

**TÜRKİYE KARAYOLLARINDAKİ SERVİS  
YETENEĞİ KAYBININ YOL KULLANICI  
MALİYETLERİNE ETKİSİNİN  
ARAŞTIRILMASI**

**Gülay TULUM**

**Yüksek Lisans Tezi  
YAPI EĞİTİMİ ANABİLİM DALI**

**Isparta-2006**

**T.C.  
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TÜRKİYE KARAYOLLARINDAKİ SERVİS YETENEĞİ KAYBININ YOL  
KULLANICI MALİYETLERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

**GÜLAY TULUM**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
YAPI EĞİTİMİ ANABİLİM DALI**

**ISPARTA 2006**

## İÇİNDEKİLER DİZİNİ

İÇİNDEKİLER DİZİNİ .....	i
ÖZET .....	iii
ABSTRACT .....	v
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR .....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	ix
SİMGELER DİZİNİ .....	x
1. GİRİŞ .....	1
1.1. Çalışmanın Amacı ve İzlenen Yol .....	2
2. KAYNAK BİLGİSİ .....	3
3. MATERYAL VE METOT .....	5
3.1. Materyal .....	5
3.1.1. Ekonomik Değerlendirme .....	5
3.1.1.1. Temel Prensipler .....	5
3.1.1.2. Üstyapı Maliyetleri .....	6
3.1.1.3. Üstyapı Faydalarının Belirlenmesi .....	7
3.1.1.3.1. Taşıt İşletme Maliyeti (TİM) .....	9
3.1.1.3.2. Zamanın Değeri .....	10
3.1.1.3.3. Trafik Kaza Maliyeti .....	11
3.1.1.4. Tasarım veya Analiz Periyodu .....	13
3.1.1.5. Iskonto ve Faiz Oranı .....	13
3.1.1.6. Enflasyon .....	14
3.1.1.7. Kurtarılan veya Kalan Değer .....	14
3.1.2. Ekonomik Değerlendirme Metotları .....	15
3.1.2.1. Bir Değerlendirme Metodunun Seçiminde Temel Düşünceler .....	15
3.1.2.2. Eşdeğer Düzenli Yıllık Maliyet Metodu .....	16
3.1.2.3. Bugünkü Değer Metodu .....	17
3.1.2.4. İç Kârlılık Metodu .....	18
3.1.2.5. Fayda-Maliyet Oranı Metodu .....	18
3.1.2.6. Maliyet Etkinlik Metodu .....	19
3.1.3. Üstyapı Servis Yeteneği Kavramı .....	20
3.1.3.1. Üstyapı Servis Yeteneği – Hız İlişkisi .....	22
3.2. Metot .....	23
3.2.1. İstatistik .....	23
3.2.2. Bilgi Kaynakları .....	23
3.2.2.1. Birinci Elden Bilgi Edinilen Kaynaklar .....	23
3.2.2.2. İkinci Elden Bilgi Edinilen Kaynaklar .....	24
3.2.3. Bilgi Toplama Yöntemleri .....	24
3.2.3.1. Anket Yöntemi .....	24
3.2.3.2. Gözlem Yöntemi .....	25
3.2.3.3. Deney Yöntemi .....	25
3.2.3.4. Projeksiyon Yöntemi .....	25
3.2.4. İstatistiksel Analizlerdeki Bilgilerin Özellikleri .....	25
3.2.4.1. İstatistiksel Analizlerin Amacı .....	26
3.2.4.2. İstatistiksel Analizlerde İzlenecek Yol .....	26

4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	28
4.1. Taşıt İşletme Maliyeti.....	29
4.1.1. İlave Yakıt Tüketimi Maliyeti.....	29
4.1.2. Lastik Aşınma Maliyeti.....	30
4.1.3. Taşıt Bakım Maliyeti.....	32
4.2. Trafik Kaza Maliyeti.....	34
4.3. Karayolu Kullanıcı Zaman Maliyeti.....	36
4.4. Örnek Çalışma.....	42
4.4.1. Taşıt İşletme Maliyeti.....	42
4.4.1.1. İlave Yakıt Tüketimi Değeri.....	42
4.4.1.2. İlave Bakım Maliyeti Değeri.....	42
4.4.1.3. İlave Lastik Aşınma Maliyeti Değeri.....	42
4.4.2. Trafik Kaza Maliyeti.....	43
4.4.3. İlave Zaman Kaybı Maliyeti.....	43
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	44
KAYNAKLAR.....	46
EKLER.....	49
ÖZGEÇMİŞ.....	54

**ÖZET****TÜRKİYE KARAYOLLARINDAKİ SERVİS YETENEĞİ KAYBININ YOL  
KULLANICI MALİYETLERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI****Gülay TULUM**

Ülkemizde ulaştırmanın en önemli modu karayoludur. Karayolları inşa edildikten sonra, trafik, iklim, çevresel faktörler vb. nedenlerle üstyapısında bozulmalar oluşmaya başlar. Rutin bakım çalışmalarının dışında oluşan bozulmaların onarımının da yapılması şarttır. Fakat bu çalışmaların maliyeti oldukça yüksek olduğundan, onarıma ihtiyacı olan tüm kesimlere aynı anda müdahale edilmesi olanaksızdır. Genellikle, onarıma alınacak bölgelerin seçiminde sadece trafik hacmi ve onarım maliyet dikkate alınmaktadır. Oysa kullanıcı faydaları da öncelik belirlenmesinde önemli bir faktördür. Kullanıcı faydaları, kullanıcı maliyetlerindeki azalma olarak tanımlanabilir.

Literatürde kullanıcı faydaları ile ilgili pek çok çalışma bulunmasına rağmen, ülkemiz için benzer bir kaynağa ulaşılamamıştır. Bu tez çalışmasının başlıca amacı, ülkemiz karayollarındaki servis yeteneği kaybının yol kullanıcılarına olan etkisinin araştırılmasıdır.

Bu tez çalışması kapsamında ülkemizdeki tüm devlet yollarının incelenmesi mümkün olamayacağından, çeşitli pilot bölgelerde anket çalışmaları yapılarak kullanıcı faydaları araştırılmıştır. Bu bölgeler seçilirken, farklı trafik hacimlerine sahip olmaları, kullanıcılarının farklı gelir düzeylerinden olmasına ve karayolunu kullanan taşıtların farklı özellikler göstermesine özen gösterilmiştir. Anket çalışmaları, Isparta, Adapazarı ve Samsun'da gerçekleştirilmiştir.

İlave yakıt tüketimi değeri araştırmasında, servis yeteneğinin ilave yakıt tüketiminde doğrudan etkisinin nerdeyse olmadığı görülmüştür. İlave lastik aşınma maliyetinin ise, özellikle kamyon ve otobüslerde büyük miktarlarda olduğu görülmüştür. İlave bakım maliyeti de lastik aşınma maliyetinde olduğu gibi yüksek değerlerdedir. Fakat toplam olarak taşıt işletme maliyeti hesaplandığında bulunan değerlerin KGM tarafından açıklanan değerlere göre oldukça düşük kaldığı görülmüştür. Trafik kaza maliyeti değeri literatürde kullanıcı faydaları açısından önemli bir yer tutmasına rağmen yapılan çalışmada etkisi çok az kalmıştır. İlave gecikme maliyeti

araştırmasında da özellikle otomobil için benzer maliyetler söz konusu iken otobüs ve kamyon için bulunan değerler literatüre göre az olmuştur.

Sonuçta, ülkemiz karayolları için bir gösterge olabilecek kullanıcı faydaları tespit edilmiş, örnek trafik ve kaza kayıtları kullanılarak örnek değerlendirmeler yapılmıştır.

**ANAHTAR KELİMELELER:** Kullanıcı Faydaları, Fayda-Maliyet Analizi, Bakım Yönetimi, Öncelik Ataması

**ABSTRACT****INVESTIGATION OF EFFECT TO ROAD USER COSTS OF PAVEMENT SERVICEABILITY LOSS IN TURKEY ROADS****Gülay TULUM**

Most important mode of transportation is highway in Turkey. After the construction of highways, pavement distresses occur via traffic, climate and environment etc. Outside maintenance activities, rehabilitation activities must be done. Because rehabilitation activities required more cost, it is impossible to interface to all regions to be necessary rehabilitation. It is generally taken into consideration only traffic volume and rehabilitation cost for choosing of rehabilitation regions. But highway user benefits are one of the important factors in priority determining. Highway user benefits can be defined as reduction in highway user cost.

Although there are more works related to highway user benefit in literature, it is not meeting any sources for Turkey. The principles aim of this thesis works, investigation of effect to road highway user costs of pavement serviceability loss in Turkey roads.

In this thesis works, because it is impossible to investigation of all over the Turkey roads, it is examination of highway user costs as public surveys in various pilot areas. In the selection of these areas, it is care of various traffic volumes, various road users' income levels, and various vehicles. Public surveys works are make to Isparta, Adapazarı and Samsun.

Investigating of additional fuel consumption, it is seeing do not almost directly effect of pavement serviceability. Also it is seeing that pavement serviceability more amount effect especially in truck and bus tire wearing cost. Additional vehicle maintenance cost is high valuable as tire wearing cost. But, it is seeing that calculating of total vehicle operation cost very small according to Turkish Highway Association of General Directorate. Traffic accident cost is very small in this study despite important factor of user benefit in literature. Investigating of additional delay cost, while automobile shows similar properties, truck and bus more remain small as literature.

As a result of highway user benefits were determined for Turkey as an indicator, using sample traffic and accident record was making sample evaluation.

**KEY WORDS:** Highway User Benefit, User Cost Analysis, Maintenance Management, Priority Assessment



## ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Karayollarında bakım/onarım önceliği çalışması, genellikle sadece bakım/onarım maliyeti ile bazen de trafik değerleri dikkate alınarak yapılmaktadır. Oysa karayolunu kullananlara yol servis yeteneğinin etkisi araştırılmalı ve planlamada dikkate alınmalıdır.

Bu tez çalışması konusunu öneren ve çalışmalarına yön veren danışmanım Yrd.Doç.Dr. Serdal TERZİ'ye teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca, yüksek lisans çalışmalarımın başlangıcında danışmanlığımı yürüten değerli hocam Prof.Dr. Süleyman KODAL'a şükranlarımı sunarım. Trafik kaza istatistikleri konusunda yardımlarını esirgemeyen İstanbul Eyüp İlçe Emniyet Amiri Zeynel Abidin GENÇ'e teşekkürü bir borç bilirim. Tez çalışması boyunca her zaman yanımda olan eşime, beni bugünlere getiren aileme de teşekkür ederim.

Ayrıca, bu tez çalışması Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetimi Birimi tarafından maddi olarak desteklenmiştir.

Gülây TULUM

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Ortalama taşıt işletme maliyetleri .....	9
Şekil 3.2. Mevcut hizmet yeteneği indeksi (PSI) formu .....	21
Şekil 3.3. Düzgünsüzlük ile hız arasındaki ilişki .....	22
Şekil 4.1 Servis yeteneği – hız ilişkisi .....	28
Şekil 4.2 Yakıt tüketimi – hız ilişkisi .....	29
Şekil 4.3 Taşıt türüne göre lastik değiştirme km'leri .....	30
Şekil 4.4 Taşıt türüne göre 1000 km başına ilave lastik değiştirme maliyeti .....	31
Şekil 4.5 Taşıt türüne göre servis yeteneği - km başına ilave lastik değiştirme maliyeti ilişkisi .....	31
Şekil 4.6. Şehirlerarası yollarda kullanılan taşıtlar köy yollarında kullanılan taşıtlar bakım zamanı arasındaki ilişki .....	32
Şekil 4.7. Kamyon, otobüs ve otomobil için ortalama bakım ücretleri .....	32
Şekil 4.8. İlave taşıt bakım maliyeti ile servis yeteneği arasındaki ilişki .....	33
Şekil 4.9. Km başına toplam ilave taşıt işletme maliyeti .....	33
Şekil 4.10. Km başına toplam ilave taşıt işletme maliyeti karşılaştırması .....	34
Şekil 4.11. Taşıt cinsine göre 2005 yılında ödenen toplam hasar bedelleri .....	35
Şekil 4.12. Taşıt cinsine göre 2005 yılında ödenen ortalama kaza başına hasar bedelleri .....	35
Şekil 4.13. Taşıt cinsine göre 2005 yılında ödenen ortalama kaza başına hasar bedelleri .....	36
Şekil 4.14. Otomobil sürücülerinin ortalama aylık gelirleri .....	37
Şekil 4.15. Otomobildeki kişi sayısının ortalama değeri .....	37
Şekil 4.16. Otomobil sürücülerinin ortalama iş amaçlı seyahat yüzdesi .....	37
Şekil 4.17. Kamyon sürücülerinin ortalama gelir durumu .....	38
Şekil 4.18. Kamyondaki kişi sayısının ortalama durumu .....	39
Şekil 4.19. Otobüs görevlilerinin ortalama aylık gelir durumu .....	40
Şekil 4.20. Otobüs sürücü sayısının ortalama sayısı .....	40
Şekil 4.21. Otobüs yolcu sayısının ortalama sayısı .....	41
Şekil 4.22. Aylık otobüs yolcu gelirinin ortalama sayısı .....	41
Şekil 4.23. Otobüs yolcu iş amaçlı seyahat yüzdesinin ortalama sayısı .....	41

**ÇİZELGELER DİZİNİ**

	<b>Sayfa</b>
Çizelge 3.1. Taşıt işletme giderleri (2005 yılı fiyatlarıyla vergiler hariç) (YTL-Taşıtkm) .....	10
Çizelge 3.2. Yıllar itibariyle kaza sayıları ve bu kazaların nedenleri (KGM, 2003) .	11
Çizelge 3.3. 2005 yılında kaza sayıları ve bu kazaların nedenleri (EGM, 2005) .....	12
Çizelge 3.4. Yol kusurlarına göre meydana gelen kaza sayıları ve kusur oranları (EGM, 2005) .....	12
Çizelge 3.5. Araç bazında poliçe üretimi ve hasar ödemeleri.....	13
Çizelge 4.1. Örnek trafik ve kaza değerleri.....	42

**SİMGELER DİZİNİ**

$pwf_{i,n}$	Bugünkü değer faktörü
$i$	İskonto oranı
$n$	Yıl sayısı
TİM	Taşıt İşletme Maliyetindeki Azalma,
KM	Kaza Maliyetindeki Azalma,
SSM	Seyahat Süresi Maliyetindeki Azalma,
BM	Bakım ve rehabilitasyon maliyetini göstermektedir.
PSI	Üstyapı servis yeteneği indeksi
IRI	Uluslar arası düzgünsüzlük indeksi

## 1. GİRİŞ

Yol ağının süreklilik göstermesinin ülke ekonomisindeki önemi yaygın olarak kabul edilen bir gerçektir. Karayolu ulaştırması, birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de ulaştırmanın en önemli modudur ve ekonomi için hayati önem taşır.

Karayolu üstyapısı ilk hizmete açıldığı zaman, performansı oldukça yüksek düzeydedir. Ancak zamanla, trafik, hava koşulları vb. nedenlerle performansı azalır. Eğer üstyapı performansı belli bir limitin altına inmeden bakım çalışması yapılabilirse, düşük bir maliyet yardımıyla üstyapı performansını yükseltmek mümkün olabilmektedir. Bununla birlikte, hiç bir bakım çalışması yapılmazsa kısa bir süre sonra yol ekonomik ömrünü tamamlamış olacaktır (Haas vd., 1994).

İlk yapılan çalışmalarda kullanıcı maliyetinin hizmet yeteneği düzeyi, şartlar, rehabilitasyon büyüklüğü ve zamanı, bakım büyüklüğü ve zamanlaması gibi durumlarla değişmediği kabulü ile sadece sermaye ve bakım maliyetleri düşünülmüştür (Fwa ve Sinha, 1992). Oysa daha sonraları üstyapı kullanıcı maliyetinin önemi ortaya çıkmış, bu maliyetteki azalmanın üstyapı kullanıcı faydası olarak tanımlanmasına neden olmuştur (RIMES, 1999a)

Üstyapı faydalarını ölçmek ve hesaplamak için, taşıt işletmesinden seyahat süresine kaza ve konfor bozukluğu kullanıcı maliyetlerine etki eden üstyapı karakteristiklerini belirlemek gereklidir. Bunlar, hizmet yeteneği, kayganlık, görünüm, renk, ışık yansıtma karakteristiği olabilir. Yine de, hizmet yeteneği (taşıt işletme maliyetini, seyahat süresi maliyetini, kaza maliyetini, konforsuzluk maliyetini etkilediği için) ve kayganlık (kaza maliyetlerini etkilediği için) en büyük etkiye sahiptir.

Hizmet yeteneği düştükçe, seyahat süresi maliyetleri artar. Çünkü ortalama seyahat hızı lineer olmayan biçimde düşer. Rehabilitasyon esnasında trafik gecikmelerinden dolayı, yüksek seyahat süresi maliyeti oluşur (COST, 2002).

Kullanıcı maliyetlerinin diğer üç bileşeni önemli bir noktaya işaret eder: Üstyapı hizmet yeteneği bitiş düzeyine yaklaştıkça, kullanıcı maliyeti artar.

Karayollarında yapılacak üstyapı iyileştirme çalışmalarının planlanmasında genellikle sadece onarım veya yeniden inşaat maliyetleri dikkate alınmakta, kullanıcı

faydaları dikkate alınmamaktadır. Oysa özellikle yüksek hacimli yollarda yapılacak onarım çalışmasıyla elde edilecek kullanıcı faydası onarım maliyetinin özenli bir kısmını karşılayabilecektir. Burada esas olan kurum veya birey çıkarları ötesinde ülke ekonomisine sağlanacak katma değer olmalıdır.

### **1.1. Çalışmanın Amacı ve İzlenen Yol**

Bu çalışmadaki temel hedef, Türkiye karayollarındaki servis yeteneği kaybının yol açtığı kullanıcı maliyetlerinin tahmini ve onarım çalışmaları ile sağlanacak kullanıcı faydalarının belirlenmesidir.

Birinci bölümde, çalışmanın amacı ve önemi hakkında bilgi verilmiştir.

İkinci bölümde ise daha önce konu ile ilgili yapılmış olan çalışmalara yer verilmiştir.

Üçüncü bölümde karayolu kullanıcı faydaları, ekonomik değerlendirme yöntemleri ve istatistik analiz yöntemlerinden bahsedilmiştir.

Dördüncü bölümde ise yapılan anket sonuçları verilerek, ortalama değerleri, istatistiksel analizler ve bunlara ilişkin grafikleri verilmiştir. Ayrıca sonuçların etkisini göstermek amacıyla örnek çözümler yapılmıştır.

Beşinci bölümde elde edilen sonuçların değerlendirmesi ve öneriler sunulmuştur.

## 2. KAYNAK BİLGİSİ

Steiner ve Lynch (1980), yol bakımı için bir fayda/maliyet çözümlenmek yaklaşımı geliştirmişlerdir. Yıllık ortalama günlük trafik (YOGT), yol durumu envanteri, taşıt işletme ve seyahat süresi maliyetleri ile yol bakım maliyetleri girdi verisi olarak kullanılmıştır. Faydaların maliyetlere oranı kullanılarak bakım önceliğini belirlemişlerdir.

Fwa ve Sinha (1992) çalışmalarında, Hindistan'da sınırlı bir karayolu kullanıcı grubuna yapılan anket çalışması sonucunda üstyapı performansının karayolu kullanıcı ve bakım ve onarımdan sorumlu kuruluşların maliyetlerine olan etkisini araştırmışlardır. Çalışmaları sonucunda, acente maliyetinin proje maliyetinin % 19'u ile % 114'ü arasında değiştiğini, karayolu kullanıcılarının cinsiyet ve eğitimlerinin kullanıcı faydalarını etkilemediğini görmüşlerdir. Kullanıcı faydalarını, seyahat mesafesi ve yol performansının doğrudan etkilediğini görmüşlerdir. Kullanıcı faydalarının 16 km seyahat mesafesi ve 2.5 servis yeteneği indeksi (PSI) olduğunda 0.057 \$, ve 241 km seyahat mesafesi ve 4.5 servis yeteneği olduğunda 1.706 \$ aralığında olduğunu belirtmişlerdir.

Hsieh ve Haas (1994) çalışmalarında, otomatik yol bakımının doğrudan ve kullanıcılar ile ilgili maliyetlerdeki azalmasını araştırmışlardır. Ayrıca otomatik yol bakımının makul olduğunu göstermişlerdir. Gelecekte kullanıcı maliyetlerinin işletme maliyetlerinden daha önemli olacağını vurgulamışlardır.

NCHRP (1993) çalışmalarında, kapsamlı, kolay kullanılabilir, taşınabilir bir mikro bilgisayar programı (MicroBENCOST) geliştirmişlerdir. Bu program aynı zamanda karayolu kullanıcı fayda-maliyet analizini gerçekleştirmek için yeni ve güncellenebilir bir veri tabanı da işletmektedir.

Pan vd. (1999), Çin için bir ağ düzeyi üstyapı yönetim sistemi geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri ağ düzeyi üstyapı yönetim sistemi, üstyapı durum değerlendirmesi, performans tahmini, bakım gereksinim çözümlenmesi ve bütçe ataması verilerini kullanmaktadır. Bakım gereksinimlerini belirlemek için fayda/maliyet yöntemini kullanmışlardır.

RIMES (1999b), Yunanistan'da Üstyapı Yönetim Sistemi (ÜYS) çalışmaları yapmıştır. Araştırmalarında, ÜYS için gerekli olan yol kullanıcı maliyetlerini araştırmışlardır. Yol kullanıcı maliyeti olarak, kaza maliyeti, taşıt işletme maliyeti ve kullanıcıların zamanın maliyetini dikkate almışlardır.

Jairaidei vd. (2000), çalışmalarında karayolu kullanıcı maliyetlerinin hesabı için bir yöntem geliştirmişlerdir. Bu yöntem ile birçok grafik ve tablo geliştirmişlerdir. Bu grafik ve tablolar kullanılarak karayolu kullanıcı maliyetlerinin hesaplanması mümkün olmaktadır. Ayrıca alternatif senaryoların sorgulanabileceği bir bilgisayar programı da yazmışlardır.

Kulkarni vd. (2004), üstyapı projelerinin seçimi ve önceliklerini belirlemek için gereksinim esaslı bir yöntem geliştirmişlerdir. Bu yaklaşım, geleneksel fayda/maliyet çözümlmesine etkili bir seçenek olan çok nitelikli bir gereksinim fonksiyonunun geliştirilmesini esas almaktadır. Fayda/maliyet çözümlmesinin sabit bir bölgedeki proje seçeneklerinin küçük bir miktarını değerlendirmede yararlı olabilirken, büyük ölçekli karayolu inşaat programlarında uygulandığında büyük sınırlılıklara sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Yazarlar çalışmalarında, fayda/maliyet çözümlmesinin pratik sınırlılıklarını ve bu sınırlılıkların üstesinden nasıl bir gereksinim tabanlı yaklaşım ile gelinebileceğini tartışmışlardır. Kansas'ın şehir karayolu yatırım programı için gereksinim tabanlı yaklaşımın başarılı bir uygulamasını da tanımlamışlardır.

Falls ve Tighe (2004), çalışmalarında üstyapı yönetiminde fayda ve maliyetleri göstermek için boyuna karayolu verilerini analiz etmişlerdir. Verilerin nasıl işleneceği ve analiz edileceği ile ilgili olarak iki örnek çalışma yapmışlardır. Bakım ve onarımdan sorumlu kurum ve kullanıcı faydalarının maksimize edileceği bir model geliştirmişlerdir.



### **3. MATERYAL VE METOT**

#### **3.1. Materyal**

##### **3.1.1. Ekonomik Değerlendirme**

Mühendislik ekonomisi ilkelerinin üstyapıları da içeren ulaşım projelerine uygulanması temelde iki düzeyde gerçekleşir. Birincisi, projenin fizibilitesi ve zamanlamasını belirlemek için gereksinim duyulan yönetim kararlarıdır; ikincisi, proje bir kere seçildikten sonra maksimum ekonomiyi sağlamak için gerekliliklerdir (Haas vd., 1994).

##### **3.1.1.1. Temel Prensipler**

Mühendislik ekonomisi ilkeleri ve ekonomik değerlendirme yöntemleri ile ilgili önemli miktarda kaynak mevcuttur. Üstyapı alanına uygulanabilir ilkeler şu şekilde özetlenebilir:

1. Değerlendirmenin yapılacağı yönetim düzeyi açıkça tanımlanmalıdır; örneğin: yatırım programlaması veya ağ düzeyi; veya ömür döngü stratejisinin proje düzeyi optimizasyonu.
2. Ekonomik analizler, yönetim kararları için temel oluştururken başlı başına birer karar değillerdir.
3. Böyle kararlar için bazı ölçütler açık ve sade olabilmesine karşın tüm ölçütler, kurallar veya rehberler ekonomik değerlendirmenin sonuçları uygulanmadan önce ayrı ayrı formüle edilmelidir.
4. Ekonomik değerlendirmenin, başlı başına bir yöntemle veya bir projenin finansmanı ile ilişkisi yoktur.
5. Ekonomik değerlendirme, zamanlama ve diğer tasarım kaynakları içinde tüm mümkün seçenekleri düşünmelidir. Bu, mevcut durumla tüm seçeneklerin karşılaştırılması demektir.
6. Tüm seçenekler, aynı zaman periyodu için karşılaştırılmalıdır. Değerlendirmede dikkate alınan etkenlerin bazı önemli güvenlik dereceleri ile

tahmin edilebilmeleri için belirli bir zaman periyodu seçilmelidir. Alınan kararda en iyi seçeneğin seçiminde belirsizlikler düşünülebilir.

7. Üstyapının ekonomik değerlendirilmesi mümkünse, yapımçı kuruluş maliyetleri, kullanıcı maliyetleri ve kârları içermelidir (Haas vd., 1994).

Kullanıcı maliyetinin hizmet yeteneği düzeyi, şartlar, rehabilitasyon büyüklüğü ve zamanı, bakım büyüklüğü ve zamanlaması gibi durumlarla değişmediği kabulü ile sadece sermaye ve bakım maliyetleri düşünülme durumundadır. Bu yaklaşım uygun değildir, çünkü Teksas, Kanada, Ulaşım ve Yol Araştırma Laboratuvarı ve Dünya Bankasındaki araştırmacılar, bu etkenler ile kullanıcı maliyetlerinin önemli miktarda değiştiğini göstermişlerdir. Kârlar, maliyet ıskontosu olarak düşünülebilir (Haas vd., 1994).

### 3.1.1.2. Üstyapı Maliyetleri

Alternatif üstyapı stratejilerini ekonomik açıdan değerlendirmede düşünülebilecek en önemli maliyetler şunları içerir:

1. Yapımçı Kuruluş Maliyetleri:
  - a. İnşaatın ilk yatırım maliyeti
  - b. İnşaatın veya rehabilitasyonun gelecekteki maliyeti (kaplama, rehabilitasyon, yeniden inşa, vs.)
  - c. Tasarım periyodu boyunca tekrar oluşan bakım maliyetleri
  - d. Tasarım periyodu sonunda kurtarılan veya artan ücret dönüşü (negatif maliyet de olabilir)
  - e. Mühendislik ve yönetim
2. Kullanıcı Maliyetleri
  - a. Seyahat süresi maliyeti
  - b. Taşıt işletme maliyeti
  - c. Kaza maliyeti

- d. Yüzey yenileme ve büyük bakımlar süresince seyahat süresi gecikmesi ve ek taşıt işletme maliyetleri

### 3. Kullanıcı ile ilgili olmayan maliyetler

- a. Hava kirliliği
- b. Ses kirliliği
- c. Çevre bozulmaları (Haas vd., 1994)

#### 3.1.1.3. Üstyapı Faydalarının Belirlenmesi

Ulaşım projesinin faydaları, doğrudan veya dolaylı maliyet azalmasından ve arazi kullanımından oluşabilir. Önceki kısımda listelendiği gibi, üstyapı faydaları, birincil olarak, kullanıcının ulaştırma maliyetindeki direkt azalmadan sağlanır. Aynı zamanda, faydayı ek yol kullanıcı vergileri olarak düşünmek de mümkündür. Bu kabul, bütün bir karayolu projesine uygulanabilir olmasına karşın, ek enerji tüketimi anlamında da sorgulanabilir. Bunun bazı eksiklikleri vardır ve üstyapılar için önerilmez.

Üstyapı faydalarını ölçmek ve hesaplamak için, taşıt işletmesi, seyahat süresi, kaza ve konfor bozukluğunun kullanıcı maliyetlerine etki edecek olan üstyapı karakteristiklerini açıklamak gereklidir. Bunlar, hizmet yeteneği, kayganlık, görünüm, renk, ışık yansıtma karakteristiği olabilir. Yine de, hizmet yeteneği (taşıt işletme maliyetini, seyahat süresi maliyetini, kaza maliyetini, konforsuzluk maliyetini etkilediği için) ve kayganlık (kaza maliyetlerini etkilediği için) en büyük etkiye sahiptir.

Hizmet yeteneği düştükçe, seyahat süresi maliyetleri artar. Çünkü ortalama seyahat hızı lineer olmayan biçimde düşer. Rehabilitasyon esnasında trafik gecikmelerinden dolayı, yüksek seyahat süresi maliyeti oluşur. Üstyapı hizmet yeteneği bitiş düzeyine yaklaştıkça, kullanıcı maliyeti artar.

Proje değerlendirme amacıyla faydaları belirlemede, mevcut trafiğin mi yoksa aktarılan trafiğin mi dikkate alınacağı sorusu düşünülmelidir. Genellikle, bu sorun

kendi başına üstyapıdan ziyade, bütün karayolu projeleri ile ilgili olarak ortaya çıkar. Bununla beraber, üstyapı gelişiminin kendiliğinden, mevcut veya aktarılan trafik ile sonuçlanabileceği olasıdır (Haas vd., 1994).

Kullanıcı maliyetleri, seyahat süresi maliyeti, taşıt işletme maliyeti ve kaza maliyetini içerir. Genel olarak kullanıcı maliyeti (KM) modeli aşağıdaki formdadır:

$$KM = \text{Kaza Maliyeti} + \text{Taşıt İşletme Maliyeti} + \text{Seyahat Süresi Maliyeti} \quad (3.1)$$

Kullanıcı maliyeti hesaplamasında kullanılan anahtar değişkenler:

- Ortalama günlük trafik,
- Trafikteki ağır taşıt yüzdesi,
- Taşıt işletme maliyeti (taşıt başına birim uzunluk maliyeti),
- İlave seyahat süresi maliyeti (taşıt başına birim uzunluk maliyeti),
- Kaza oranları, durum değişkenlerindeki (PSI vd) değişim nedeniyle kaza oranındaki değişim (kaza başına birim maliyet)
- Bakım uygulaması esnasında trafik gecikmesi ve yolun uzaması nedeniyle ilave maliyetler (taşıt başına birim uzunluk maliyeti).

Yol durumu ile trafik arasındaki ilişki, özellikle bakım kararının ekonomik çözümlemesinde önemlidir. Yol durumu farklı şekillerde yol trafiğini etkiler. Bu etkiler:

- Taşıt maliyetleri (yakıt, bakım ve onarım maliyeti, lastik aşınması),
- Seyahat süresi (hızdaki değişimin maliyeti),
- Konfor,
- Yol güvenliği,
- Çevre (emisyon, gürültü).

Birçok trafik etkisi, trafik etki modelleri kullanılarak trafik durumu özelliklerinden tahmin edilebilir. Bu modeller, belirli bir süre için nispeten sabit kalabilir. Trafik etkileri para cinsinden belirlenebilir, böylece trafik maliyetine dönüştürülür. Bu değerler, hızlı bir biçimde değişir. Trafik maliyetinin tam değerini belirlemek oldukça zordur. Trafik ilave maliyetleri için önerilen seçenek parametre:

$$\text{Trafik maliyeti} = \text{Mevcut trafik maliyeti} - \text{En iyi durumdaki trafik maliyeti} \quad (3.2)$$

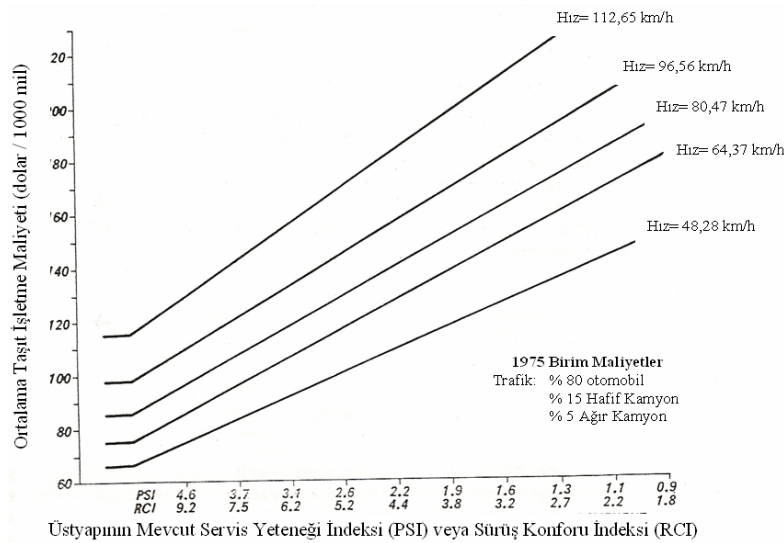
olarak kullanılabilir (RIMES, 1999a).

### 3.1.1.3.1. Taşıt İşletme Maliyeti (TİM)

RIMES (1999b) tarafından Yunanistan'da yapılan araştırmada taşıt işletme maliyetleri (TİM), yakıt tüketimi, lastik aşınması, taşıt bakımı ve taşıt değerindeki azalma verilerini esas almışlardır. Taşıt tiplerine göre hesaplanan TİM değerleri aşağıdaki gibidir:

- Otomobiller : 0.10 Euro/km
- Kamyonetler : 0.15 Euro/km
- Otobüsler : 0.35 Euro/km
- Kamyonlar : 0.55 Euro/km

Haas ve Hudson (1978) tarafından yapılan araştırmada, TİM ile servis yeteneği arasındaki ilişki ise Şekil 3.1'de görüldüğü gibidir.



Şekil 3.1. Ortalama taşıt işletme maliyetleri

Türkiye’de Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından 2005 yılı için verilen TİM değerleri ise Çizelge 3.1’de görüldüğü gibidir (KGM, 2006).

Çizelge 3.1. Taşıt işletme giderleri (2005 yılı fiyatlarıyla vergiler hariç) (YTL-Taşıtkm)

KAPLAMA CİNSİ	ARAZİ CİNSİ	OTOMOBİL	OTOBÜS	KAMYON
BETON ASFALT (R=2)	DÜZ	0.2226	1,4845	1.0946
	DALGALI	0.2209	1,5550	1.3675
	DAĞLIK	0,2235	2,0274	1.5323
ESKİ BETON ASFALT (R=2,5)	DÜZ	0.2270	1,5057	1,1321
	DALGALI	0,2253	1,6763	1.4046
	DAĞLIK	0.2276	2,0491	1,3697
YENİ SATHİ KAPLAMA (R=3)	DÜZ	0,2316	1,5277	1,1693
	DALGALI	0.2299	1,6985	1.4414
	DAĞLIK	0,2324	2,0715	1.9068
ESKİ SATHİ KAPLAMA (R=3,S)	DÜZ	0,2366	1,5508	1.2062
	DALGALI	0.2349	1,7218	1,4732
	DAĞLIK	0,2374	2,0948	1,9435
ESKİ SATHİ KAPLAMA (R=4)	DÜZ	0.2419	1,5749	1,2431
	DALGALI	0.2402	1,7462	1,5150
	DAĞLIK	0.2426	2,1190	1.9801
İYİ ŞARTLAR ALTINDA STABİLİZE (R=5)	DÜZ	0.2556	1,6759	1,3311
	DALGALI	0.2548	1,8567	1.6115
	DAĞLIK	0,2605	2,2314	2.0724
KÖTÜ ŞARTLAR ALTINDA STABİLİZE (R=10)	DÜZ	0.3471	2,0203	1,7068
	DALGALI	0.3458	2,1933	1.9785
	DAĞLIK	03500	2,5566	2.4276

R=Yüzey Düzgünsüzlüğü (Roughness m/Km)

### 3.1.1.3.2. Zamanın Değeri

Yine RIMES (1999b) tarafından yapılan araştırmada zamanın değeri hesaplanırken, öncelikle ortalama brüt maaş değerleri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

- Ortalama günlük brüt maaş 60 Euro

- Kamyon sürücüleri için ortalama günlük brüt maaş 120 Euro

Bu değerler 8'e bölünerek saatlik değerler elde edilmiştir. Fakat bilinmektedir ki tüm seyahatler iş amaçlı yapılmamaktadır. İş dışındaki seyahatlerin oranı yaklaşık olarak 1/5 oranında olduğu kabulü yapmışlardır.

Otomobiller için iş dışı seyahatlerin oranı % 50 olarak kabul edilmiştir. Yunanistan'da iş amaçlı seyahatlerde otomobillerde ortalama 1.2, iş dışı seyahatlerde ise 1.8 kişi bulunduğu kabul edilmiştir. Bu durumda otomobiller için zamanın değeri=  $0.5 \times (1.2 \times 60 / 8) + 0.5 \times (1.8 \times 1.5) = 5.85 = 6$  Euro/saattir.

Kamyonetlerde ise ortalama 1.2 kişi seyahat etmektedir. Kamyonetler ile yapılan seyahatlerin tümünün iş amaçlı olduğu kabulü yapılmıştır. Bu durumda zamanın maliyeti=  $1.2 \times 60 / 8 = 9$  Euro/saattir.

Kamyonlarda ortalama 1.2 kişi bulunmaktadır ve daima iş amaçlı seyahat ederler. Bu durumda zamanın maliyeti =  $1.2 \times 120 / 8 = 18$  Euro/saattir.

Otobüslerde ortalama 30 yolcu ve 1 sürücü bulunmaktadır. Otobüslerdeki insanların yaklaşık %20'si iş amaçlı seyahat etmektedir. Bu durumda  $1 + 0.2 \times 30 = 7$  kişi iş amaçlı seyahat etmektedir. Kalan 24 kişi ise iş dışı amaçlarla seyahat etmektedir. Sonuçta bir otobüsün zamanının değeri=  $7 \times 60 / 8 + 24 \times 1.5 = 88.5$  Euro/saattir.

### 3.1.1.3.3. Trafik Kaza Maliyeti

Karayollarında her gün birçok trafik kazası meydana gelmektedir. Kazaların genel sebepleri sürücü, yaya, yolcu, araç ve yol olarak gruplandırılabilir. Türkiye' de yıllar itibariyle kaza sayıları ve bu kazaların nedenleri Çizelge 3.2' de görülmektedir.

Çizelge 3.2. Yıllar itibariyle kaza sayıları ve bu kazaların nedenleri (KGM, 2003)

YILLAR	SÜRÜCÜ %	YAYA %	YOLCU %	ARAÇ %	YOL %	DİĞER %
1998	96,48	2,77	0,21	0,53	0,01	-
1999	96,59	2,77	0,18	0,45	0,01	-
2000	96,21	2,49	0,17	0,46	0,67	-
2001	96,82	2,38	0,16	0,32	0,32	-
2002	96,99	2,48	0,12	0,25	0,16	-

2005 yılı için bu değerler dikkate alındığında, kaza sayıları ve kusur unsurları Çizelge 3.3' de görüldüğü gibi olmuştur.

Çizelge 3.3. 2005 yılında kaza sayıları ve bu kazaların nedenleri (EGM, 2005)

<b>Kaza Unsurları</b>	<b>Kaza Sayısı</b>	<b>Kaza Oranı (%)</b>
SÜRÜCÜ	640951	97,67631
YAYA	12973	1,976992
ARAÇ	986	0,150259
YOL	931	0,141878
YOLCU	358	0,054557
<b>TOPLAM</b>	<b>656199</b>	<b>100</b>

Bu çalışmada karayolu üstyapı servis yeteneğinin kullanıcı maliyetlerine etkisi araştırıldığından, üzerinde durulması gereken kaza nedeni yoldan kaynaklanan kazalardır. Yol kusurlarına göre meydana gelen kaza sayıları ve kusur oranları Çizelge 3.4'de görülmektedir. Çizelgeden de görüldüğü gibi, yola ait kaza sebepleri büyük oranda karayolu üstyapısından kaynaklanmakta ve gerekli bakım veya onarım çalışmasının yapılması ile ortadan kaldırılabilecek niteliktedir.

Çizelge 3.4. Yol kusurlarına göre meydana gelen kaza sayıları ve kusur oranları (EGM, 2005)

<b>YOLA AİT KAZA SEBEPLERİ</b>	<b>Kaza Sayısı</b>	<b>Kaza Oranı (%)</b>
Yolda Münferit Çukur	455	48,87218
Yol Sathında Gevşek Malzeme	238	25,56391
Düşük Banket	115	12,35231
Tekerlek İzinde Oturma	58	6,22986
Kısmi ve Münferit Çökme	47	5,048335
Köprü Çökmesi	10	1,074114
Heyelandan Dolayı Şerit Çökmesi	8	0,859291
<b>TOPLAM</b>	<b>931</b>	<b>100</b>

Kazaların maliyetinin belirlenmesi sosyal maliyetlerin belirlenmemesi nedeniyle oldukça zordur. Yunanistan'da trafik kazalarının maliyetleri ortalama olarak aşağıdaki gibidir:

- Ölümlü kazalar 250.000 Euro
- Yaralanmalı kazalar 50.000 Euro
- Maddi hasarlı kazalar 5.000 Euro'dur (RIMES, 1999b)



Ülkemizdeki tüm sigorta şirketlerinin bilgilerinin toplandığı Trafik Sigortası Bilgi Merkezi (TRAMER, 2006) raporuna göre 2005 yılı kaza ve ödenen tazminat değerleri çizelgede görüldüğü gibidir.

Çizelge 3.5. Araç bazında poliçe üretimi ve hasar ödemeleri

Araç Türü	Poliçe Sayısı	Prim Üretimi	Hasar / Poliçe (%)	Araç Grup Kodu Bazında Poliçe Üretimi Ve Hasar Ödemeleri Raporu Tarih: 1/2005-1/2006 Cari (Bin YTL)							
				Ödenen Hasar							
				Maddi		Tedavi Giderleri		Ölüm/Sakathk		Toplam	
				Adet	Tutar	Adet	Tutar	Adet	Tutar	Adet	Tutar
OTOMOBİL	5,954,920	583,381	54.7	203,198	245,595	4,161	9,180	1,023	17,717	208,382	272,492
TAKSİ	75,848	25,973	61.9	12,516	13,321	110	321	19	475	12,645	14,117
MİNİBÜS (8-14 KOLTUK)	326,858	77,453	51.9	23,550	27,620	478	1,349	166	3,304	24,194	32,273
OTOBÜS (15-25 KOLTUK)	101,141	31,094	54.1	10,067	12,426	206	406	56	901	10,329	13,733
OTOBÜS (26 VE ÜSTÜ)	55,859	40,398	45.8	10,528	13,224	194	512	73	1,004	10,795	14,740
KAMYONET	1,446,441	238,712	53.7	85,290	99,737	1,204	2,937	420	6,904	86,914	109,578
KAMYON	523,896	128,526	72.4	42,189	63,520	717	2,274	493	9,743	43,399	75,537
İŞ MAKİNESİ	26,616	2,196	56.1	595	882	17	222	2	19	614	1,123
TRAKTÖR	427,263	6,079	49.7	1,054	1,842	30	91	18	352	1,102	2,285
RÖMORK	4,851	71	152.1	56	64	0	0	1	14	57	78
MOTORSİKLET VE YÜK MOTORSİKLETİ	412,938	7,203	35.6	1,857	1,583	51	62	12	156	1,920	1,801
TANKER	10,021	2,547	21.4	227	385	8	101	1	2	236	488
ÇEKİCİ	41,132	9,957	38.5	1,315	2,217	13	211	17	545	1,345	2,973
ÖZEL AMAÇLI TAŞIT	4,677	1,019	22.2	102	137	0	0	0	0	102	137
DİĞER ARAÇLAR	17,256	2,423	85.0	922	1,370	23	68	6	180	951	1,618
<b>Toplam</b>	<b>9,429,717</b>	<b>1,157,032</b>	<b>55.8</b>	<b>393,466</b>	<b>483,923</b>	<b>7,212</b>	<b>17,734</b>	<b>2,307</b>	<b>41,316</b>	<b>402,985</b>	<b>542,973</b>

#### 3.1.1.4. Tasarım veya Analiz Periyodu

Trafik için tasarım veya analiz periyodu için üst limit olarak genellikle 20 yıl kullanılır. Kullanılan iskonto oranına bağlı olarak, gelecek zamanlardaki maliyetlerin veya faydaların bugünkü değeri önemsiz olabilir. Ulaşım projelerinin çoğunda, 20-30 yıllık bir dilim kullanılır ve bu üstyapılar için mantıklı görünmektedir (Haas vd., 1994).

#### 3.1.1.5. Iskonto ve Faiz Oranı

Iskonto oranı, gelecekte beklenen maliyet ve faydaları, bugünün terimlerine indirgemek için kullanılır. Bu oran, gelir ve sermaye kullanımlarını karşılaştırmayı sağlar. Terimler bazen birbirlerinin yerlerine kullanılabilirler de aslında borç alma ile ilgili olan faiz oranı ile karıştırılmamalıdır.

Yapımcı kuruluşların hesaplamalarında kullanılacak olan bu oran, temelde politika ile ilgilidir. Yapımcı kuruluşların çoğu, bütün ekonomik değerlendirmeleri için tek bir analiz yöntemi kullanırlar. Üstyapı alanında genellikle % 4 ila 10 arası iskonto oranı kullanılır. Iskonto oranı çok önemli bir etkidir ve ekonomik çözümlemenin sonuçları üzerinde büyük etkisi olabilir (Haas vd., 1994).

### **3.1.1.6. Enflasyon**

Ekonomik bir değerlendirmede enflasyonun nasıl dikkate alınacağı sorusu, birçok mühendisi ve yöneticiyi ilgilendirir. Fiyatların değişeceğine dair önemli delillerin olmaması durumunda, değerlendirmede enflasyon kullanılmaz. Üstyapı projelerinin ekonomik değerlendirmesinde enflasyon etkeninin kullanılmamasıyla ilgili sebepler şunlardır:

1. Enflasyonun önceden tahmin edilmesi oldukça zordur.
2. Karayolu ekonomi çalışmalarında enflasyon kullanılmışsa, bugünün daha büyük sermaye yatırımlarını doğrulama eğiliminde olmalıdır.
3. Eğer enflasyon dikkate alınırsa, maliyetler kadar faydalar da artar, böylece bunların nispi büyüklükleri de aynı kalır.
4. Ekonomik değerlendirmenin amacı, yönetime karar verme için bir araç sağlamaktır.
5. “Gerçek sabit dolarlar” ekonomik analizler için daha iyi bir araçtır.

### **3.1.1.7. Kurtarılan veya Kalan Değer**

Kurtarılan veya kalan değer, ekonomik analizlerde bazı yapımcı kuruluşlarca kullanılır. Bu değer, tasarım periyodunun sonunda tekrar kullanılabilir materyallerin değerini gösterir. Özellikle tekrar çalışabilen ve tekrar kullanılacak türde malzemelerin yeni bir üstyapıda dikkate alınması, gelecekte önem kazanabilir. Bir malzemenin kurtarılan değeri, malzemenin hacmi, kirlenmesi, yaşı veya ömrü,

tasarım periyodu sonunda beklenen kullanımı gibi birkaç etkene bağlıdır. Bu, toplam maliyetin yüzdesi olarak projelendirmede kullanılabilir (Haas vd., 1994).

### 3.1.2. Ekonomik Değerlendirme Metotları

Alternatif üstyapı tasarım stratejilerinin değerlendirilmesinde birkaç ekonomik analiz yöntemi kullanılmaktadır. Bunlar, şu şekilde sınıflandırılabilir:

1. Eşdeğer düzenli yıllık maliyet yöntemi, basitçe *yıllık maliyet yöntemi*,
2. Bugünkü değer yöntemi:
  - a. Maliyetler
  - b. Faydalar
  - c. Fayda eksi maliyet; genellikle *net bugünkü değer* olarak anılır,
3. İç kârlılık yöntemi,
4. Fayda maliyet oranı yöntemi,
5. Maliyet etkinlik yöntemi.

Bu yöntemlerin, maliyetler ve faydaların gelecekteki eğilimlerini belirlemede önemli katkıları vardır. Böylece seçenek yatırımlar karşılaştırılabilir. Zaman geçtikçe paranın değerindeki farklılıklar, kullanılan bileşik faiz eşitliklerine yansıtıldığı gibi, bu tür karşılaştırmalar için yöntem sağlarlar.

#### 3.1.2.1. Bir Değerlendirme Metodunun Seçiminde Temel Düşünceler

Alternatiflerin ekonomik değerlendirilmeleri için en uygun yöntemin seçiminde birkaç temel düşünce vardır:

1. Gelecekteki beklenen maliyetleri karşılaştırmada ilk yatırım maliyetleri ne kadar önemlidir? Bir ekonomik analiz, örneğin, özel bir seçenek için, bugünün küçük miktar yatırım maliyetlerinin gelecekteki büyük maliyetlerle sonuçlanabileceğini işaret edebilmektedir. Sınırlı fon durumunda, düşük

yatırım maliyetleri en mantıklı çözüm olabilmektedir. Böyle durumlar ekonomikliği göstermeyebilir, fakat gerçekçidir.

2. Karar verici için, hangi analiz yöntemi en anlaşılabilir? Örneğin, bir yapımcı kuruluşun yıllarca, iyi bilinen bir fayda/maliyet oranı yöntemini kullandığını düşünelim. Ancak, eldeki problem için bu en uygun yöntem olmayabilir. Fakat daha iyi bir metoda geçiş zor ve fazlasıyla uzun süre alabilir.
3. Belirli bir yapımcı kuruluşun gereksinimlerine hangi yöntem daha iyi uyar? Daha önce belirtildiği gibi üstyapı inşa eden yapımcı kuruluşlar için net bugünkü değer yönteminin daha tercih edilebilir olmasına karşın, özel olarak yapılmış bir üstyapı için yıllık maliyet yöntemi daha uygun olabilir.
4. Analizlerde faydalar dikkate alınmalı mıdır? Üstyapı seçenekleri arasındaki faydalardaki farklılıkları hesaplamayan her yöntem, temelde genel bir yapımcı kuruluşların kullanımı için eksiktir. Yine de, özel durumlarda, çeşitli seçenekler için eşit faydalar ön kabulü başarılı olabilir (Haas vd., 1994).

### **3.1.2.2. Eşdeğer Düzenli Yıllık Maliyet Metodu**

Eşdeğer düzenli yıllık maliyet yöntemi, analiz periyodu üzerinde tüm ilk sermaye maliyetlerini ve gelecekte oluşacak tüm masrafları eşit yıllık ödemeler içine kombine eder. Bu yöntemde, yıllık bakım ve işletme maliyetleri ve kullanıcı maliyetleri ortalama değerler olarak düşünülür. Eşdeğer düzenli yıllık maliyet yönteminin en önemli cazibesi, sadeliği ve anlaşılabilirliğidir. Fakat değerlendirmede faydaları içermez. Sonuçta, seçenekler arası karşılaştırmalar, faydaların eşit olduğu temel varsayımı ile beraber, sadece maliyet temelinde yapılmalıdır. Yine de, bazı seçenekler arasında araç işletme maliyetlerindeki farklılıkların dâhil edildiği durumlarda bu varsayım sorgulanabilir. Maliyetlerin bugünkü değeri yöntemi, eşdeğer düzenli yıllık maliyet yöntemi ile direkt olarak karşılaştırılabilir (Haas vd., 1994).

### 3.1.2.3. Bugünkü Değer Metodu

Bugünkü değer yöntemi, maliyetleri tek başına, faydaları tek başına veya maliyetleri ve faydaları birlikte inceleyebilir. Bütün gelecekteki toplamların uygun bir iskonto oranı kullanılarak bugüne indirgenmesini içerir. İndirgeme amacıyla maliyetler veya faydalar için kullanılan eşitlik aşağıdaki gibidir:

$$pwf_{i,n} = \frac{1}{(1+i)^n} \quad (3.3)$$

burada;

$pwf_{i,n}$  = bugünkü değer faktörü

$i$  = İskonto oranı

$n$  = yıl sayısı

Analiz periyodunun sonundan önce ek sermaye masrafları çıktığı zaman, eşdeğer düzenli yıllık maliyet yönteminde maliyetlerin bugünkü değeri kullanılır.

Üstyapılar için, indirekt kullanıcı faydaları ve kullanıcıyla ilgili olmayan faydaların iyi bir biçimde ölçülüp ölçülmediği sorgulanabilir. Bu nedenle, diğer etkenlerin ölçülebileceği zamana kadar, sadece direkt kullanıcı faydalarını dikkate almak mantıklı olabilir. Net bugünkü değer yöntemi, bahsedilen yöntemi takip eder. Çünkü, bu basitçe faydaların bugünkü değerleri ile maliyetlerin bugünkü değerleri arasındaki farktır. Eğer bir projenin ekonomik olduğu doğrulanacaksa, faydalar maliyetleri geçmelidir.

“Geleneksel” yıllık maliyet ve fayda/maliyet yöntemleri ile karşılaştırıldığında, net bugünkü değer yöntemini, karayolları alanında, belki de en uygun yöntem yapan bazı avantajlar vardır. Bu avantajlar şunlardır:

1. Bir projenin fayda ve maliyetleri tek bir değer olarak ilişkilendirilir ve açıklanır.
2. Farklı servis ömürleri ile projeler direkt olarak ve kolayca karşılaştırılabilir.
3. Tüm maliyetler ve faydalar bugünkü değer şeklinde açıklanır.

4. Parasal olmayan faydalar (veya maliyetler) değerlendirilebilir ve bir maliyet etkinlik değerlendirmesi uygulanabilir.
5. Analiz sonucu, proje için toplam ödeme olarak verilir.
6. Metot hesaplama açısından basit ve açıktır.

Net bugünkü değer yönteminin birkaç dezavantajı da şu şekilde sıralanabilir:

1. Metot, faydaları tahmin edilemeyen seçeneklere uygulanamaz. Böyle durumlarda, her bir seçenek, diğer seçenekler ile karşılaştırılarak değerlendirilebilir.
2. Toptan ödenen para şeklindeki sonuç, bazı insanlar için dönüş oranı veya yıllık maliyet gibi kolayca anlaşılabilir değildir. Aslında, bazı durumlarda, bu şekilde maliyetler toplamı, yatırımlar için caydırıcı bir rol oynayabilmektedir (Haas vd., 1994).

#### **3.1.2.4. İç Kârlılık Metodu**

Bazı karayolu yapımcı kuruluşlarca kullanılan dönüş oranı yöntemi, hem faydaları hem maliyetleri dikkate alır ve bir proje için faydaların ve maliyetlerin eşit olduğu durumlardaki iskonto oranını belirler. Dönüş oranı, eşdeğer düzenli yıllık maliyetin eşdeğer düzenli yıllık faydaya eşit olduğu durumdaki orandır.

Dönüş oranı yönteminin, sonuçların karar vericiler tarafından iyi anlaşılması bakımından önemli bir avantajı vardır. Normal işletme terimleri ile yakınlığından dolayı, bir yatırımdaki dönüş miktarını belirlemek kolaydır. Bunun gibi sebeplerden ve ağ yatırımlarına uygulanabilirliğinden dolayı, karayolu yapımcı kuruluşlarınca tercih edilir. Yine de, dönüş oranı yönteminin şüpheli sonuçlar verdiği durumlar olabilmektedir (Haas vd., 1994).

#### **3.1.2.5. Fayda-Maliyet Oranı Metodu**

Fayda/maliyet oranı yöntemi, karayolu alanında, tüm yöntemler arasında belki de en yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu, bir seçeneğin faydasının bugünkü değerinin, maliyetinin bugünkü değerine oranının veya eşdeğer düzenli yıllık faydanın, eşdeğer

düzenli yıllık maliyete oranının bulunmasıdır. Faydalar, seçeneklerin karşılaştırılması ile oluşturulur. Mühendis, ekonomistlerin çoğu tarafından tercih edilen bugünkü değer formülasyonunu kullanarak, fayda/maliyet oranı aşağıdaki eşitlikteki gibi açıklanabilir (RIMES, 1999a):

$$\text{Fayda / Maliyet Oranı} = \frac{\text{TIM} + \text{KM} + \text{SSM}}{\text{BM}} \quad (3.4)$$

Burada,

TIM= Taşıt İşletme Maliyetindeki Azalma,

KM= Kaza Maliyetindeki Azalma,

SSM= Seyahat Süresi Maliyetindeki Azalma,

BM= Bakım ve rehabilitasyon göstermektedir.

Önerilen bir dizi seçeneğin fayda/maliyet oranlarının hesaplanması, eşitlik 3.4 yardımıyla, standart veya temel seçenek ile karşılaştırılarak yapılır. Sonra, 1.0'den daha büyük oran veren seçenekler, detaylı bir şekilde karşılaştırılırlar.

Fayda/maliyet oranı yönteminin bazı dezavantajları da vardır. En önemlisi, oranın tek başına kavranması zor olan soyut doğasıdır. Diğer bir dezavantaj, bakım maliyet iskontosu payda mı yoksa paydada mı olması gerektiği, maliyet iskontolarının fayda mı yoksa maliyet mi olduğu gibi karışıklıklardır (Haas vd., 1994).

### **3.1.2.6. Maliyet Etkinlik Metodu**

Maliyet etkililik yöntemi, önemli, parasal olmayan çıktıların dikkate alındığı seçeneklerin karşılaştırılmasında kullanılabilir. Kazanılacak faydaların avantajlarının belirlenmesini içerir. Bu, estetik oranlama, konfor indeksi, hizmet yeteneği indeksi gibi etkililik veya faydanın ölçümlerinin belirlenmesini gerektirir.

Bu analiz yöntemindeki masraflar genellikle maliyetlerin bugünkü değeri şeklinde ifade edilir. Yine de, etkinlik ölçümleri bugünkü değere indirgenemez; bu sebeple bunlar, belli bir zaman dilimindeki ortalama değer ya da belli zamanlardaki değerler olarak gösterilmelidir.

Alternatif tasarım stratejilerini, maliyetler temelinde karşılaştırmak gerçekten bir maliyet etkinlik yöntemidir. Bu, minimum hizmet yeteneği indeksinin tasarımcı tarafından belirlendiği ve analiz periyodu boyunca bütün seçenek stratejilerin minimumundan geçmesi gerektiği ölçütüne dayanır. Yine de, kullanıcı maliyetleri ve faydalar hizmet yeteneği düzeyi ile değiştiği için, bütün seçeneklerin hizmet yeteneği düzeyleri minimumun altında kalırsa eşit etkiliklere sahip olduğu iddiası sorgulanabilir. Dahası, minimum hizmet yeteneği düzeyi bütün seçenek stratejileri için aynı olmayabilir (Haas vd., 1994).

### 3.1.3. Üstyapı Servis Yeteneği Kavramı

Sistematik bir biçimde üstyapı yönetiminin ilk ne zaman başladığını söylemek zordur. Birçok kişiye göre, Mühendislik İlkeleri kullanılarak uygulanan Üstyapı Yönetim Sistemi (ÜYS) 1956–1960 yıllarında Amerikan Karayolu Ofisi (AASHO) yol testi ile başlamıştır. ÜYS, yol deneylerinde üstyapıların mevcut hizmet yeteneğinin (sürüş konforu) kullanılmasını da esas alır. O yıllarda sürüş konforunun nasıl tahmin edileceği ve bunun uygulayıcılar tarafından nasıl kullanılacağı önemli bir problemdi. Çözüm, Carey ve Irick tarafından 1960'da Highway Research Bulletin 250' de yayımlanan "The Pavement Serviceability-Performance Concepts," isimli çalışmada basitçe tanımlandı. Önce bir grup yol kullanıcısı, seçilen bölgede sürüş kalitesini kendi düşüncelerine göre belirleyecekti. Sonra aynı yol kesiminde fiziksel ölçümler yapılacaktı. Üçüncü olarak ise fiziksel durum için sürüş kalitesi ile fiziksel ölçümler arasındaki ilişkiden cevaplar bulunacaktı. Yol deneylerinde birçok mühendis, 1 ile 5 arasındaki oranlarda (çok kötü, kötü, orta, iyi ve çok iyi), seçilen üstyapılar için bu tahminleri yaptı. Bu oran, Mevcut Hizmet Yeteneği Oranı (Present Serviceability Rating (PSR)) olarak isimlendirilmektedir. Her bir kesim için bu oranlama yapıldıktan sonra üstyapının kabul edilebilir olup olmadığı sorgulanmıştır. AASHTO Road Test'in kullandığı Mevcut Hizmet yeteneği İndeksi (PSI) formu Şekil 3.2'de görülmektedir (Terzi, 2004).



Kabul edilebilir?		
Evet	<input type="checkbox"/>	5
Hayır	<input type="checkbox"/>	4
Kararsız	<input type="checkbox"/>	3
		2
		1
		0

Çok İyi  
İyi  
Orta  
Kötü  
Çok Kötü

Bölüm Tanımı.....Oranda  
Puanlayıcı.....Tarih.....Zaman.....Araç.....

Şekil 3.2. Mevcut hizmet yeteneği indeksi (PSI) formu

ÜYS, toplum için faydayı maksimize etmek gibi, mevcut kaynakları en olası biçimde kullanırmak için, üstyapıları korumaya ait bir dizi geniş etkinliği koordine ve kontrol etme işlemidir. Bu etkinlikler, rutin bakım, yüzey bakımı (fonksiyonel bakım) ve yapısal bakımdan ibarettir. Üstyapı yönetim etkinlikleri ve sistem bileşenleri genellikle “ağ” ve “proje” düzeyleri olarak adlandırılan, yönetimle ilgili iki düzeyde tanımlanırlar.

Karar vericileri ve bütçe yöneticilerini daha çok ilgilendiren ağ düzeyinde analiz, kuşkusuz en güçlü üstyapı yönetim kısmıdır. Bunun nedeni ÜYS'nin,

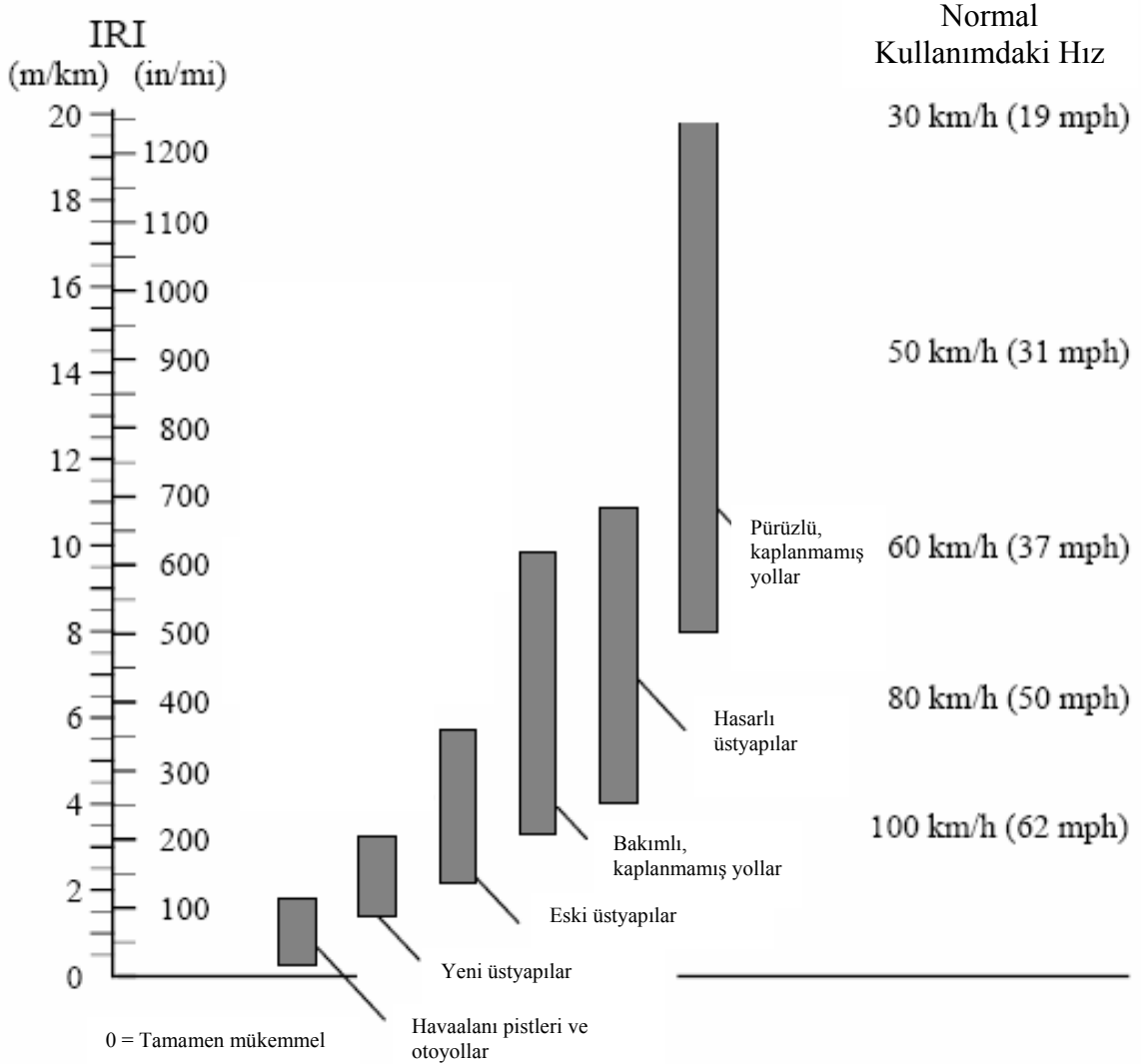
- ✓ Geliştirilmeye gereksinim gösteren üstyapıların saptanmasını ve sıralanmasını,
- ✓ Ağ düzeyinde bütçelemeyi,
- ✓ Uzun aralıklı bütçe tahminlerini,
- ✓ Ağ düzeyinde üstyapı durum değerlendirmelerini ve
- ✓ Gelecekteki durum tahminini kapsamaktadır.

Proje düzeyinde analiz daha çok teknik personeli ilgilendirir. Bu,

- ✓ Bozulma nedenlerini saptama,
- ✓ Potansiyel çözümleri belirleme,
- ✓ Ömür döngü maliyet hesabı ile seçeneklerin faydalarını tayin etme ve
- ✓ Sonunda istenen çözümleri seçme ve tasarlama gibi hususları kapsar (Karaşahin ve Terzi, 2004).

### 3.1.3.1. Üstyapı Servis Yeteneği – Hız İlişkisi

Karayolu üstyapı servis yeteneği özellikle karayolu kullanıcılarını doğrudan etkilemektedir. Üstyapının düzgünlüğü sadece kullanıcıları konfor açısından etkilemez. Konfor yanında, üstyapının düzgün olmaması ilave gecikmelere, çeşitli kazalara ve kullanılan taşıtların erken zarar görmesine de neden olur. Düzgünlük (IRI) ile hız ilişkisi Şekil 3.3’ de görüldüğü gibi tanımlanmıştır (Sayers vd. 1986)



Şekil 3.3. Düzgünlük ile hız arasındaki ilişki

Şekil 3.3’de görülen grafik sadece düzgünlük ile servis yeteneği arasındaki ilişkiyi tanımlamaktadır. Oysa tüm dünyada yaygın olarak kullanılan gösterge servis yeteneği indeksidir. Papagionnakis ve Delwar (1999), IRI değerleri kullanılarak PSI hesabı için bir yöntem önermişlerdir.

$$PSI= 5,0 e^{-0,18 IRI} \text{ (m/km)} \quad (3.5)$$

Eşitlikte, PSI üstyapı servis yeteneği indeksini, IRI ise uluslar arası düzgünsüzlük indeksini göstermektedir.

### 3.2. Metot

#### 3.2.1. İstatistik

İstatistik, belirli bir olayın gözlemlenmesi sonucu onun büyüklüğü, kıymeti, dağılımı ve benzer özellikleri hakkında elde edilen rakam demektir. Verileri inceleme işi ile uğraşan bilime de istatistik denir. Bu anlamı ile istatistik, veri toplama ve verileri inceleme amacıyla geliştirilmiş teknikler ve yöntemler bilimidir. Bu yönden ele alındığında istatistiği, belirli amaçlar için veri toplama, toplanan verileri tasnif etme, çözümlenme ve yorumlama teknik ve yöntemleri bilimidir.

İstatistik teknik ve yöntemleri kullanılış amacına göre iki grupta toplanabilir.

1. Gözlenmiş durumları bazı istatistiksel ölçülerle betimlemeye (tasvir etmeye) yaran teknik ve yöntemler kısmına betimsel istatistik,
2. Gözlenmiş durumlardan elde edilen bilgilerden, gözlenmemiş durumlar hakkında tahminlerde bulunmada yararlanılan teknik ve yöntemler kısmına da tahmini istatistik denir (Süme ve Güner, 1999).

#### 3.2.2. Bilgi Kaynakları

Çeşitli amaçların gerçekleştirilmesini sağlamak için elde edilmek istenen bilgi kaynakları iki grupta toplanabilir.

##### 3.2.2.1. Birinci Elden Bilgi Edinilen Kaynaklar

Bütün araştırmaların temel kaynağı birinci elden edinilen bilgi kaynaklarıdır. Bu tür kaynaklar, doğrudan doğruya araştırmacılar tarafından ortaya çıkarılır. Bu kaynaklardan edinilen bilgiler yine araştırmacı tarafından derlenmektedir. Birinci elden bilgi edinilme kaynakları, doğrudan doğruya sorunla ilgili her biri bağımsız birer kaynak olabilecekleri gibi hepsi veya bir kısmı birlikte birinci elden bilgi edinilme kaynağı olabilir.

Bu kaynaklardan edinilen bilgiler özel amaçlar için derlendirildikleri için bu tür bilgilerde hata oranı az olabilmektedir. Diğer taraftan, bu tür bilgileri araştırmalarda

doğrudan doğruya kullanmak mümkündür. Fakat bu tür bilgilerin edinimi için uzun zaman harcanması gerekli olabilir ve bilgi derleme maliyeti yüksek olabilir.

### **3.2.2.2. İkinci Elden Bilgi Edinilen Kaynaklar**

İkinci elden elde edilen bilgiler, araştırmacı veya bilgi toplama ile görevli olan elemanlardan başka kişi veya kurumlar tarafından çözümlenmek istenilen sorun için özel olarak derlenmiş ve önceden çeşitli amaçlar için toplanmış bilgilerdir. Bu bilgiler kurum içi veya kurum dışı kaynaklardan elde edilen hazır bilgilerdir. Bu tür bilgilerin miktarı ve kapsamı her zaman sorunu çözmek için yeterli olmayabilir. Bilgiler eski olabilir, hata oranı yüksek olabilir. Bu olumsuz yönlerinden dolayı bu tür bilgiler sorun çözülmesinde sınırlı olarak katkıda bulunurlar (Süme ve Güner, 1999).

### **3.2.3. Bilgi Toplama Yöntemleri**

Araştırmalar farklı amaçların gerçekleşmesi için yapılmaktadır. Bu nedenle, kimi araştırmalarda birinci elden bilgi edinilen kaynakların kullanılması zorunlu olmasına karşılık, kimi araştırmalarda ise büyük oranda ikinci elden bilgi edinilen kaynaklar kullanılmaktadır. Birinci elden bilgi edinilen kaynakların özel amaçlı araştırmalarda kullanılmasından dolayı bu kaynaklardan bilgi toplama yöntemleri geliştirilmiştir. Birinci elden bilgi edinilme kaynaklarından bilgi toplamalar için şu yöntemler geliştirilmiştir.

1. Anket yöntemi,
2. Gözlem yöntemi,
3. Deney yöntemi,
4. Projeksiyon yöntemi.

#### **3.2.3.1. Anket Yöntemi**

Bu yönteme “Kestiyoner” veya “Soru belgesi” yöntemi de denilmektedir. Anket yönteminde bilgiler, araştırma konusuyla ilgili olan kitleden derlenen bir gruba soru sormakla elde edilir. Soru sorulan grubun hacmi sorunun özelliğine göre değişecektir. Anket yönteminde sorular ve yanıtlar sözlü veya yazılı olmaktadır.

### 3.2.3.2. Gözlem Yöntemi

Araştırması yapılmak istenen olayların seyrine hiçbir şekilde karışmamak suretiyle olayları yalnızca gözlemlemekle bilgi elde etme yöntemine gözlem yöntemi denir. Bu yöntemde bilgiler doğrudan doğruya olayların gelişmesine, gerilemesine veya düzenli bir şekilde devam etmesine engel olunmadan elde edilmektedir. Bu özellik gözlem yönteminin özünü oluşturmaktadır.

### 3.2.3.3. Deney Yöntemi

Deney yöntemi çeşitli olaylar arasındaki neden-sonuç ilişkilerine ilişkin karar verebilmek için oluşturulan bir yöntemdir. Diğer bir açıklamayla deney yöntemi, neden-sonuç ilişkilerine ilişkin olarak oluşturulan bir varsayımın geçerliliği hakkında belli bir sonuca ulaşmak için bilgilerin toplanmasını sağlayacak deneylerden elde etme yöntemidir. Bu yöntemin amacı; oluşturulan varsayımın sınanması için devamlı deneyler yapmak ve deneylerden anlamlı bilgiler elde etmektir.

### 3.2.3.4. Projeksiyon Yöntemi

Bu yöntem psikologlar tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntemle bilgiler dolaylı olarak yanıt verenlerden elde edilmektedir. Bu yöntemde yanıtlayıcıdan açık ve kişisel olmayan belli bir olayın değerlendirmesi veya anlatması istenir. Burada; yanıt verenin belli bir durumu anlatır veya değerlendirirken kendi değer ölçülerini belli bir ölçüde kullanacağı varsayımı önem kazanmaktadır. Bu yöntemde elde edilen bilgiler; fikir, davranış, his ve hayal gücüne ilişkin bilgilerden oluşmaktadır (Süme ve Güner, 1999).

### 3.2.4. İstatistiksel Analizlerdeki Bilgilerin Özellikleri

İstatistiksel metotların herhangi bir probleme uygulanabilmesi için problemin çözümünde kullanılacak bilgilerin;

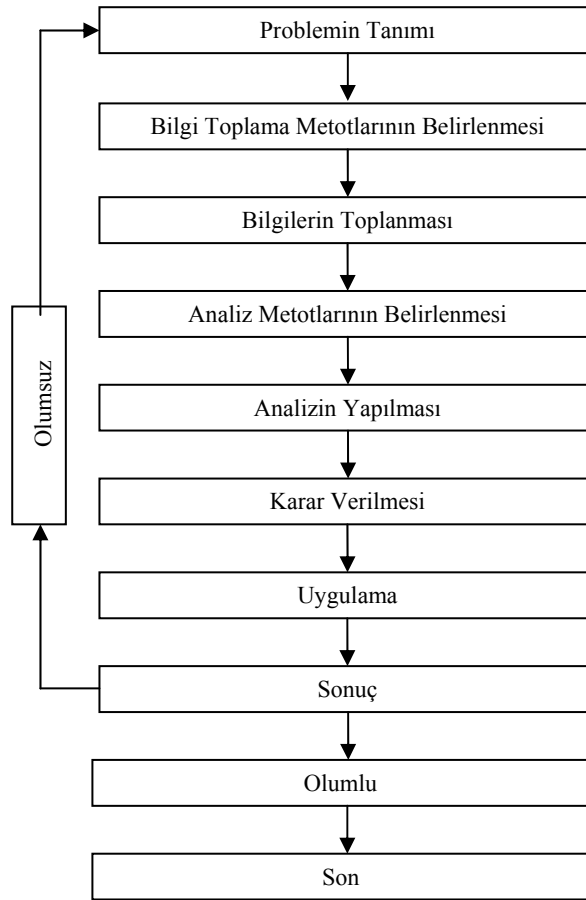
- Aynı veya benzer özellikte olması,
- Değerlendirilebilmesi (sayılabilir, ölçülebilir, tartışılabilir vs.)
- Sınıflara veya gruplara ayırabilmesi gerekir.

### 3.2.4.1. İstatistiksel Analizlerin Amacı

Olayların gözlenmesinde ve elde edilen bilgilerin çeşitli metotlarla analizlerinden amaç; göz önünde tutulan olayları teşkil eden elemanların kişisel özelliklerini (karakterlerini) dikkate almadan toplu olayların ortak olan özelliklerini ortaya çıkarmaktır. Analizler elemanların ortak özelliklerine göre yapılmaktadır.

### 3.2.4.2. İstatistiksel Analizlerde İzlenecek Yol

Bir problemin (gözlemin) istatistiksel metotlarla analiz edilebilmesi için gözlemlerin (problemlerin) zaman içinde devamlılık göstermesi gerekir. Devamlılık göstermeyen olayların yani birden fazla tekrarlanmayan olayın istatistiksel olarak analizi söz konusu olmaz. Herhangi bir konunun istatistiksel olarak analiz edilmesinde aşağıdaki analiz işlemleri takip edilmelidir.



Şekil 3.4. İstatistiksel analiz işlemleri (Süme ve Güner, 1999)

İstatistiksel analizler için derlenen bilgiler çeşitli nedenlerle yanlış olabilir. Bilgilerin yanlış olmasının nedenlerini sınırlı olmamak koşulu ile aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Amacın ve ihtiyaç duyulan istatistik bilgilerin tespitindeki başarısızlık,
- Araştırılacak topluluğun yanlış belirlenmesi,
- Bilgi temin edilirken yapılan tanım ve açıklamalardaki başarısızlık,
- Bilgilerin zamanında temin edilememesi,
- Bilgi toplayanların yaptıkları hatalar,
- İşleri düzenlemede ve yönetmede yapılan başarısızlıklar,
- İşlem hataları.

Çeşitli problem veya problemlerin istatistiksel metotlarla analiz edilmesiyle elde mevcut olan veya temin edilebilen (bilinen) bilgilerden yararlanılarak bilinmeyen konulara ilişkin tahminler yapılabilir (Süme ve Güner, 1999).

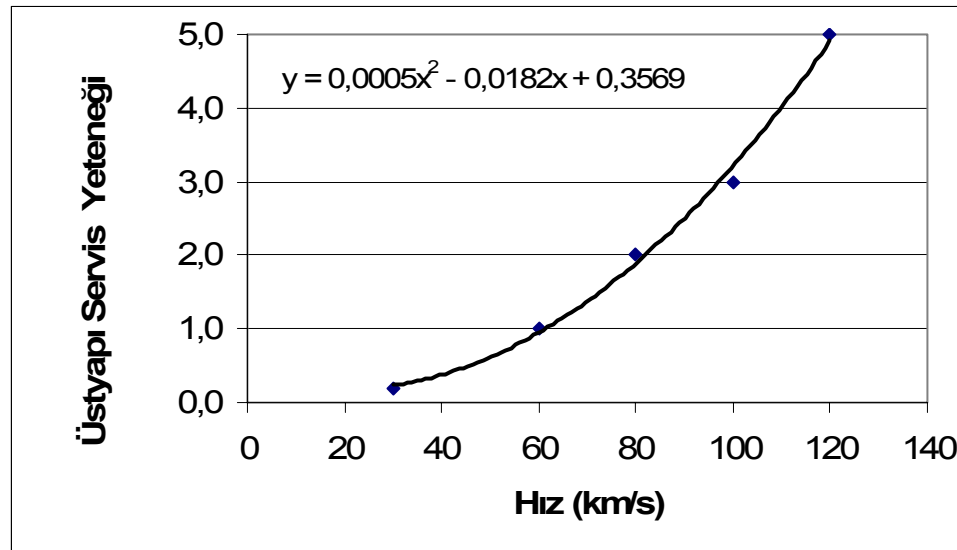
#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Karayolu kullanıcı faydalarının belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada üç önemli parametrenin belirlenmesi gerekir. Bunlar; taşıt işletme maliyeti, trafik kaza maliyeti ve kullanıcı zaman maliyetidir.

Bu parametrelerin belirlenmesi için karayolu kullanıcıları ile anketler yapılmıştır. Anket çalışmasının tüm Türkiye'yi kapsamı mümkün olmadığından, farklı gelir düzeyleri, trafik ve iklim koşullarını içermesi amacıyla anket çalışması Isparta, Adapazarı ve Samsun illerinde yapılmıştır.

Çalışmada, istatistiksel analiz yöntemlerinden birinci elden edinilen kaynaklardan anket yöntemi seçilmiştir. Bu amaçla, her ilde 100' er otomobil sürücüsüne, 100' er otobüs yolcusu, 60'ar otobüs çalışmanı, 80'er kamyon sürücüsü, 50'şer lastik servisi, 30'ar otomobil servisi, 10' ar kamyon ve otobüs servisine anket çalışması yapılmıştır. Anket soruları EK 1'de görülmektedir.

Çalışma ile ilgili detaylardan önce tüm çalışmayı ilgilendiren hız – servis yeteneği ilişkisi tanımlanmalıdır. Servis yeteneği değerinin literatür incelendiğinde 1,0 ile 4,5 aralığında olduğu görülmüştür. Bu bilgi ışığında, Şekil 3.3 ve eşitlik 3.5 kullanılarak Şekil 4.1'deki grafik elde edilmiştir. Gerek taşıt işletme maliyeti gerekse de kullanıcı zaman maliyeti araştırmasında bu grafikten yararlanılmıştır.



Şekil 4.1 Servis yeteneği – hız ilişkisi

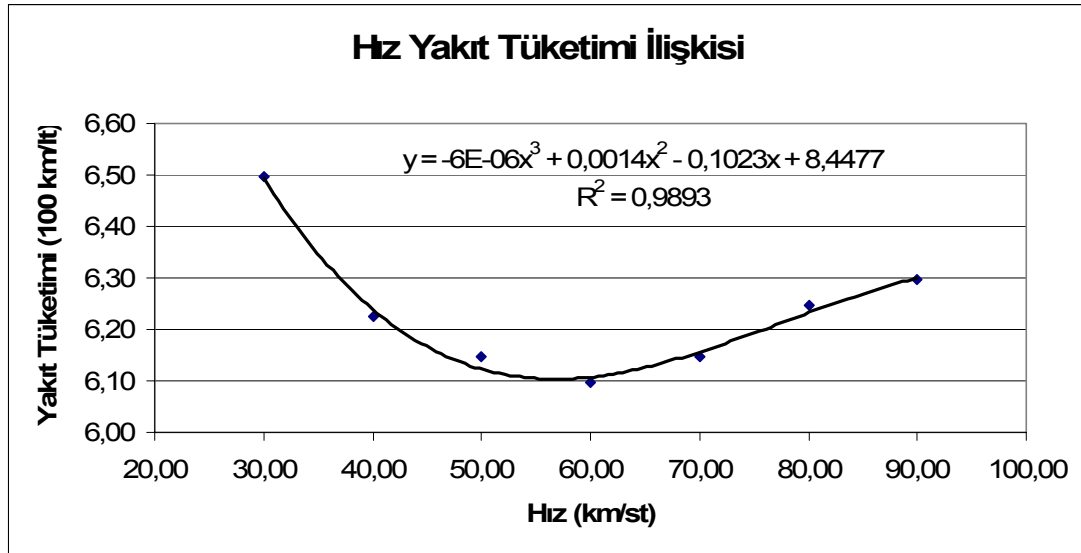


#### 4.1. Taşıt İşletme Maliyeti

Taşıt işletme maliyeti esas olarak üç bileşenden oluşmaktadır. Bunlar; ilave yakıt tüketimi maliyeti, lastik aşınma maliyeti ve taşıt bakım maliyetidir.

##### 4.1.1. İlave Yakıt Tüketimi Maliyeti

Servis yeteneği düşük bir karayolunda seyahat eden taşıt hızını düşürmek zorunda kalmaktadır. Bu nedenle hız ile yakıt tüketimi arasındaki ilişki tanımlanmalıdır. Türkiye’de kullanılmakta olan taşıtların bazılarında ait hız - yakıt tüketimi ilişkisi Şekil 4.2’de verilmiştir. Bu grafiğe ait detaylı çizelge EK 2’de görülebilir.



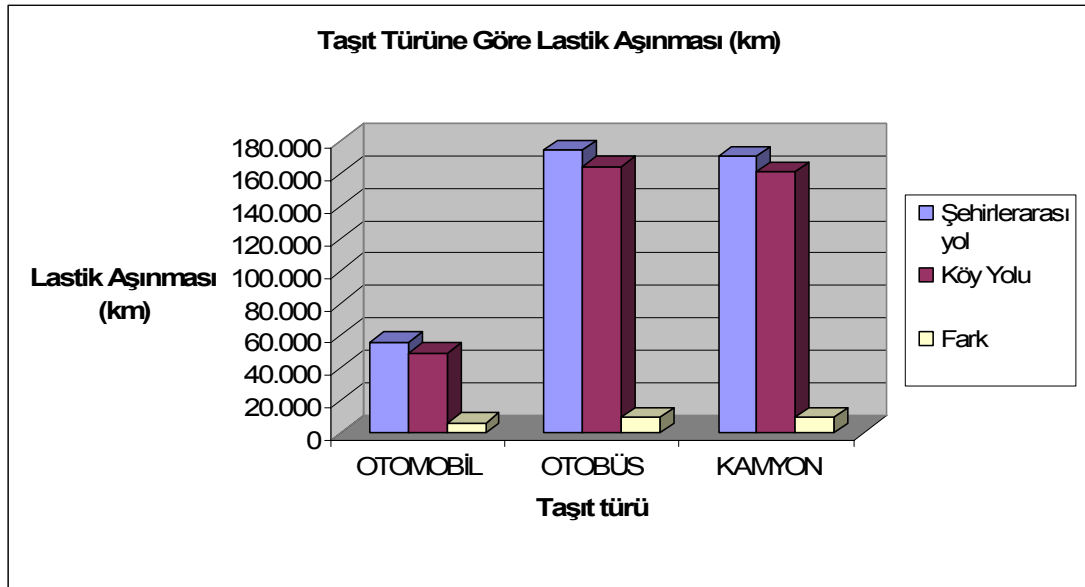
Şekil 4.2 Yakıt tüketimi – hız ilişkisi

Şekilden de görüldüğü gibi hız değeri 60 km/st’ den aşağıya düştüğünde ve yukarı çıktığında yakıt tüketimi artmaktadır. Bu şekildeki denklem kullanılarak daha düşük ve daha yüksek hızlar için tahmin yapılabilir. Şekil 4.1’de görüldüğü gibi servis yeteneği değeri 1 olduğunda hız 60 km/st’e düşmektedir. Fakat uygulamada, 1.0’ın altında servis yeteneği değerine pek rastlanmamaktadır. Bu seviyedeki yollarda taşıtların hareket edemeyeceği de söylenebilir. Servis yeteneğinin daha yüksek değerleri için ise hızdaki artış sürücünün tercihi ile açıklanabilir. Bu nedenle taşıt işletme maliyeti içerisinde ilave yakıt tüketimi maliyetinin dikkate alınmayabileceği sonucuna varılabilir.

#### 4.1.2. Lastik Aşınma Maliyeti

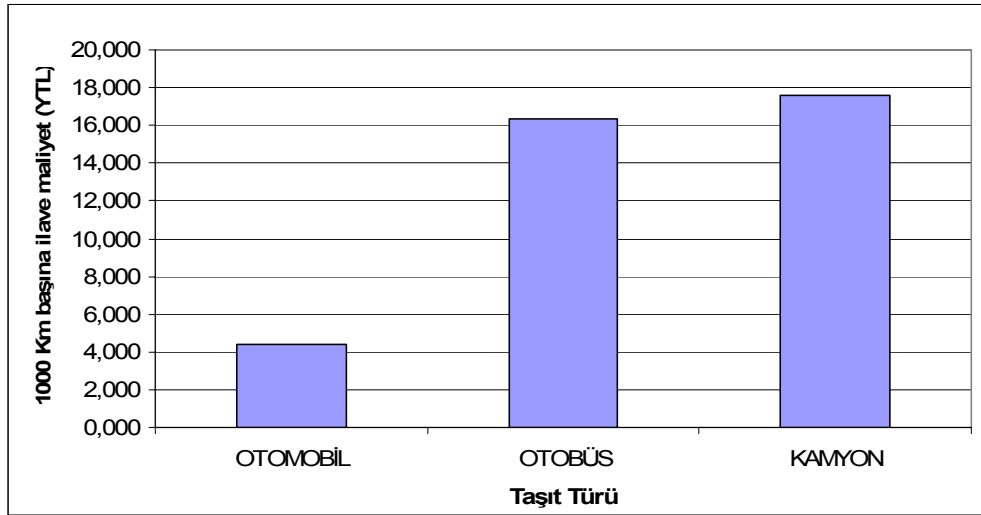
Servis yeteneği değerinin düşmesi, karayolu üzerinde bir takım bozulmaların oluştuğunun bir göstergesidir. Bu bozulmalar da taşıt lastiklerinin beklenen zamandan önce aşınmasına yol açmaktadır. Dolayısı ile kullanıcılara ilave maliyet oluşturmaktadır.

Anket çalışmasında lastik satıcılarına, köy yollarını ve şehirlerarası yolları kullanan taşıtların ortalama lastik değiştirme km'leri sorulmuştur. Isparta, Sakarya ve Samsun'da toplam 50 lastik satıcısı ile yapılan anket çalışması sonucunda otomobil, kamyon ve otobüs için ortaya çıkan ortalama lastik değiştirme km'leri ve şehirlerarası yollarla köy yollarını kullanan taşıtların lastik değiştirme km farkları Şekil 4.3'de görülmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi özellikle kamyon ve otobüsler için daha fazla fark oluşmaktadır.



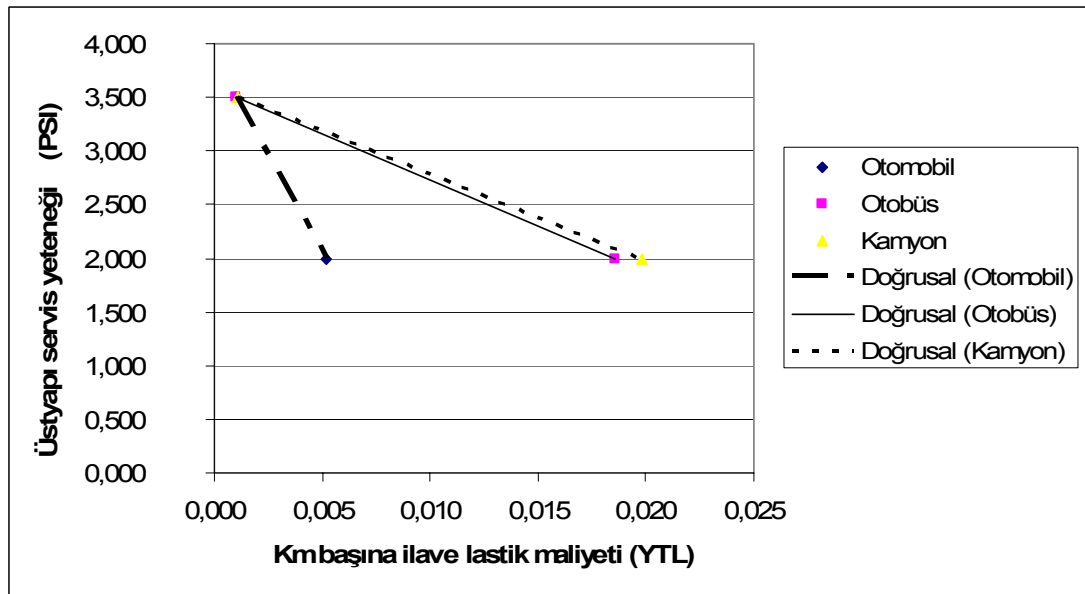
Şekil 4.3 Taşıt türüne göre lastik değiştirme km'leri

Yine aynı lastik satıcılarına lastik fiyatları sorulmuştur. Otomobillerin 4, kamyon ve otobüslerin ise 6 lastik kullandığı kabul edilerek şehirlerarası yol kullanan sürücü ile köy yolu kullanan sürücü arasındaki ilave lastik aşınma maliyeti 1000 km başına hesaplanmıştır. Şekil 4.4'de bu ilişki görülmektedir.



Şekil 4.4 Taşıt türüne göre 1000 km başına ilave lastik değiştirme maliyeti

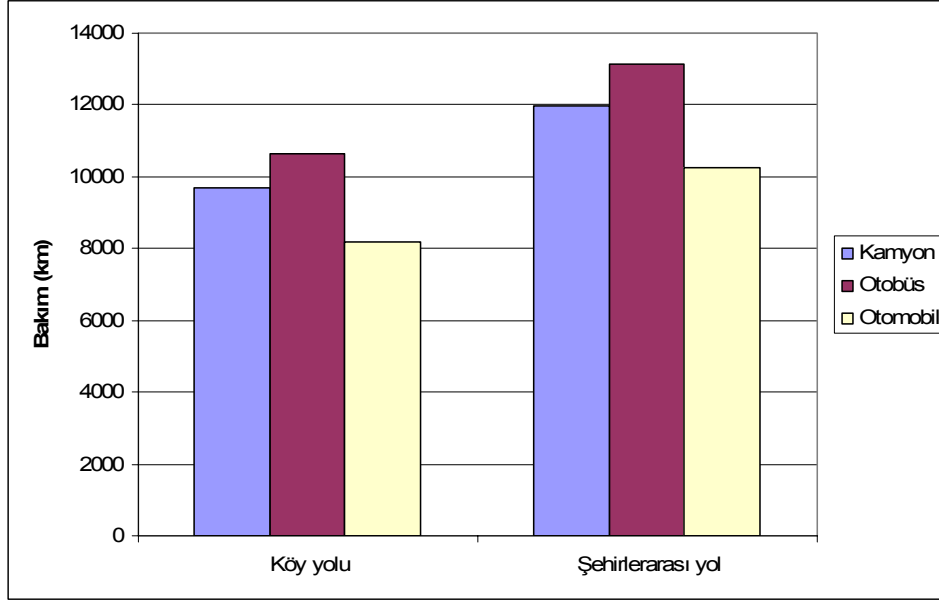
Şehirlerarası yolların servis yeteneği değerinin 3.5, köy yollarının ise 2.0 olduğu kabulü ile servis yeteneği–lastik maliyeti arasındaki ilişki Şekil 4.5’de görülmektedir. Bu eğri kullanılarak farklı servis yeteneği değerleri için de ilave lastik aşınma maliyeti değeri hesaplanabilir.



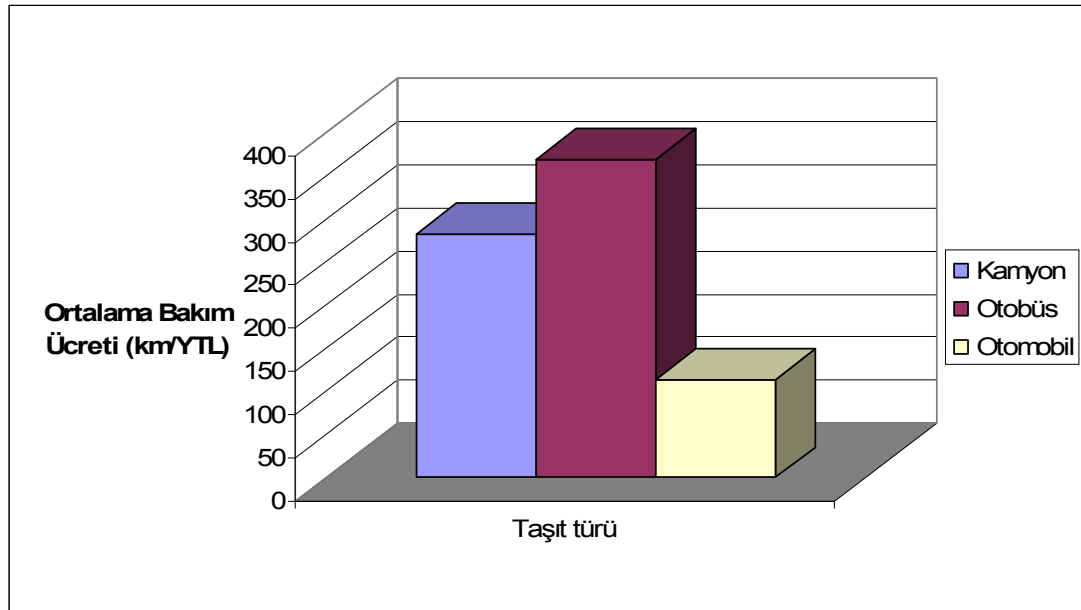
Şekil 4.5 Taşıt türüne göre servis yeteneği - km başına ilave lastik değiştirme maliyeti ilişkisi

### 4.1.3. Taşıt Bakım Maliyeti

Kötü karayolu üstyapısı, taşıtların olması beklenen daha önce bakıma girmesine veya bakım maliyetinin artmasına neden olur. Samsun, Isparta ve Adapazarı'nda yapılan anket çalışmalarında şehirlerarası yollarda kullanılan taşıtlar köy yollarında kullanılan taşıtlar arasındaki ilişki Şekil 4.6'da görüldüğü gibidir. Şekil 4.7'de ise kamyon, otobüs ve otomobil için ortalama bakım ücretleri görülmektedir.

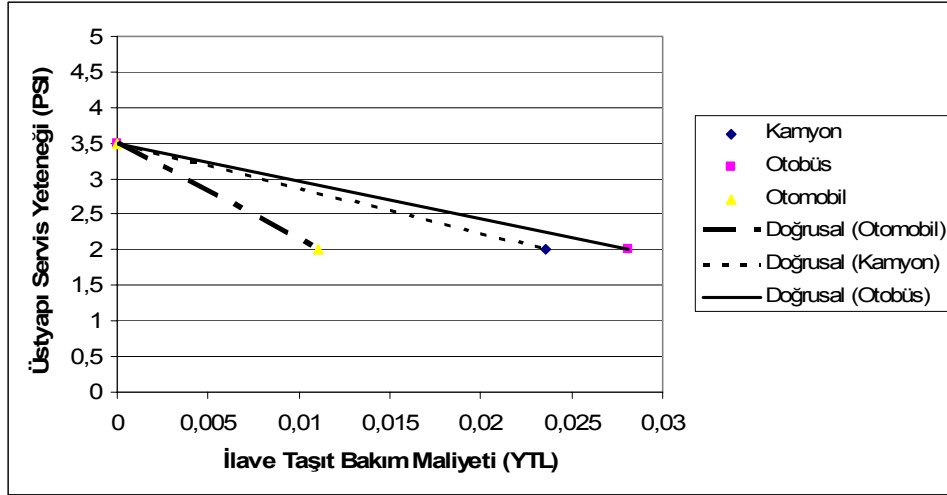


Şekil 4.6. Şehirlerarası yollarda kullanılan taşıtlar köy yollarında kullanılan taşıtlar bakım zamanı arasındaki ilişki



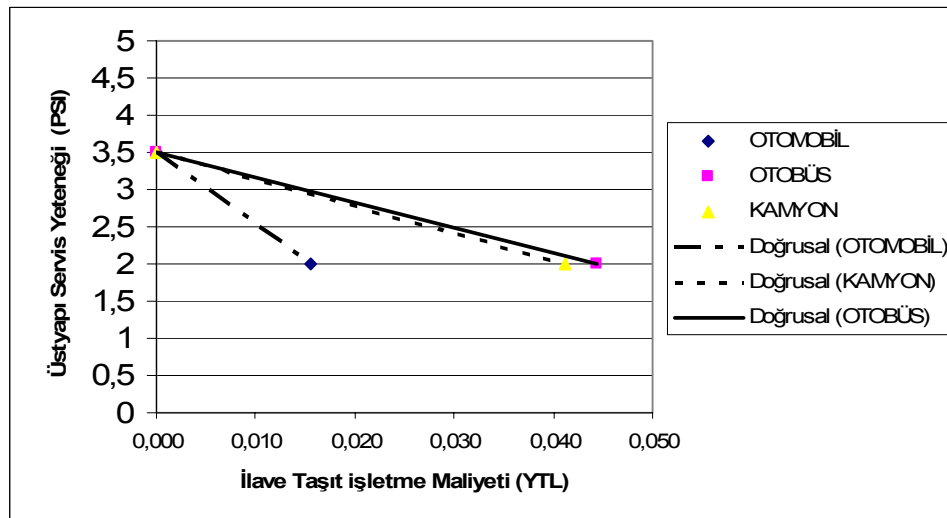
Şekil 4.7. Kamyon, otobüs ve otomobil için ortalama bakım ücretleri

Şehirlerarası yolların servis yeteneği değerinin 3.5, köy yollarının ise 2.0 olduğu kabulü ile servis yeteneği–bakım maliyeti arasındaki ilişki Şekil 4.8’de görülmektedir. Bu eğri kullanılarak farklı servis yeteneği değerleri için de bakım maliyeti değeri hesaplanabilir.



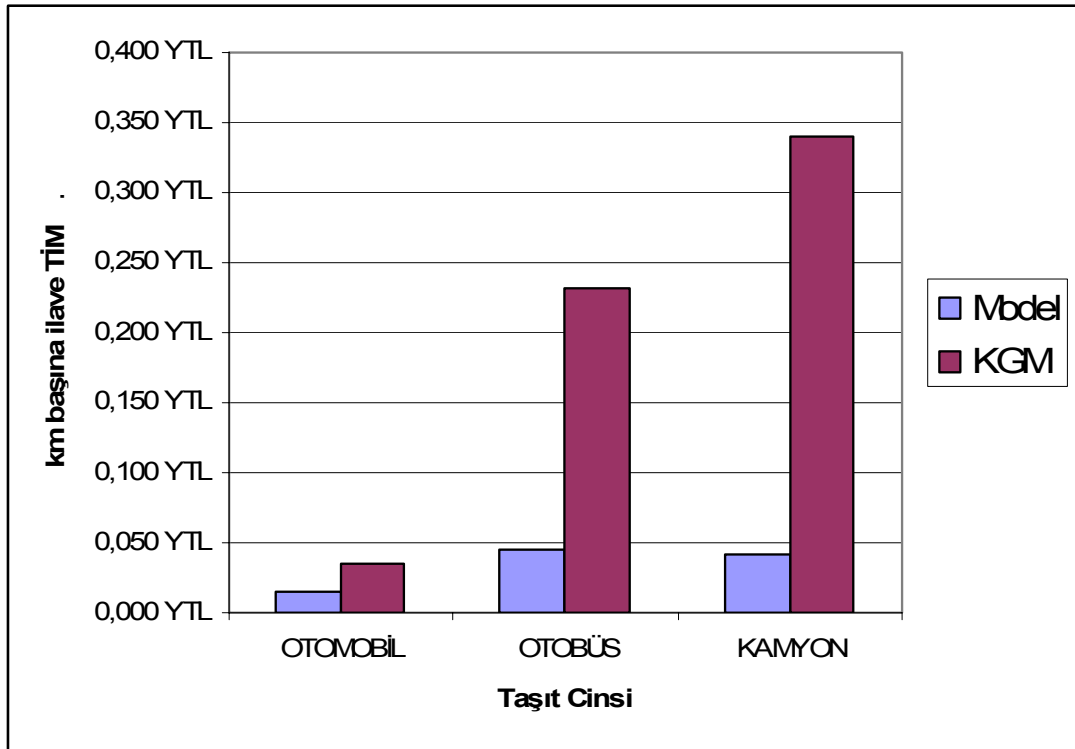
Şekil 4.8. İlave taşıt bakım maliyeti ile servis yeteneği arasındaki ilişki

Toplam ilave taşıt işletme maliyeti değeri, ilave lastik aşınma maliyeti ve taşıt bakım maliyeti toplanarak bulunur. Otomobil, otobüs ve kamyon için yine şehirlerarası yolların servis yeteneği değerinin 3.5, köy yollarının ise 2.0 olduğu kabul edildiğinde km başına servis yeteneği–ilave taşıt işletme maliyeti arasındaki ilişki Şekil 4.9’da görülmektedir. Bu eğri kullanılarak farklı servis yeteneği değerleri için de bakım maliyeti değeri hesaplanabilir.



Şekil 4.9. Km başına toplam ilave taşıt işletme maliyeti

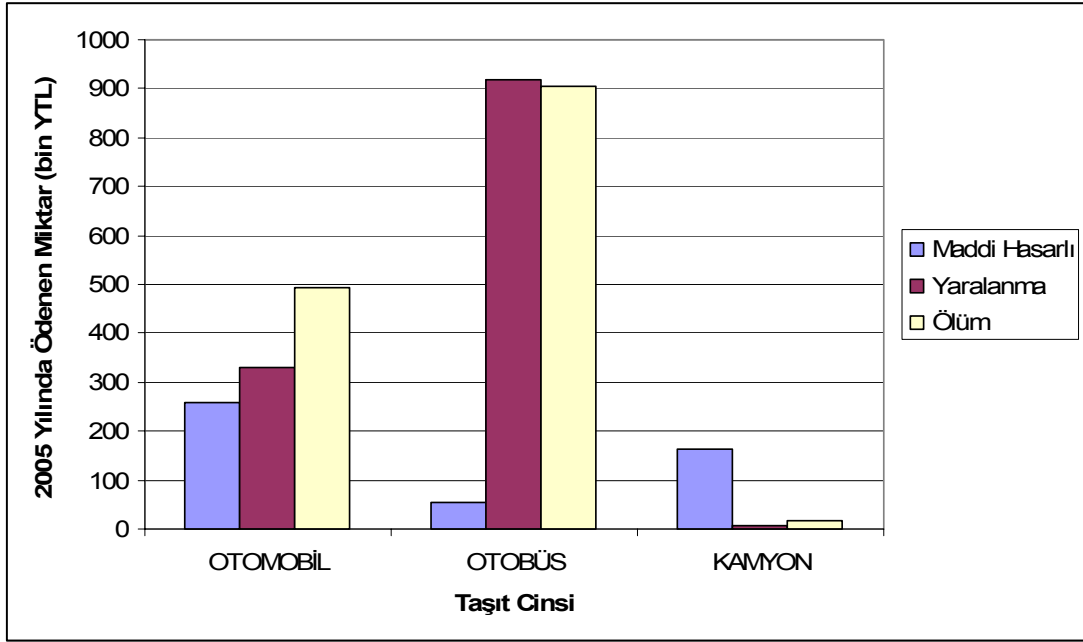
Bulunan bu değerler ile Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM) verileri karşılaştırıldığında km başına ilave taşıt işletme maliyeti değerleri Şekil 4.10'da görüldüğü gibi elde edilebilir. Şekilde de görüldüğü gibi, KGM verileri araştırmada elde edilen modelin sonuçlarından oldukça yüksektir. Bunun nedeni, KGM'nin yakıt tüketimi, yağ tüketimi, taşıt parçalarındaki ilave aşınma, taşıt yıpranma maliyeti gibi parametreleri dikkate almış olabileceği veya araştırma yapılan bölgenin farklılığı, taşıtların lüks olması gibi etkenler olabilir.



Şekil 4.10. Km başına toplam ilave taşıt işletme maliyeti karşılaştırması

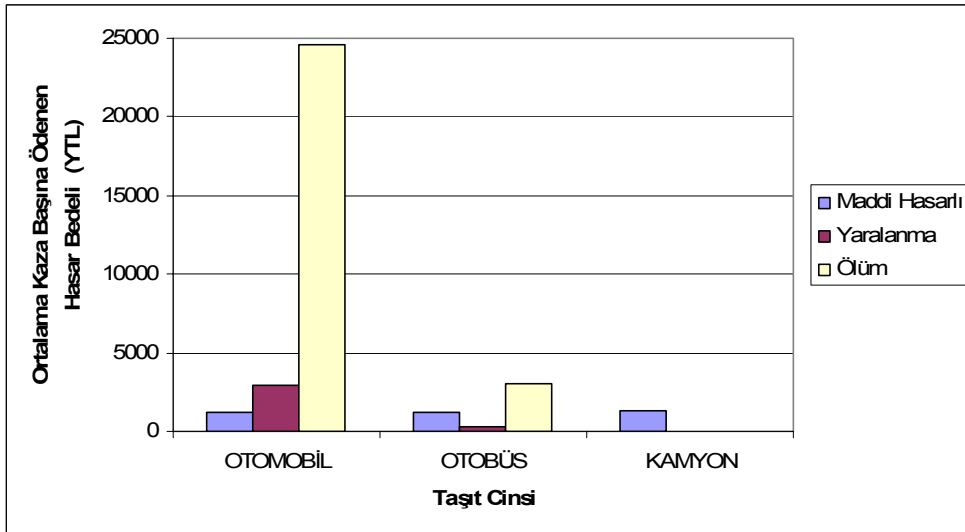
#### 4.2. Trafik Kaza Maliyeti

Trafik kazaları özellikle ülkemizin en önemli problemlerinden biridir. Gerek maddi gerekse de manevi olarak önemi zararlıdır. Ülkemizde 2005 yılında meydana gelen kazalarda sigorta şirketlerinin taşıt cinsine göre ödedikleri toplam hasar bedelleri Şekil 4.11'de görülmektedir.



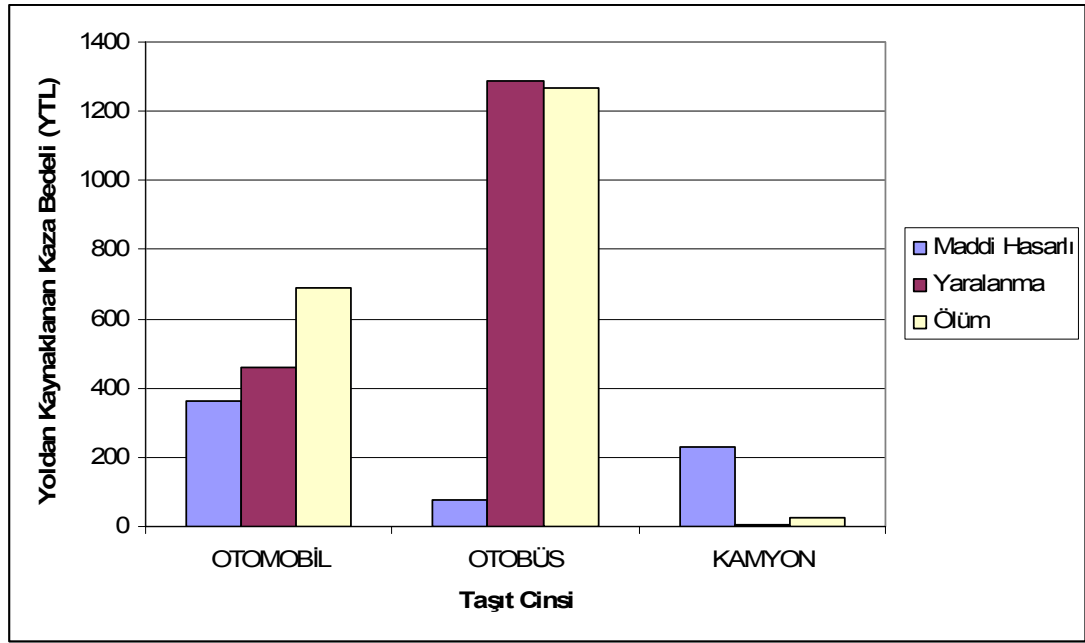
Şekil 4.11. Taşıt cinsine göre 2005 yılında ödenen toplam hasar bedelleri

Yine 2005 yılında meydana gelen kazalar taşıt cinsine göre kaza başına ortalama olarak hesaplanırsa Şekil 4.12 elde edilebilir. Şekilden de görüldüğü gibi özellikle otomobillerin karıştığı kazaların ölümlerle sonuçlanması nedeniyle bu değer diğerlerinden çok fazladır. Kamyonlarda ise, karışıklıkları kazaların sayısı otobüsler ile yakınlık göstermesine rağmen yolcu sayılarının azlığı nedeniyle kaza başına yaralanma ve ölüm sayıları düşüktür.



Şekil 4.12. Taşıt cinsine göre 2005 yılında ödenen ortalama kaza başına hasar bedelleri

Karayollarında meydana gelen kazaların büyük çoğunluğunun kullanıcı hatalarından meydana gelmesine rağmen, Çizelge 3.3’de görüldüğü gibi diğer faktörlerin de etkisi söz konusudur. Aynı çizelge incelendiğinde 2005 yılında meydana gelen kazaların % 0.14’ü yoldan kaynaklandığı görülmektedir. Yani gerekli bakım ve onarım çalışmasının yapılmasıyla toplam kazaların % 0.14’ü engellenebilir. Bu da bir kullanıcı faydasıdır. 2005 yılında meydana gelen kazalarda yol kusurundan kaynaklananlarının bedeli Şekil 4.13 de görüldüğü gibi hesaplanabilir.



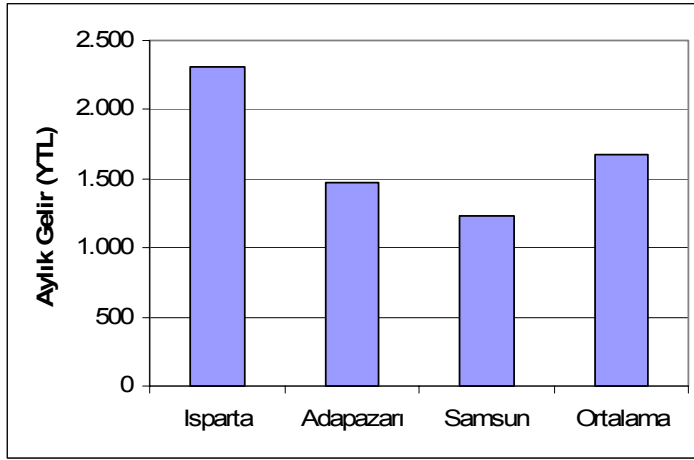
Şekil 4.13. Taşıt cinsine göre 2005 yılında ödenen ortalama kaza başına hasar bedelleri

### 4.3. Karayolu Kullanıcı Zaman Maliyeti

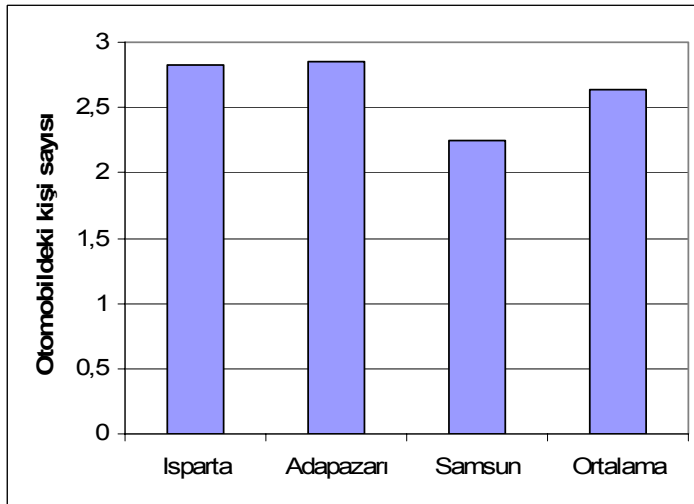
Karayolu kullanıcılarının zamanının parasal değeri hesaplanırken otomobil, otobüs ve kamyon için RIMES (1999b) çalışmasından yararlanılmıştır. Otomobil için anket değerlendirmesinde kullanıcılara aylık gelirleri ve araçtaki kişi sayısı yanında seyahatlerinin iş amaçlı olup olmadığı da sorulmuştur. İllere göre araç kullananların gelir durumu, araçtaki kişi sayısı ve seyahatlerinin iş amaçlı olan kısmı Şekil 4.14, 4.15 ve 4.16’da görülmektedir. Şekil 4.14’de görüldüğü gibi ortalama gelir değeri 1.670 YTL’dir. Bir ayda 22 iş günü olduğu ve bir günde de 8 saat çalışıldığı dikkate alındığında saatlik gelir=  $1670 / 22 / 8 = 9.48$  YTL olur. Şekil 4.15’de görüldüğü gibi



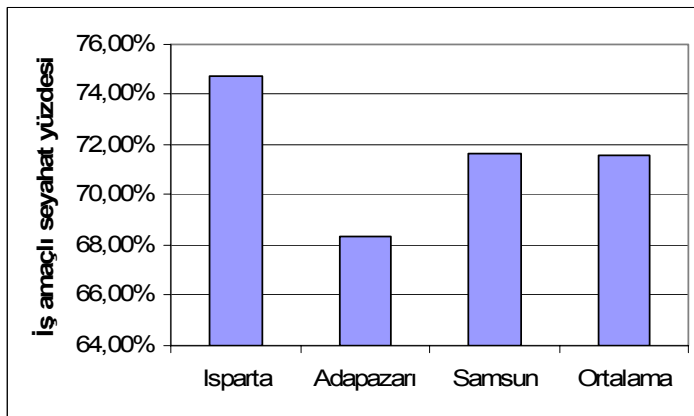
otomobillerde ortalama 2.64 kişi bulunmaktadır. Bu durumda bir otomobil için saatlik maliyet=  $9.48 * 2.64 = 25.05$  YTL olur.



Şekil 4.14. Otomobil sürücülerinin ortalama aylık gelirleri



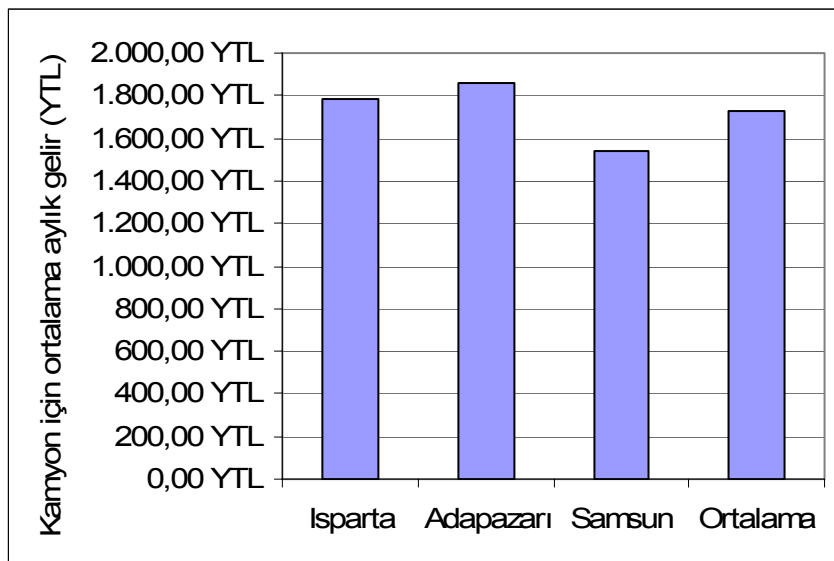
Şekil 4.15. Otomobildeki kişi sayısının ortalama değeri



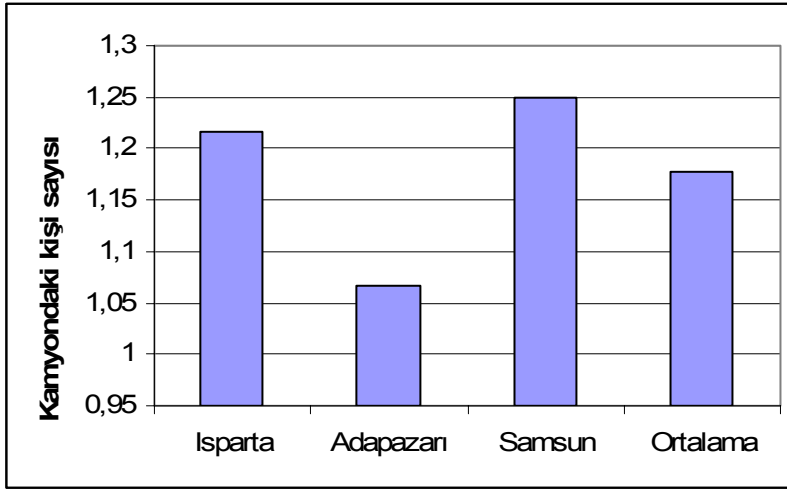
Şekil 4.16. Otomobil sürücülerinin ortalama iş amaçlı seyahat yüzdesi

Şekil 4.15’de görüldüğü gibi sürücülerin ortalama % 71.58’i iş amaçlı seyahat etmektedir. RIMES (1999b)’de yapıldığı gibi iş amaçlı seyahat etmeyenlerinin zamanının değerini iş amaçlı seyahat edenlerin zaman değerinin 1/5’i kabul edilirse, bir otomobil için yaklaşık olarak zamanın değeri=  $(25.05 * 0.7158) + ((25.05/5) * 0.2842) = 17.93 + 1.42 = 19.35$  YTL olur. 1 Euro’nun Temmuz 2006 tarihi itibarıyla 2.1 YTL olduğu dikkate alındığında Yunanistan için RIMES (1999b) tarafından elde edilen değer  $6 \text{ Euro} * 2.1 = 12.6$  YTL olur. Bu değer ile Türkiye için hesaplanan değer karşılaştırıldığında hesaplanan değer daha yüksek olduğu açıktır. Bunun nedeni, Yunanistan’da iş amaçlı yapılan seyahatlerin % 50 olarak kabul edilirken, anket sonucunda ortalama % 71.58’i iş amaçlı seyahat olması ve yine Yunanistan’da bir otomobilde ortalama 1.8 kişi seyahat ederken Türkiye’de bu sayının 2.64 olması olarak açıklanabilir.

Kamyonlar için zamanın değeri araştırılırken kamyon sürücülerinin aylık gelirleri ve araçtaki kişi sayısı sorulmuştur. Isparta, Adapazarı ve Samsun için yapılan anket sonuçları ve ortalama değerler Şekil 4.17 ve 4.18’de görülebilir. Şekillerde görüldüğü gibi ortalama kamyon sürücüsü geliri 1.725 YTL ve bir kamyondaki ortalama kişi sayısı da 1.18’dir. Kamyonlar ile yapılan seyahatlerin tümünün iş amaçlı olduğu kabul edildiğinde bir kamyon için zamanın değeri =  $(1,725 / 22 / 8) * 1.18 = 11.56$  YTL olur.



Şekil 4.17. Kamyon sürücülerinin ortalama gelir durumu

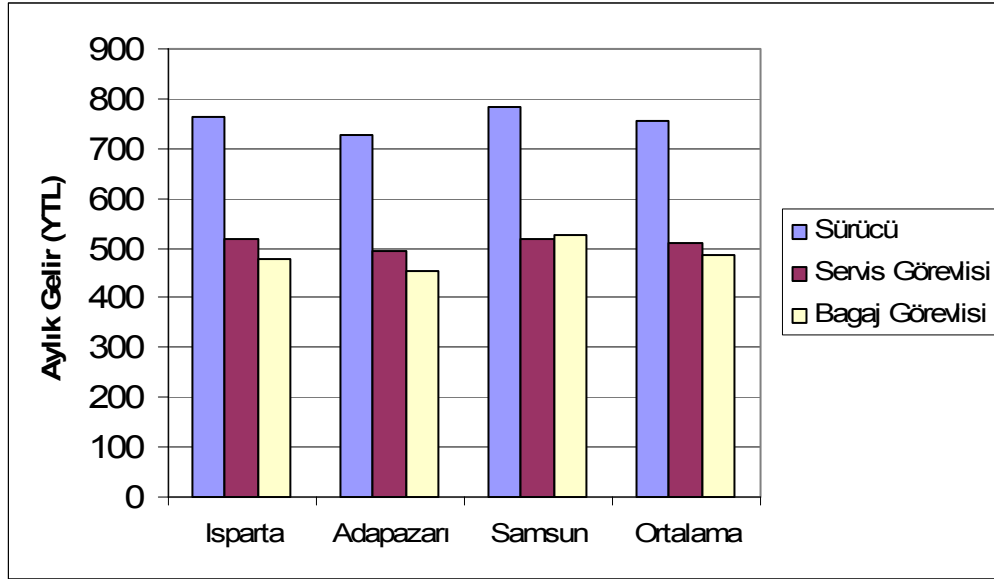


Şekil 4.18. Kamyondaki kişi sayısının ortalama durumu

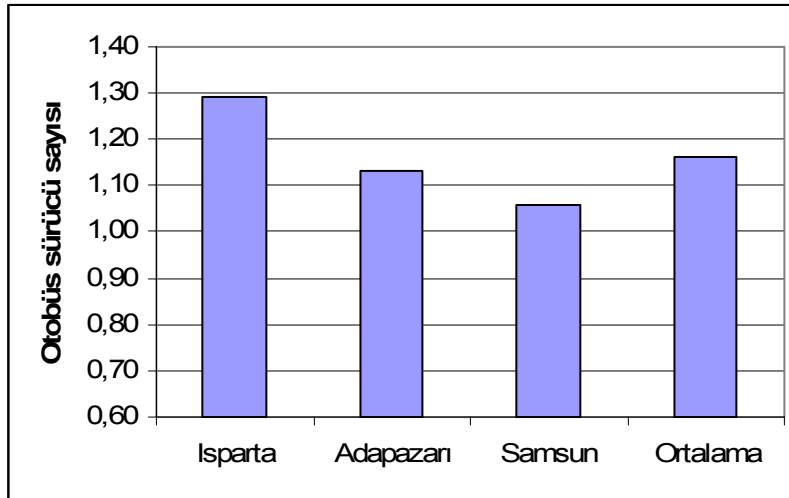
RIMES (1999b) tarafından yapılan araştırmada bir kamyon için bulunan zamanın saatlik değeri 18 Euro'dur. Yine bu değer dönüştürüldüğünde  $= 18 * 2.1 = 38.8$  YTL olur. Bu değer ile bulunan değer arasında büyük bir fark olduğu açıktır. Araçtaki kişi sayıları neredeyse aynı olduğundan, fark kamyon sürücülerinin aylık gelirleri arasındaki büyük orandan kaynaklanmaktadır. Yunanistan'da bir kamyon sürücüsünün günlük geliri 120 Euro yani  $120 * 2.1 = 252$  YTL iken, araştırmada ülkemiz için bu değer 78 YTL civarında olmuştur.

Otobüsler için zamanın değeri araştırılırken anket çalışması iki ayrı gruba yapılmıştır. İlk grup otobüs sürücülerini ve hizmet görevlilerini, ikinci grup ise yolcularıdır. Isparta, Adapazarı, Samsun ve ortalama olarak otobüs sürücüsü, servis görevlisi ve bagaj görevlisi için aylık gelir değerleri Şekil 4.19'da görülmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi gelir değerleri beklenenden daha düşük görünmektedir. Bunun nedeni, otobüs çalışanlarının aylık gelir yanında servis başına da ilave ücret almasıdır. Fakat anket çalışmasında bu değerleri vermektense çekinmişlerdir. Anket çalışması şehirlerarası otobüslere yapıldığından, bazı otobüslerde yedek sürücü de bulunmaktadır. Isparta, Adapazarı, Samsun ve ortalama olarak otobüs sürücüsü sayısı Şekil 4.20'de görülmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi ortalama olarak bir otobüste 1.16 sürücü bulunmaktadır. Bir otobüs sürücüsünün aylık ortalama geliri

756.68 YTL, servis görevlisi geliri 509.75 ve bagaj görevlisi geliri ise 485.82 YTL olarak hesaplanmıştır.



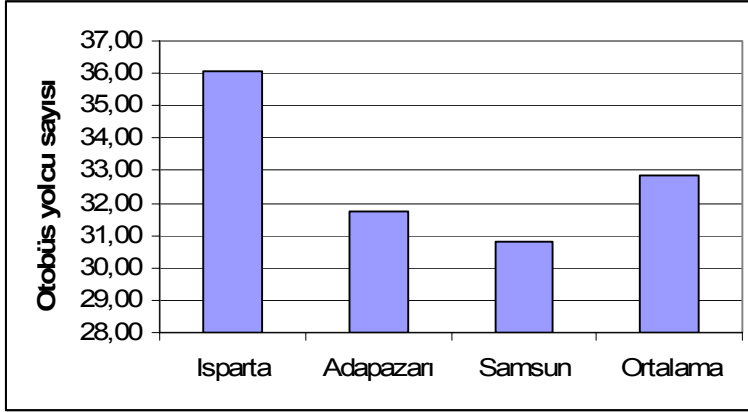
Şekil 4.19. Otobüs görevlilerinin ortalama aylık gelir durumu



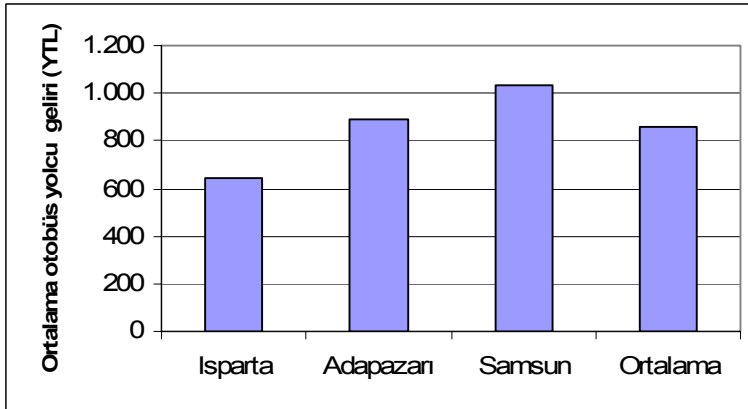
Şekil 4.20. Otobüs sürücü sayısının ortalama sayısı

Yine yapılan araştırmada bir otobüste bulunan yolcu sayısı illere göre ve ortalama olarak Şekil 4.21’de görülmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi ortalama yolcu sayısı 32.87’dir. Otobüs yolcularının aylık geliri ve seyahatlerinin iş amaçlı olup olmadığı sorulduğunda elde edilen ortalama değerler Şekil 4.22 ve 4.23’de görülmektedir. Şekillerden de görüldüğü gibi ortalama yolcu geliri 855.73 YTL ve iş amaçlı seyahat yüzdesi ise % 18.81’dir. Bir otobüs için zamanın değeri=  $((755.68 * 1.16) / 22 / 8) + (509.75 / 22 / 8) + (485.82 / 22 / 8) + (32.87 * (855.73 / 22 / 8) * 0.1881) + (855.73 /$

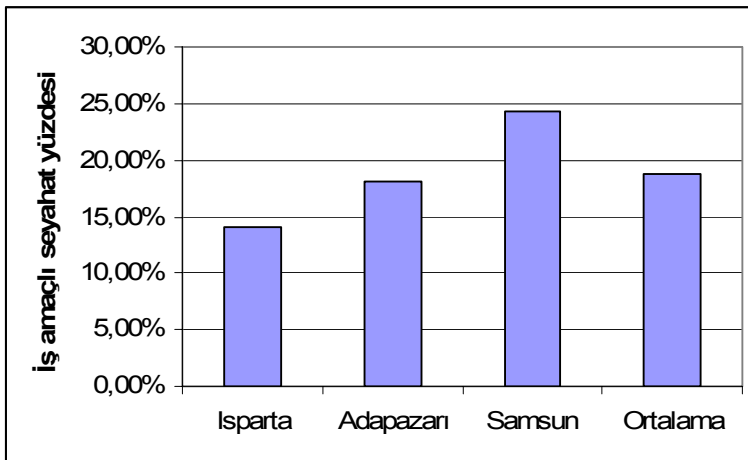
$22 / 8) / 5 * 0.8119) = 41.49$  YTL olur. Bu değer Yunanistan için 90 Euro yani  $90 * 2.1 = 189$  YTL dir. Aradaki büyük fark otobüs yolcularının büyük çoğunluğunun düşük gelirli veya öğrenci olması ve bunun yanında düşük otobüs görevlileri gelirleriyle açıklanabilir.



Şekil 4.21. Otobüs yolcu sayısının ortalama sayısı



Şekil 4.22. Aylık otobüs yolcu gelirinin ortalama sayısı



Şekil 4.23. Otobüs yolcu iş amaçlı seyahat yüzdesinin ortalama sayısı

#### 4.4. Örnek Çalışma

Çalışmada elde edilen değerlerin somut bir örnek üzerinde gösterilmesi amacıyla Çizelge 4.1’de verilen trafik ve kaza değerleri kullanılarak hesaplama yapılmıştır.

Çizelge 4.1. Örnek trafik ve kaza değerleri

Otomobil	Kamyon	Otobüs	PSI	Maddi Hasarlı Kazalar	Yaralanmalı Trafik Kazaları	Ölümlü Trafik Kazaları	Kesim Uzunluğu
498	319	35	3.1	18	3	1	21

##### 4.4.1. Taşıt İşletme Maliyeti

###### 4.4.1.1. İlave Yakıt Tüketimi Değeri

Daha önce de belirtildiği gibi yakıt tüketimi ile hız arasında 60 km/st’in üzerinde ters bir ilişki vardır ve bu sürücü tercihi ile açıklanabilir. Bu nedenle hesaplanmamıştır.

###### 4.4.1.2. İlave Bakım Maliyeti Değeri

Otomobil için km başına ilave maliyet 0.011 YTL olarak hesaplanmıştır. Bu fark servis yeteneği 2.0 ile 3.5 arasında oluşan değer olduğuna göre 3.1 için  $= (0.011 / (3.5-2.0) * (3.1-2.0)) = 0.08$  YTL, 21 km kesim için ise  $= 0.08 * 21 = 1.68$  YTL, 498 otomobil için  $= 1.68 * 498 = 836.64$  YTL olur. Bu değer otomobil için günlük ilave bakım maliyetidir.

Benzer şekilde otobüs için 15.143 YTL, kamyon için ise 115.849 YTL olarak hesaplanmıştır. Toplam günlük ilave taşıt bakım maliyeti ise, 215.915 YTL’dir.

###### 4.4.1.3. İlave Lastik Aşınma Maliyeti Değeri

Otomobil için km başına ilave lastik aşınma maliyeti 0.004 YTL olarak hesaplanmıştır. Bu fark servis yeteneği 2.0 ile 3.5 arasında oluşan değer olduğuna göre 3.1 için  $= (0.004 / (3.5-2.0) * (3.1-2.0)) = 0.003$  YTL, 21 km kesim için ise  $= 0.003 * 21 = 0.063$  YTL, 498 otomobil için  $= 0.063 * 498 = 31.374$  YTL olur. Bu değer otomobil için günlük ilave lastik aşınma maliyetidir.

Benzer şekilde otobüs için 8.826 YTL, kamyon için ise 86.529 YTL olarak hesaplanmıştır. Toplam günlük ilave lastik aşınma maliyeti ise, 128.956 YTL’dir.

Toplam taşıt işletme maliyeti değeri ise bu kesim için günlük olarak otomobil için 118.523 YTL , otobüs için 23.970 YTL ve kamyon için 202.379 YTL olmak üzere toplam 344.871 YTL olarak hesaplanabilir.

Yıllık olarak ise =  $344.871 * 365 = 125\ 877.842$  YTL olur.

#### 4.4.2. Trafik Kaza Maliyeti

Örnek kesimde meydana gelen kazalar incelendiğinde bir yılda 18 maddi hasarlı, 3 yaralanmalı ve 1 de ölümlü kaza meydana geldiği görülmüştür. Karayolları kaza verilerini taşıt türlerine göre ayırmadığından örnek verilerde de böyle bir ayrıma gidilmemiştir. Ortalama olarak bir maddi hasarlı kazada yoldan kaynaklanan kaza oranı da dikkate alındığında kaza başına 1.72 YTL maliyet oluşmaktadır. Bu durumda bu kesim için yoldan kaynaklanan kaza maliyeti yıllık olarak maddi hasarlı kazalar için =  $1.72 * 18 = 30.72$  YTL olur. Yaralanmalı kazalar için =  $1.50 * 3 = 4.50$  YTL ve ölümlü kazalar için ise =  $12.92 * 1 = 12.92$  YTL olur. Toplam kaza maliyeti ise 48.41 YTL olur.

#### 4.4.3. İlave Zaman Kaybı Maliyeti

Şekil 4.1 incelendiğinde servis yeteneğinin 3,1 olması durumunda hız yaklaşık 100 km/st olarak hesaplanabilir. Ülkemizde şehirlerarası yollarda hız sınırı 90 km/st olduğundan bu durumda ilave zaman kaybından bahsedilemez.

Servis yeteneği değeri 2.0 olsaydı hız 80 km/st'e düşecekti. Bu durumda 21 km'lik kesimde 1.75 dk zaman kaybından bahsedilebilir. Bir otomobil için saatlik maliyet 20.15 YTL olduğuna göre 1.75 dk için =  $20.15/60 * 1.75 = 0.59$  YTL taşıt başına saatlik gecikme maliyeti oluşur. 498 taşıt için yıllık gecikme maliyeti ise =  $0.59 * 24 * 365 * 498 = 2,573,863.2$  YTL gecikme maliyeti oluşur. Benzer şekilde otobüs için 371 024 YTL, kamyon için ise 942 192 YTL gecikme maliyeti söz konusu olur. Yani bu kesim için servis yeteneği değeri 2.0 olursa yıllık toplam gecikme maliyeti 3 877 082 YTL olacaktır.

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Tez çalışmasında materyal olarak, ülkemiz karayolları ve bu karayollarında seyahat eden karayolu kullanıcıları seçilmiştir. Bilindiği üzere karayolları; otoyollar, devlet yolları ve köy yolları olarak sınıflandırılabilir. Çalışmaya esas olarak devlet yolları seçilmiştir.

Bir tez çalışması kapsamında ülkemizdeki tüm devlet yollarının incelenmesi mümkün olamayacağından, çeşitli pilot bölgelerde araştırma yapılmıştır. Bu bölgeler seçilirken, farklı trafik hacimlerine sahip olmaları, kullanıcılarının farklı gelir düzeylerinden olmasına ve karayolunu kullanan taşıtların farklı özellikler göstermesine özen gösterilmiştir. Seçilen karayolları Isparta-Afyon, Adapazarı-İstanbul ve Samsun-Ankara'dır.

İlave yakıt tüketimi değeri araştırmasında, servis yeteneğinin ancak 1.0'ın altına düşmesi durumunda ilave yakıt tüketimi söz konusu olduğu görülmüştür. Oysa literatürde 1.0'ın altında servis yeteneği değeri pek görülmemektedir. Bu nedenle ilave yakıt tüketimi değerinin bu çalışmada önemli bir faktör olmadığı görülmüştür.

İlave lastik aşınma maliyetinin ise, özellikle kamyon ve otobüslerde büyük miktarlarda olduğu görülmüştür. Özellikle yıllık değerlendirme yapıldığında servis yeteneğinin lastik aşınmasına etkisi daha çarpıcı olarak görülmektedir.

İlave bakım maliyeti de lastik aşınma maliyetinde olduğu gibi yüksek değerlerdedir. Fakat toplam olarak taşıt işletme maliyeti hesaplandığında bulunan değerlerin KGM tarafından açıklanan değerlere göre oldukça düşük kaldığı görülmüştür. Bunun nedeni, KGM'nin yakıt tüketimi, yağ tüketimi, taşıt parçalarındaki ilave aşınma, taşıt yıpranma maliyeti gibi parametreleri dikkate almış olabileceği veya araştırma yapılan bölgenin farklılığı, taşıtların lüks olması gibi etkenler olabilir.

Trafik kaza maliyeti değeri literatürde kullanıcı faydaları açısından önemli bir yer tutmasına rağmen yapılan çalışmada etkisi çok az kalmıştır. Bunun nedeni literatürde yoldan kaynaklanan kaza değeri % 2 civarında iken ülkemizde açıklanan değerlerin % 0.14 civarında olmasıdır. Ayrıca bir diğer faktör de özellikle ölümlü kazalarda ödenen tazminatın ülkemizde oldukça az olmasıdır.

İlave gecikme maliyeti araştırmasında da özellikle otomobil için benzer maliyetler söz konusu iken otobüs ve kamyon için bulunan değerler literatüre göre daha az



bulunmuştur. Bunun nedeni ülkemizdeki gelir düzeyi ve işsizlik oranı ile açıklanabilir.

Sonuçta, Türkiye karayolları için Kullanıcı Faydaları tespit edilmiştir. Bu değerler kullanılarak örnek çalışma da yapılmış, servis kabiliyeti değerlerine göre, trafik ve kaza değerlerinin etkisi gösterilmiştir.

Yapılan çalışma sadece üç karayolunu kapsamıştır. Daha sonraki çalışmalarda, daha fazla karayolu üzerinde daha fazla taşıt ile yapılırsa, daha doğru sonuçlar elde edilebilir.

**KAYNAKLAR**

- COST 337, 2002, Unbound Granular Materials for Road Pavements, Final Report of the Action, European Commission Directorate-General for Energy and Transport, Belgium
- EGM, 2005, Trafik İstatistik Bülteni, İçişleri Bakanlığı Emniyet Genel Müdürlüğü Trafik Eğitim ve Araştırma Dairesi Başkanlığı, Ankara
- Haas, R., Hudson, W. R., 1978, Pavement management systems, McGraw Hill Book Company, USA
- Haas, R., Hudson, W. R., Zaniewski, J., 1994, Modern pavement management systems, Krieger Publishing Company, USA
- Hsieh, T., and Haas, C., 1994. Costs and Benefits of Automated Road Maintenance, the National Research Council's Transportation Research Record, No. 1406, pp. 10-19.
- Falls, L. C., Tighe, S., 2004, Analyzing Longitudinal Data to Demonstrate the Costs and Benefit of Pavement Management, Public Works Management & Policy, Vol. 8 No 3, pp 176-191.
- Fwa, T. F., Sinha, K. C., 1992, Quantification of agency and user values of pavement performance, ASCE Journal of Transportation Engineering, Vol. 118, No 1, pp. 84-97.
- Karaşahin, M., Terzi, S., 2004, Üstyapı Yönetim Sistemlerinin Dünü, Bugünü Ve Yarını, 4. Ulusal Asfalt Sempozyumu, sayfa 267-280, Ankara
- KGM, 2003. Trafik Kazaları Özeti, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü Bakım Dairesi Başkanlığı Trafik Şubesi Müdürlüğü, Ankara
- KGM, 2006, Karayolu Planlaması El Kitabı, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü, Ankara
- Kulkarni, R.B., Miller, D., Ingram, R.M., Wong, C-W., Lorenz, J., 2004, Need-Based Project Prioritization: Alternative to Cost-Benefit Analysis, Journal of Transportation Engineering, Vol.130, No. 1, pp 150-158

- Jaraiedi, M., Iskander, W., Martinelli, D., Rajamohan, V., 2000. Highway User Benefit Analysis System, Federal Highway Administration and the West Virginia Department of Transportation, Research Project No 128, Final Report, USA
- NCHRP, 1993, Microcomputer Evaluation of Highway User Benefits, National Cooperative Highway Research Program - Completed Project, Project 7-12, USA
- Pan, Y., Kerali, H. R., Snaith, M. S., 1999, A network level pavement management system for China, Proc. Instn. Civil Engineers Transportation, Vol. 135, pp. 131-137.
- Papagiannakis, A. T., Delwar, M., 1999, Methodology to Improve Pavement Investment Decisions, Final Report, National Cooperative Highway Research Program, Transportation Research Board, National Research Council
- RIMES, 1999a, Road Infrastructure Maintenance Evaluation Study, Work Package 5, Maintenance Standards and Strategies, Pavement and Structure Management System, Project EC-DG-VIII RTD Programme, Contract No. RO-97-SC 1085/1189
- RIMES, 1999b, Road Infrastructure Maintenance Evaluation Study, Work Package 6, Pilot Trial of the Project and Works Programming Analysis in Greece, Pavement and Structure Management System, Project EC-DG-VII RTD Programme, Contract No. RO-97-SC 1085/1189
- Sayers, M. W., Gillespie, T. D., Paterson, W.D.O., 1986, Guidelines for the Conduct and Calibration of Road Roughness Measurements. World Bank Technical Paper No. 46, The World Bank, Washington DC.
- Steiner, H. M., Lynch, R. J., 1980, Priority-Setting Method for Road Maintenance, Transportation Research Record, Vol. 774, pp. 7-11.
- Süme, V., Güner, M.S., 1999. Genel İstatistik, Birsen Yayınevi, İstanbul
- Şen, Z., 2002. İstatistiksel Veri İşleme Yöntemleri, Su Vakfı Yayınları, İstanbul

Terzi, S., 2004, Coğrafi Bilgi Sistemi Yardimiyla Karayolu Üstyapi Bakim Yönetim Modeli Geliştirilmesi, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Isparta

TRAMER, 2006. Araç Grup Kodu Bazında Poliçe Üretimi ve Hasar Ödemeleri Raporu, Trafik Sigortası Bilgi Merkezi, <http://www.tramer.org.tr/index.php>

## **EKLER**

### **EK 1 Anket Soruları**

#### **OTOMOBİL İÇİN**

##### Sorular

1. Aylık gelir
2. Aylık Ortalama km
3. Kullandığı güzergâh (şehirlerarası-şehir içi-köy yolu)
4. Araç Cinsi
5. Yakıt Cinsi
6. Aylık Yakıt Masrafı
7. Kaç km Lastik değiştiriyor
8. Kaç km servise gidiyor
9. Servis masrafı
10. Cinsiyet
11. Yaş
12. Eğitim
13. Ortalama araçtaki kişi sayısı
14. Meslek
15. İş amaçlı seyahat edip etmediği

#### **KAMYON İÇİN**

##### Sorular

1. Aylık gelir (şoför + araba)
2. Aylık Ortalama km
3. Kullandığı güzergâh (şehirlerarası-şehir içi-köy yolu)
4. Araç Cinsi
5. Yakıt Cinsi
6. Aylık Yakıt Masrafı
7. Kaç km'de Lastik değiştiriyor
8. Kaç km'de servise gidiyor
9. Servis masrafı
10. Cinsiyet
11. Yaş
12. Eğitim
13. Ortalama araçtaki kişi sayısı

#### **OTOBÜS İÇİN (ŞOFÖR VE YARDIMCI ELEMAN)**

##### Sorular

1. Aylık gelir (şoför)
2. Aylık gelir (yardımcı eleman)
3. Aylık Ortalama km
4. Kullandığı güzergâh (şehirlerarası-şehir içi-köy yolu)
5. Araç Cinsi

6. Yakıt Cinsi
7. Aylık Yakıt Masrafı
8. Kaç km Lastik değiştiriyor
9. Kaç km servise gidiyor
10. Servis masrafı
11. Cinsiyet
12. Yaş
13. Eğitim
14. Ortalama araçtaki kişi sayısı (yolcu, şoför ve yardımcı eleman ayrı ayrı)

### **OTOBÜS İÇİN (YOLCULAR)**

Sorular

1. Aylık gelir
2. Cinsiyet
3. Yaş
4. Eğitim
5. Meslek
6. İş amaçlı seyahat edip etmediği

### **SERVİSLERE SORULAR (KAMYON; OTOBÜS VE OTOMOBİL AYRI)**

1. Ortalama servis ücreti
2. Ortalama servis km si (köy yolunda kullanan ile şehirlerarası ayrı ayrı)
3. Servis Adı
4. Baktığı Araç Cinsi/Cinsleri

### **LASTİK TAMİRCİLERİNE SORULAR**

1. Ortalama Lastik Değiştirme km si (köy yolunda kullanan ile şehirlerarası ayrı ayrı) (Kamyon, Otobüs, Otomobil ayrı ayrı)
2. Ortalama Lastik Ücreti (Kamyon, Otobüs, otomobil ayrı ayrı)

### **EMNİYET GENEL MÜD. İSTATİSTİK ŞUBESİ (son beş yıl)**

1. Kazalarda yoldan kaynaklanan kaza oranı
2. Bu kazalara karışan araç cinslerinin dağılımı
3. Yoldan kaynaklanan kaza nedeni
4. İllerle göre kaza dağılımı
5. Türkiye geneli kaza dağılımı

## EK 2 Çeşitli marka taşıtların 100 km'deki yakıt tüketimi değerleri

TAŞIT ADI	MODEL	(... HIZDAKİ 100 km'de YAKIT TÜKETİMİ ) lt/km						
		90,00	80,00	70,00	60,00	50,00	40,00	30,00
ALFA ROMEO	145 1.4	5,80	5,75	5,65	5,60	5,65	5,73	6,00
	856 2.0	6,60	6,55	6,45	6,40	6,45	6,53	6,80
	166 2.0	7,30	7,25	7,15	7,10	7,15	7,23	7,50
	145 1.7	6,30	6,25	6,15	6,10	6,15	6,23	6,50
	144 1.4	5,80	5,75	5,65	5,60	5,65	5,73	6,00
AUDI	A3 1.6	5,50	5,45	5,35	5,30	5,35	5,43	5,70
	A4 1.6	6,00	5,95	5,85	5,80	5,85	5,93	6,20
	A4 1.8	6,50	6,45	6,35	6,30	6,35	6,43	6,70
	A6 1.8	6,90	6,85	6,75	6,70	6,75	6,83	7,10
	A4 2.8	10,40	10,35	10,25	10,20	10,25	10,33	10,60
	A6 2.8	8,20	8,15	8,05	8,00	8,05	8,13	8,40
CITROEN	SAXO	6,20	6,15	6,05	6,00	6,05	6,13	6,40
	XSARA 1.4	5,40	5,35	5,25	5,20	5,25	5,33	5,60
	XSARA 1.8	6,30	6,25	6,15	6,10	6,15	6,23	6,50
DAEWO	LANOS 1.5	5,20	5,15	5,05	5,00	5,05	5,13	5,40
	MATIZ	4,90	4,85	4,75	4,70	4,75	4,83	5,10
DAIHATSU	CHARACADE	5,60	5,55	5,45	5,40	5,45	5,53	5,80
	ADPLAUSE	5,90	5,85	5,75	5,70	5,75	5,83	6,10
	COURE	5,00	4,95	4,85	4,80	4,85	4,93	5,20
	FEROZE	7,50	7,45	7,35	7,30	7,35	7,43	7,70
FORD	FIESTA	5,80	5,75	5,65	5,60	5,65	5,73	6,00
	ESCORD	5,60	5,55	5,45	5,40	5,45	5,53	5,80
HONDA	CIVIC 1.6	6,60	6,55	6,45	6,40	6,45	6,53	6,80
	C-RV	8,40	8,35	8,25	8,20	8,25	8,33	8,60
	H-RV	7,60	7,55	7,45	7,40	7,45	7,53	7,80
HYUNDAI	ELANTRA	5,10	5,05	4,95	4,90	4,95	5,03	5,30
	ACCENT GL	5,60	5,55	5,45	5,40	5,45	5,53	5,80
	EXCEL	5,70	5,65	5,55	5,50	5,55	5,63	5,90
KIA	CARNIVAL	8,90	8,85	8,75	8,70	8,75	8,83	9,10
	SEPHRA	5,90	5,85	5,75	5,70	5,75	5,83	6,10
	PRIDE 1,5	4,50	4,45	4,35	4,30	4,35	4,43	4,70
	SHUMA	7,80	7,75	7,65	7,60	7,65	7,73	8,00
LADA	SAMARA	5,70	5,65	5,55	5,50	5,55	5,63	5,90
	SAMARA SEDAN	5,20	5,15	5,05	5,00	5,05	5,13	5,40
MAZDA	323 1.8	7,10	7,05	6,95	6,90	6,95	7,03	7,30
	323 1.5	6,30	6,25	6,15	6,10	6,15	6,23	6,50
	626 1.6	6,40	6,35	6,25	6,20	6,25	6,33	6,60
MITSUBISHI	CARİZMA 1,6	5,80	5,75	5,65	5,60	5,65	5,73	6,00
	SPACE	5,90	5,85	5,75	5,70	5,75	5,83	6,10
NISSAN	MAXIM	7,50	7,45	7,35	7,30	7,35	7,43	7,70
	PRIMERA	6,20	6,15	6,05	6,00	6,05	6,13	6,40

TAŞIT ADI	MODEL	(... HIZDAKİ 100 km'de YAKIT TÜKETİMİ ) lt/km						
		90,00	80,00	70,00	60,00	50,00	40,00	30,00
OPEL	ASTRA 1.4	5,80	5,75	5,65	5,60	5,65	5,73	6,00
	ASTRA 1.6	5,60	5,55	5,45	5,40	5,45	5,53	5,80
	CORSA 1.4	5,30	5,25	5,15	5,10	5,15	5,23	5,50
	FROENTERA	10,10	10,05	9,95	9,90	9,95	10,03	10,30
	OMEGA 2.0	6,60	6,55	6,45	6,40	6,45	6,53	6,80
	VECTRA 1.6	5,00	4,95	4,85	4,80	4,85	4,93	5,20
	VECTRA 2.0	5,90	5,85	5,75	5,70	5,75	5,83	6,10
	ZAFIRA	6,50	6,45	6,35	6,30	6,35	6,43	6,70
PEUGEOT	106 CTI	6,30	6,25	6,15	6,10	6,15	6,23	6,50
	206 CTI	6,20	6,15	6,05	6,00	6,05	6,13	6,40
	306	6,00	5,95	5,85	5,80	5,85	5,93	6,20
	406	9,40	9,35	9,25	9,20	9,25	9,33	9,60
RENAULT	BRODWAY	5,80	5,75	5,65	5,60	5,65	5,73	6,00
	CLİO 1,4 16V	5,80	5,75	5,65	5,60	5,65	5,73	6,00
	CONCARDE	6,70	6,65	6,55	6,50	6,55	6,63	6,90
	EUROPE 1,4	5,80	5,75	5,65	5,60	5,65	5,73	6,00
	EUROPE 1,6	5,20	5,15	5,05	5,00	5,05	5,13	5,40
	FAIRWAY	6,40	6,35	6,25	6,20	6,25	6,33	6,60
	FLASH	5,80	5,75	5,65	5,60	5,65	5,73	6,00
	KANGOO	6,00	5,95	5,85	5,80	5,85	5,93	6,20
	LAGUNA	6,20	6,15	6,05	6,00	6,05	6,13	6,40
	MEGANE 1,4	5,40	5,35	5,25	5,20	5,25	5,33	5,60
	MEGANE 1,6	5,70	5,65	5,55	5,50	5,55	5,63	5,90
	OPTIMA	5,90	5,85	5,75	5,70	5,75	5,83	6,10
	TOROS	6,80	6,75	6,65	6,60	6,65	6,73	7,00
	TWİNGO	5,10	5,05	4,95	4,90	4,95	5,03	5,30
SAFRANE	7,10	7,05	6,95	6,90	6,95	7,03	7,30	
ROVER	25 1.6	5,30	5,25	5,15	5,10	5,15	5,23	5,50
	45 1.6	5,60	5,55	5,45	5,40	5,45	5,53	5,80
	75 2.0	8,30	8,25	8,15	8,10	8,15	8,23	8,50
SAAB	9.3 SE 2.0	7,50	7,45	7,35	7,30	7,35	7,43	7,70
	9.5 GRIFFIN 3.0	8,10	8,05	7,95	7,90	7,95	8,03	8,30
	9.5 WAGON 2.0	7,60	7,55	7,45	7,40	7,45	7,53	7,80
SEAT	CORDOBA 1.6	6,60	6,55	6,45	6,40	6,45	6,53	6,80
	IBIZA STELLA 1.6	6,10	6,05	5,95	5,90	5,95	6,03	6,30
	TOLEDO SUPPORT	6,40	6,35	6,25	6,20	6,25	6,33	6,60
SKODA	FABIA 1.4	5,50	5,45	5,35	5,30	5,35	5,43	5,70
	FELICIA 1.6	5,40	5,35	5,25	5,20	5,25	5,33	5,60
	OCTOVIA 1.6	5,50	5,45	5,35	5,30	5,35	5,43	5,70
	FAVORITE	5,80	5,75	5,65	5,60	5,65	5,73	6,00
SUBARU	IMPREZA	6,80	6,75	6,65	6,60	6,65	6,73	7,00
SUZUKI	VITARA 1.6	8,20	8,15	8,05	8,00	8,05	8,13	8,40
	BALENO 1.6	6,10	6,05	5,95	5,90	5,95	6,03	6,30
TOFAŞ	124 SERÇE	7,60	7,55	7,45	7,40	7,45	7,53	7,80
	UNO SX	5,20	5,15	5,05	5,00	5,05	5,13	5,40
	TIPO S	5,30	5,25	5,15	5,10	5,15	5,23	5,50
	TIPO 1.4 SX	5,20	5,15	5,05	5,00	5,05	5,13	5,40
	TEMPRA	5,60	5,55	5,45	5,40	5,45	5,53	5,80



TAŞIT ADI	MODEL	(... HIZDAKİ 100 km'de YAKIT TÜKETİMİ ) lt/km						
		90,00	80,00	70,00	60,00	50,00	40,00	30,00
TOFAŞ	ŞAHİN S	6,80	6,75	6,65	6,60	6,65	6,73	7,00
	SIENA 1.4	5,50	5,45	5,35	5,30	5,35	5,43	5,70
	ALBEA 1.2	7,80	7,75	7,65	7,60	7,65	7,73	8,00
	SEUDO ELVAN	7,80	7,75	7,65	7,60	7,65	7,73	8,00
	PALIO 1.4	6,30	6,25	6,15	6,10	6,15	6,23	6,50
	MAREA 1.6	6,60	6,55	6,45	6,40	6,45	6,53	6,80
	KARTAL 1.6 ie	6,50	6,45	6,35	6,30	6,35	6,43	6,70
	KARTAL SLX 1.6	6,40	6,35	6,25	6,20	6,25	6,33	6,60
	DOĞAN S	6,50	6,45	6,35	6,30	6,35	6,43	6,70
	DOĞAN SLX 1.6	6,40	6,35	6,25	6,20	6,25	6,33	6,60
	BRAVO 1.6	6,80	6,75	6,65	6,60	6,65	6,73	7,00
	BRAVA 1.6 ELX	6,10	6,05	5,95	5,90	5,95	6,03	6,30
TOYOTA	AVENSIS 1.8	6,00	5,95	5,85	5,80	5,85	5,93	6,20
	COROLLA 1.3	5,00	4,95	4,85	4,80	4,85	4,93	5,20
	COROLLA 1.4	5,70	5,65	5,55	5,50	5,55	5,63	5,90
	YARIS	5,00	4,95	4,85	4,80	4,85	4,93	5,20
	STARLET	5,60	5,55	5,45	5,40	5,45	5,53	5,80
VOLVO	C70	7,60	7,55	7,45	7,40	7,45	7,53	7,80
	S40	6,30	6,25	6,15	6,10	6,15	6,23	6,50
	S70 BUSINESS	7,30	7,25	7,15	7,10	7,15	7,23	7,50
	S80 SPECIAL ET	7,20	7,15	7,05	7,00	7,05	7,13	7,40
WOLKSVAGEN	BORA 1.6 CF	6,00	5,95	5,85	5,80	5,85	5,93	6,20
	BORA 1.6 TRENT	6,00	5,95	5,85	5,80	5,85	5,93	6,20
	BORA 1.6 VARRANT	6,10	6,05	5,95	5,90	5,95	6,03	6,30
	GOLF CF	5,90	5,85	5,75	5,70	5,75	5,83	6,10
	GOLF TRENT	5,90	5,85	5,75	5,70	5,75	5,83	6,10
	GOLF TDI	4,10	4,05	3,95	3,90	3,95	4,03	4,30
	LUPA	5,10	5,05	4,95	4,90	4,95	5,03	5,30
	PASSAT 1.8	7,00	6,95	6,85	6,80	6,85	6,93	7,20
	PASSAT 1.6	5,20	5,15	5,05	5,00	5,05	5,13	5,40
PASSAT CLASSIC	6,00	5,95	5,85	5,80	5,85	5,93	6,20	
<b>ORTALAMA YAKIT TÜKETİMİ</b>		6,30	6,25	6,15	6,10	6,15	6,23	6,50

**ÖZGEÇMİŞ**

Adı Soyadı : Gülay TULUM

Doğum Yeri : Antalya

Doğum Yılı : 1975

Medeni Hali : Evli

**Eğitim ve Akademik Durumu:**

Lise 1990-1992 Antalya Endüstri Meslek Lisesi

Önlisans 1992-1994 Akdeniz Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek  
Yüksekokulu

Lisans 1994-1998 SDÜ Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümü

Yabancı Dil : İngilizce

**İş Deneyimi:**

1999-..... (Öğretmen) Adapazarı Karasu Denizköy İlköğretim Okulu