (2X2)	Aydın-Denizli D.Y. (Kuyucak Bakimevi önü-Kuyucak'a 7 Km)	13		
4	Antalya (2X2)	Antalya-Alanya D.Y. (Aksu çıkışı-Serik'e 2 Km)	14	Samsun (2X2)	Terme-Ünye D.Y. (Ünye'ye 10 Km)
5	Gökçeören (2X1)	İzmir-Uşak D.Y. (Gökçeören Bakimevi önü-Kula'ya 15 Km)	15		
6	Gültekin Topçam (2X1)	Ankara-Eskişehir D.Y. (G.Topçam Parkı önü-Sivrihisar'a 10Km)	16	Balışeyh (2X2)	Ankara-Delice Ayr. D.Y. (Balışeyh Bakimevi önü)
7	Limontepe (2X3)	Limontepe-Uzundere Otoyolu (Limontepe'ye 1 Km)	17	Bezirhane (2X1)	Ankara-Kulu D.Y. (Bezirhane Bakimevi önü-Göbbaşı'na 35 Km)
8	Orhangazi (2X2)	Bursa-Yalova D.Y. (Tuna Petrol önü-Orhangazi'ye 5 Km)	18	Ulukışla (2X1)	Ulukışla-Pozantı D.Y. (Pozantı'ya 10 Km)
9	Balıkesir (2X1)	Bursa-Balıkesir D.Y. (Karagöb Tesisleri önü-Susurluk'a 10 Km)	19		
10	Adapazarı (2X2)	Adapazarı-Düzce D.Y. (Karapürçek Ayr.)	20	Erzurum (2X1)	Erzurum-Aşkale D.Y. (Aşkale'ye 5 Km)

EK-11 T.C. Karayolları 15.Bölge haritası



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : AKKAŞ, Uğur
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 28.08.1981 Kızılcahamam
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0 (312) 322 32 54
e-mail : ugurakkas@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi / İnşaat Müh.	2007
Lisans	S.Demirel Üniversitesi/ İnşaat Müh.	2003
Lise	Kanuni Lisesi	1998

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2005-...	Karayolları Genel Müdürlüğü	Ulaşım Etüt Mühendisi

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Futbol, Bilgisayar teknolojileri, Basketbol