ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ahmet ÇİMEN

ADANA – MERSİN DEMİRYOLU HATTININ COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ UYGULANARAK ÜSTYAPI BİLGİ SİSTEMİNİN OLUŞTURULMASI

UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ ANABİLİM DALI

ADANA-2017

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ADANA – MERSİN DEMİRYOLU HATTININ COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ UYGULANARAK ÜSTYAPI BİLGİ SİSTEMİNİN OLUŞTURULMASI

Ahmet ÇİMEN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ
ANABİLİM DALI

Bu Tez 24/02/2017 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği/~~Oyçokluğu~~ ile Kabul Edilmiştir.

…….....	…..……..	…….....
Yrd. Doç. Dr. Bülent MITIŞ DANIŞMAN	Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU ÜYE	Yrd. Doç. Dr. Nuri EMRAH OĞLU ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ADANA – MERSİN DEMİRYOLU HATTININ COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ UYGULANARAK ÜSTYAPI BİLGİ SİSTEMİNİN OLUŞTURULMASI

Ahmet ÇİMEN

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ ANABİLİM DALI

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Bülent MITIŞ
Yıl: 2017, Sayfa: 107
Jüri : Yrd. Doç. Dr. Bülent MITIŞ
: Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU
: Yrd. Doç. Dr. Nuri EMRAHOĞLU

Demiryolu ulaşımı sektörel anlamda önem kazanmaya başladı. Dünyanın gelişmiş ülkeleri demiryolu ulaşım sistemlerini yüzyıl önce tamamlamış olmasına rağmen Türkiye'de mevcut demiryolu ağı yetersiz ve ağın büyük bir kısmı tek hatlıdır. Son yıllarda Türk Demiryolları bu açığı kapamak adına büyük bir yatırım atağı başlatmıştır. Büyük bir atılım peşinde olan demiryolları, teknoloji anlamında bakir bir toprak gibi olup gelişmiş ülke standartlarını yakalayabilmek için her alanda yeni teknolojilere açık bir kurum olduğu bilinmektedir.

Bu çalışmada TCDD şebekesi Adana – Mersin Hattı, mevcut üstyapı (ray, travers), mevcut hattın geometrik durumu (kurp yarıçapları, düşey eğimleri), istasyonlar ve hatta yapılan bakım ve yenileme çalışmaları gibi bilgiler CBS ortamına aktarılarak bir veri tabanı oluşturulmuş, demiryolu hattı bilgileri ihtiyaçlara göre analiz edilebilir hale getirilerek bazı analizler gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bilgi sistemleri, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Demiryolu üstyapı bilgi sistemi

ABSTRACT

M.Sc. THESIS

DEVELOPING SUPERSTRUCTURE INFORMATION SYSTEM OF ADANA – MERSİN RAILWAY LINE BY USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM

Ahmet ÇİMEN

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF REMOTE SENSING AND GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM

Supervisor : Asst. Prof. Dr. Bülent MITIŞ
Year: 2017, Pages: 107
Jury : Asst. Prof. Dr. Bülent MITIŞ
: Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU
: Asst. Prof. Dr. Nuri EMRAHOĞLU

Railways come into prominence in sectoral area. Despite developed countries has completed railway transportation system before a century, in Turkey, railway net is defective and most of railway net is single line. In recent years, Turkish Railways shows a great development, so Turkish Railways is opened to new technologies.

In this study, Turkish State Railways net Adana – Mersin line such as, superstructure, geometric situation and stations is transferred into GIS environment and developed a data base for realising analisis.

Key Words: Information systems, Geographic information system, Railway superstructure information system

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Demiryolu ulaşımı sektörel anlamda önem kazanmaya başladı. Dünyanın gelişmiş ülkeleri demiryolu ulaşım sistemlerini yüzyıl önce tamamlamış olmasına rağmen Türkiye'de mevcut demiryolu ağı yetersiz ve ağın büyük bir kısmı tek hatlıdır. Son yıllarda Türk Demiryolları bu açığı kapamak adına büyük bir yatırım atağı başlatmıştır. Büyük bir atılım peşinde olan demiryolları, teknoloji anlamında bakir bir toprak gibi olup gelişmiş ülke standartlarını yakalayabilmek için her alanda yeni teknolojilere açık bir kurum olduğu bilinmektedir.

Bu çalışmada TCDD şebekesi Adana – Mersin Hattı, mevcut üstyapı (ray, travers), mevcut hattın geometrik durumu (kurp yarıçapları, düşey eğimleri), istasyonlar ve hatta yapılan bakım ve yenileme çalışmaları gibi bilgiler CBS ortamına aktarılarak bir veri tabanı oluşturulmuş, demiryolu hattı bilgileri ihtiyaçlara göre analiz edilebilir hale getirilerek bazı analizler gerçekleştirilmiştir.

Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları İşletmesi (TCDD) Genel Müdürlüğüne bağlı 6. Bölge Müdürlüğü 63. Yol Bakım Yenileme Müdürlüğü mıntıkası içerisinde kalan Mersin İstasyonu ve Adana İstasyonu arasında yapılmıştır. Mersin İstasyonu ve Adana İstasyonu Akdeniz Bölgesinde yer almaktadır. Çalışma alanı 36º 48' 10" ile 36º 59' 58" kuzey enlemleri ve 34º 38' 01" ve 35º 19' 02" doğu boylamları arasında bulunmaktadır.

Adana-Mersin demiryolunda çalışma alanının tanınması ve demiryoluna ait varlıkların arazide tespiti, kontrol edilmesi, ayrıntılı bilgilerin alınması için araziye çıkılmıştır. Ayrıca mevcut olan

demiryolunun GPS (Global Positioning System - Konum Belirleme Sistemi) ile ölçümü yapılarak hali hazır haritası hazırlanmış, üst yapı, sanat yapısı, eğim, istasyon, büyük yenileme gibi mevcut demiryolunun bakım ve yenileme (BY) planlaması için gerekenlerin incelemesi yapılmıştır. Veri ölçme ve depolamada arazideki çalışmalarda GPS, takometre, metre, pusula, dürbün veya emsali diğer teknik aletler kullanılmıştır.

Çalışma alanını kapsayan 1/25.000 ölçekli paftaların 1/1.000.000 ölçekli TCDD şebeke haritası ve 1/10.000 ölçekli Google Earth görüntüleri ile grafik ekranda çalışabilmek için koordinat dönüşümleri yapılmıştır. Raster formatında olan bu verilerin vektör verilere dönüştürmek için sayısallaştırma işlemi uygulanmıştır. DWG uzantılı veriler ArcCatalog arayüzü ile Arcmap ortamına aktarılmıştır. Hazırlanan tablolara arazi ve büro çalışmalarından elde edilen veriler girilerek "Feature Class"lara ait öznitelik tabloları oluşturulmuştur.

CBS ve ÜYS'nin vazgeçilmez bileşenlerinden olan sorgulama özelliği sayesinde Bakım ve Onarım (BO) takvimi belirlenebilecektir. Bu amaçla analizler yapılmıştır. 2017 yılı için tahmin edilen Hemzemin Geçit Bakım İndeksi (Bİ) değeri 1.000'dir. Sorgulama sonrasında, sorguya uyan sonuçlar ekran üzerinde mavi renkte görüntülenmiştir. Bİ değerleri 1.000'den büyük olan kesimler sorgulanmıştır. Hemzemin geçit Bİ değerlerine göre yapılması gerekenler 'Güvenlik açısından hemen Üst/Altgeçit yapılması gerekir' şeklindedir. Bİ değeri 1.000'den küçük kesimler ise kaplama cinsi değiştirilmelidir. Sanat yapısı Bİ değerlerine göre yapılması gerekenler 'Debi hesabı açısından açıklığı 2 mt. olmalı' şeklindedir. Bİ değeri 2'den büyük kesimler ise kontrol altında tutulmalıdır.

CBS yardımı ile oluşturulan demiryolu mekânsal veri tabanı sayesinde, demiryolu üzerinde meydana gelen tüm olaylara bir tuş ile ulaşılabilmektedir. Gelişen internet teknolojisi sayesinde, internet üzerinden bu bilgilere kolay bir şekilde ulaşılması da sağlanabilir. Bu sisteme kısıtlamalar konarak, belirli kullanıcıların özel bilgilere ulaşması sağlanır. İnternetin hızı sayesinde, ilgili Yol Bakım Onarım (YBO) şube şefliği veya YBO şube müdürlüğü sorumluluğu dahilindeki yerlerle ilgili verileri diğer YBO şube şefliği veya YBO şube müdürlüğü ile kolayca paylaşılabilir.

TEŞEKKÜR

Çalışmamın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen danışmanım Yrd. Doç. Dr. Bülent Mıtış'a değerli katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Eğitim hayatım boyunca destek olan sevgili annem Salime ÇİMEN'e ve sevgili babam Ayhan ÇİMEN'e, bana güç veren sevgili eşim Tuğba Çimen'e, varlıklarıyla beni mutlu eden sevgili kızlarım Zeynep Sıla Çimen'e ve Betül Sena ÇİMEN'e, sevgili oğlum Enes Talha ÇİMEN'e ayrıca bilgi, belge ve kaynak destekleri için TCDD kurumuna teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER **SAYFA**

ÖZ I
ABSTRACT II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET III
TEŞEKKÜR VII
İÇİNDEKİLER VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ XII
ŞEKİLLER DİZİNİ XIV
SİMGELER VE KISALTMALAR XVI
1. GİRİŞ 1
1.1. Demiryolu Tarihçesi 2
1.1.1. Diğer Ülkelerdeki Demiryolu Tarihi 2
1.1.2. Osmanlı Devleti'nde Demiryolu 3
1.1.3. Osmanlı Döneminde İnşa Edilen Demiryolu Hatları 6
1.1.3.1. İzmir-Aydın Demiryolu 6
1.1.3.2. İzmir-Kasaba (Turgutlu) ve Temdidi Demiryolları 6
1.1.3.3. Rumeli Demiryolları 7
1.1.3.4. Hicaz Demiryolu 7
1.1.3.5. Anadolu-Bağdat Demiryolları 8
1.1.4. Cumhuriyet Sonrası Demiryolları 10
1.2. Ulaşım Sistemleri 11
1.2.1. Ulaşım Sistemlerinin Tanımı 11
1.2.2. Ulaşım Sistemlerinde Temel Beklentiler 12
1.2.3. Ulaşım Sistemlerinin Ortak Özellikleri 12
1.2.4. Ulaşım Sistemleri Ve Ulaşım Sistemlerinin Diğer Özellikleri 13
1.3. Demiryollarının Tanımı ve Sınıflandırılması 15
1.3.1. Demiryollarının Tanımı 15
1.3.1.1. Yol-Taşıt Etkileşimi ve Bundan Kaynaklanan Özellikler 16

1.3.1.2. Demiryollarının Üstün Yanları 17
1.3.1.3. Demiryollarının Zayıf Yanları 19
1.3.2. Demiryollarının Sınıflandırılması 19
1.3.2.1. Kullanılış Amaçlarına Göre Demiryolları 19
1.3.2.1.(1). Ana Yollar 19
1.3.2.1.(2). Tali Yollar 20
1.3.2.2. Arazinin topografik durumuna göre demiryolları 20
1.3.2.3. Demiryolu İnşası Yönünden Demiryolları 21
1.3.2.3.(1). Hat Genişliklerine Göre 21
1.3.2.3.(2). Hat Adedine Göre 21
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 23
3. MATERYAL VE METOD 47
3.1. Materyal 47
3.1.1. Çalışma Alanının Konumu 47
3.1.2. Adana – Mersin Demiryolunun Tarihçesi 48
3.1.3. Arazi Çalışmalarında Elde Edilen Veriler 50
3.1.4. Coğrafi Bilgi Sistemleri 50
3.1.4.1. Donanım (Hardware) 51
3.1.4.2. Yazılım (Software) 52
3.1.4.3. Veri (Data) 55
3.1.4.4. İnsanlar (People) 55
3.1.4.5. Yöntemler 55
3.1.5. CBS'nin Çalışma Prensibi 56
3.1.5.1. Coğrafik Referanslar 56
3.1.5.2. CBS'de Temel İşlevler 58
3.1.5.2.(1). Veri Toplama 58
3.1.5.2.(2). Veri Yönetimi 58
3.1.5.2.(3). Veri İşlem 58
3.1.5.2.(4). Veri Sunumu 60

3.1.6. CBS'de Kullanılan Ekipmanlar ve Yazılımlar 60
3.1.6.1. Konum Belirleme Sistemi (Global Positioning System, GPS) 60
3.1.6.2. Bilgisayar ve Ek Donanımları 60
3.1.6.3. CBS'de Kullanılan Yazılımlar 60
3.1.7. Demiryolları İle İlgili Genel Bilgiler ve Demiryollarında KullanılanTemel Kavramlar 61
3.1.7.1. Ray 61
3.1.7.2. Travers 61
3.1.7.3. Balast 61
3.1.7.4. Makas 62
3.1.7.5. Güzergah 63
3.1.7.6. Aliyman 63
3.1.7.7. Kurp 63
3.1.7.8. Eğim 63
3.1.8. Demiryollarında Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanılması 64
3.2. Metod 65
3.2.1. Arazide Veri Toplama ve Değerlendirme 65
3.2.2. CBS Altlıklarının Sayısal Olarak Hazırlanması 67
3.2.2.1. Mevcut Haritaların Koordinatlarına Getirilmesi (Rektifiye) .. 67
3.2.2.2. Sayısallaştırma 69
3.2.2.3. CAD Verilerinin Aktarılması 70
3.2.2.4. Tablo Yapıları 71
3.2.2.5. Veri Girişleri 78
4. BULGULAR VE TARTIŞMA 79
4.1. Adana – Mersin İstasyonları Arası Demiryolu İçin Coğrafi BilgiSistemi Uygulaması 79
4.2. Veriler ve Veri Tabanı 83

4.3. CBS Kullanılarak Optimizasyon Çalışması ile Bakım ve Onarım Takviminin Belirlenmesi 90
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 95
5.1. Öneriler 97
KAYNAKLAR 99
ÖZGEÇMİŞ 107

ÇİZELGELER DİZİNİ **SAYFA**

Çizelge 1.1. Ulaşım Sistemlerinin serbestlik derecelerine göre sınıflandırılması 14
Çizelge 1.2. Ulaşım Sistemlerinin altyapılarına göre sınıflandırılması 15
Çizelge 1.3. Demiryolu unsurları arasındaki ilişkiler 16
Çizelge 4.1. Hemzemin geçit Veritabanı 84
Çizelge 4.2. Sanat Yapıları Veritabanı.....85
Çizelge 4.3. Eğim Veritabanı.....86
Çizelge 4.4. Kurp Veritabanı 87
Çizelge 4.5. Makas Veritabanı.....88

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA**

Şekil 1.1. Kullanılış amaçlarına göre demiryollarının şematik gösterimi 20
Şekil 3.1. TCDD Şebekesine Ait Uydu Görüntüsü 48
Şekil 3.2. Mersin – Adana Demiryolu 48
Şekil 3.3. Coğrafi bilgi sisteminin şematik tanımı (İşlem,2004).....52
Şekil 3.4. Coğrafi bilgi sistemi bileşenleri (İşlem,2004).....53
Şekil 3.5. Coğrafi Bilgi Sistemi veri modelleri 57
Şekil 3.6. Balast 62
Şekil 3.7. Makas 62
Şekil 3.8. Aliyman ve Kurp.....63
Şekil 3.9. Araziden veri toplama.....66
Şekil 3.10. 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritanın koordinatlandırılması 68
Şekil 3.11. Google Earth görüntüsünün koordinatlandırılması.....69
Şekil 3.12. Sayısallaştırma 70
Şekil 3.13. Autocad verisinin ArcMap'e aktarılması.....71
Şekil 3.14. Eğim Öznitelik Tablosu 72
Şekil 3. 15. Hemzemin Geçit Öznitelik Tablosu.....73
Şekil 3.16. Kurp Öznitelik Tablosu.....74
Şekil 3.17. Makas Öznitelik Tablosu 75
Şekil 3.18. Sanat Yapıları Öznitelik Tablosu.....76
Şekil 3. 19. Yol Durumu Öznitelik Tablosu.....77
Şekil 3.20. Veritabanına veri girişi 78
Şekil.4.1. Projeksiyonlar 79
Şekil.4.2. CBS ortamında 1/25.000 ölçekli harita.....82
Şekil.4.3. CBS ortamında TCDD şebekesi 89
Şekil.4.4. Çalışma alanının CBS ortamında 1/10.000 ölçekli GE görüntüsü 90
Şekil.4.5. 2017 Yılı İçin Bİ Değerleri 1.000'den Büyük Olan Kesimler 91

Şekil.4.6İ Değerleri 1.000’den Büyük Olan Kesimlerin Raporlanması 92
Şekil.4.7. 2017 Yılı İçin Bİ Değerleri 2’den Küçük Olan Kesimler 93
Şekil.4.8. Bİ Değerleri 2’den Küçük Olan Kesimlerin Raporlanması.....94

SİMGELER VE KISALTMALAR

BI	: Bakım İndeksi
BY	: Bakım ve Yenileme
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
GE	: Google Earth
GPS	: Küresel Konumlama Sistemi
ILLIPIMS	: Illinois Üstyapı Bilgisi ve Yönetim sistemi
ITRF	: Uluslararası Yersel Referans Koordinat Sistemi
TCDD	: Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları
UBS	: Ulaşım Bilgi Sistemi
UTM	: Universal Transvers Merkator
ÜYS	: Üstyapı Yönetim Sistemi
YBO	: Yol Bakım Onarım

1. GİRİŞ

Sosyal bir varlık olan insanlar yaşamları boyunca çok farklı gereksinimlerini gidermekle karşı karşıyadırlar. Bu nedenle insanlar, kendileri için gerekli bulunan her türlü maddi ve manevi gereksinimleri için yer değiştirmeye, hareket etmeye zorunluluk duyarlar.

İnsanların, eşyaların, hayvanların ve diğer varlıkların yer değiştirmesine olanak sağlayan hizmete ulaşım denir.

Ekonomik gelişme, etkin bir ulaştırma ağına bağlıdır. Etkin ulaştırma işletmeciliği için iyi bir yönetim sisteminin oluşturulması ve bu yönetim sisteminin uygun bir şekilde uygulanması gerekmektedir.

Diğer ulaştırma sistemlerinde olduğu gibi demiryolu ulaşımından da tam verim alınabilmesi için, bu ağın mevcut varlıklarının etkili kullanımını sağlayacak yönetim sistemi oluşturulmalıdır. Ayrıca bu yönetim sistemi içerisindeki veri tabanının genişliği ve doğruluğu kısa ve uzun vadeli kararların sonuçlarını etkiler.

Ulaştırma alanında da kullanılmaya başlayan Üstyapı Yönetim Sistemi (Pavement Management System) kavramı, sistemi oluşturan tüm fiziksel elemanların ve tesislerin etkin bir şekilde kullanılmasıyla etkin bir Bakım ve Yenileme (BY) (Maintenance and Renewal) programlarının hazırlanması ile ilgilidir. Üstyapı yönetim sisteminin etkinliği, güvenilir ve sürekli olarak güncellenen verilerin nicelik ve niteliğine bağlıdır. Bu sebeple günümüz teknolojisinde uygun bir bilgi sistemi kullanarak sistem hakkında düzenli ve güvenilir veriler elde etmek mümkündür. Geniş bir uygulama alanına sahip olan coğrafi bilgi sistemlerini (CBS) demiryollarına uygulayarak mekânsal yani görsel bir ortamda verileri depolamak, sorgulamak, uzun ve kısa dönemde planlar yaparak stratejiler geliştirmek mümkündür. Bir coğrafi bilgi sistemini diğer veri tabanı yönetim sistemlerinden ayıran en önemli özelliği, verinin koordinatlı coğrafi harita (mekânsal) üzerinde depolanabilmesidir. (Güler ve ark, 2004)

Bu çalışmada, CBS kullanımı ile Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları (TCDD) Adana – Mersin hattı BY programı hazırlanması için ihtiyaç duyulan demiryolu üstyapı veri tabanı oluşturulmuş ve analizler gerçekleştirilmiştir.

1.1. Demiryolu Tarihçesi

1.1.1. Diğer Ülkelerdeki Demiryolu Tarihi

Ray ve vagon, çok daha önce kullanılmasına rağmen; bir buhar makinesi olan lokomotif daha geç ortaya çıkmıştır. Fransa ve Amerika'da daha önce birçok buhar makineleri yapılmış ve caddelerde yürütülmüştür. Ama bugünkü manadaki lokomotifin yapılabilmesi Fransız Mac Seguin'in borulu kazanları icat etmesiyle gerçekleşmiştir. (Onur, 1953)

Bugün demiryolu dediğimiz ulaşım aracının ilk önemli icadı, lokomotifin icadından başka bir şey değildir. Çünkü demiryolunun diğer unsurları daha önceden biliniyordu. Daha 16. yüzyıl'dan beri İngiltere ve Fransa'da maden nakliyatını kolaylaştırmak için vagonetlerin altına tahta raylar döşenirdi. Demirden yapılmış ilk ray, 1767'de İngiltere'de üretilmiştir. Bu raylar üzerinde madenleri limanlara kadar indirmek için, birbiri arkasına bağlanmış basit yapılı vagonetler atlarla çekilirdi. Bu, bugünkü tren ve vagonların atası sayılmaktadır. 1767'de Watt tarafından buhar makinesi keşfedildikten sonra tekerlekler üzerinde kendi kendine hareket ettirebilecek bir buhar makinesi oluşturmak fikri İngiltere'de oluşmaya başlamıştır (Aybar, 1938).

Bu fikri harekete geçiren George Stephenson olmuştur. 1814 yılında yaptığı makine, yürüyebilen bir lokomotiftir. 27 Eylül 1825 tarihinde açılan Stockton and Darlington demiryolunda Stephenson'un buharlı lokomotifle yaptığı deneme, yolun meyilli olmasından dolayı netice vermemiştir. Ama Stephenson çalışmalarına devam etmiştir. 1829'da Liverpool ve Manchester demiryolu direktörleri tarafından imal edilecek en iyi makine için 500 sterlin vaat edilerek bir yarışma açılmıştır. George Stephenson "Rocket" adlı makinesiyle birinciliği

kazanmıştır. Bu makine 13 tonluk net yükü, saatte 19 km hızla çekmiştir (Keçeci, 2001).

İlk işletmeye açılan hat, 1830 yılında Liverpool- Manchester hattıdır. Kısa zamanda İngiltere, Fransa ve Amerika Birleşik Devletleri de demiryolu yapımına çok önem vermiş ve ciddi sermayeler yatırmıştır. Fransa'da ilk demiryolu hattı 1832 yılında St. Etienne-Lyon arasında yapılmıştır. Almanya'da ise 1835 yılında Nürnberg-Maliner arasında ilk demiryolu inşa edilmiştir. Amerika'da ilk demiryolu 1830 yılında Baltimore-Ohio arasında gerçekleşmiştir. Ülkeler arası ilk demiryolu ise Belçika'nın Liege ile Almanya'nın Köln şehirleri arasında 1843 yılında hizmete girmiştir (Engin,1993) .

1.1.2. Osmanlı Devleti'nde Demiryolu

Dünyadaki bu gelişmeler karşısında Osmanlı Devleti'nde demiryollarının şose yollardan daha eski bir mazisi vardır. Osmanlıda ilk demiryolu yapılması fikri, memlekette henüz şose denilebilecek bir yol parçasının bile olmadığı bir zamanda, 1830'dan sonra başlamıştır. Bu tarih, bakıldığı zaman trenin icadından beş sene sonradır. Osmanlıda demiryolu yapmak için Avrupa devletleri bazı tekliflerde bulunmuşlardır. Avrupa ülkelerinin Osmanlı'ya demiryolu yapmak hevesleri ise şu sebeplerden kaynaklanmıştır. 17 Ağustos 1838 Balta Limanı Ticaret Anlaşması ile İngiltere, Osmanlı İmparatorluğu'nun dış ticaret konusundaki son engellerini de yıkmıştır. İhracat yasakları, tekel usulü ve iç gümrükler kaldırılmış, böylece Osmanlı pazarlarına girmek ve oradan hammadde ithal etmek için bir engel kalmamıştır. Bu anlaşma ile ilgili İngiliz elçisi Ponsonby gönderdiği raporda "Daha çoğunu istemeye hakkımız olamayacak kadar eksiksiz ve önceden umut ettiklerimizin çok üstünde" ifadesini kullanmıştır (Yerasimos, 1980).

Osmanlı İmparatorluğu üç kıtada yayılmış geniş bir imparatorluktu. Bu büyük ülkenin ulaşım sisteminde önemli sorunlar söz konusuydu. Patika yollar çok kötü durumda, İstanbul ve İzmir limanları da dahil, rıhtımlı ve tesisatlı liman yoktu. Teknolojik açıdan geri kalmışlık Osmanlı Devleti için demiryolu

taşımacılığı ile gelen emperyalizm, beraberinde anılan yerlerde dışa bağımlılığı getirmiştir.

- Asya kıtası tabii servetiyle dikkat çekiyordu. Avrupa, Asyanın zenginliklerinden faydalanmak için bir yol arıyordu. Avrupa demiryolları daha dokuz yaşında iken Osmanlı Devletinde demiryolu yaparak Hindistan'a ulaşılma fikri uyandı. Böylelikle Hindistan İngilizlerin egemenliğinde bulunacak ve Rusya'ya karşı Hindistan'ı koruyabilecekti. İngilizler buradan da sonuç olarak Osmanlı Devletinin üzerinden kolayca öncelikle Hindistan'a daha sonra da bütün Asya ülkelerine mallarını götürecek ve oradaki ürünleri de kendi ülkelerine taşıyabilmek için, Akdeniz'i Basra'ya bağlayacaktı.
- Hindistan ve bütün Asya ülkelerini Pazar haline getirirken, Osmanlı Devleti'ni Pazar haline getirecekti.
- Osmanlı devletinin zengin yer altı ve yer üstü kaynaklarını kullanabilecekti.
- Osmanlı devleti toprakları içerisinde kalan Hıristiyanlık aleminin kutsal yerlerini tekrar ele geçirecekti.
- Yapılacak demiryolu, savaş sırasında asker ve cephane sevkinde çok önemli rol oynayarak savaşlarda Osmanlının en büyük gücü olacaktı.
- Demiryolları sayesinde bütün bölgeye ulaşılarak, vergiler daha düzenli toplanabilecek ve kötü giden mali durum biraz olsun düzelebilecekti.
- Demiryolları sayesinde tarım alanları genişleyecek; üretim artacak ve bütün imparatorluğa üretilen mallar ulaşabilecekti. Bu da paralelinde ekonominin canlanması demekti.
- Demiryolları insan ve mal ulaşımını kolaylaştıracak, iç ve dış ticaret canlanacaktı.
- Arabistan, Mezopotamya, Mısır ve Suriye gibi uzak bölgelerdeki değişik uyrukların isyanları demiryolu sayesinde hızlı bir şekilde asker sevkiyatı

yaparak bastırılıp, egemenliği kurduktan sonra alınan vergilerle mali yapı düzeltilecekti.

Almanya Bağdat hattının yapımını alarak, hem İngiltere ile Hindistan arasındaki yolu kesiyor ve böylece İngilizlerin en büyük amacı olan Hindistan'a inme planını bozarken, hem de ilerideki bir savaş durumunda Türkiye'yi en büyük müttefiki haline getiriyordu (Conker, 1935).

Osmanlı 1839 yılında Tanzimat'la beraber Avrupa'ya yüzünü dönünce limanlar açılmış ve emperyalist devletlerin iç pazarlara hakim olmak için aralarında rekabet oluşmuştur. Tanzimat'ın ilanından, Kırım Savaşı'nın sonu olan 1854 yılına kadar Osmanlı'ya demiryollarının sadece ismi girmiştir. Bu dönemde Avrupalılar Osmanlı devleti ile temasa geçmişler ve hükümete projeler sunmuşlardır. Kırım savaşında Osmanlı'nın iki müttefiki İngiltere ve Fransa sermaye ve kârlarını artırmak için Osmanlı Devleti'nde demiryolu inşaatına başlamışlardır (Çolak, 1997) .

Osmanlı İmparatorluğu'nda inşa edilen ilk demiryolu, İskenderiye- Kahire arasındadır. 1837 yılında başlayan bu hat, Mısır Valisi Kavalalı Mehmet Ali Paşa ile İngilizlerin zorlaması sonucu yapılmaya başlamıştır. Ancak İskenderiye- Kahire arası demiryolu yapımına uzun bir dönem ara verilmiş, ancak 1854 yılında bitirilebilmiştir. 1869 yılında Mısır demiryollarının uzunluğu 1.300 kilometreyi aşmıştı. 1905'de 4.400 kilometre ile Mısır dünyanın en yoğun demiryolu ağlarından birine sahip olma unvanını elinde tutuyordu. Osmanlı Devleti'ndeki ikinci demiryolu inşaatı ise Rumeli'de Çernavoda - Köstence arasındaki 66 kilometrelik yoldur. Bu hat tarımsal potansiyeli değerlendirmek üzere yapılan ilk demiryolu hattıdır. İngiltere'ye yapılan hububat ihracatını ucuzlatmak için döşenmiştir. Bu hat Aralık 1882 tarihinde Romanya Hükümeti tarafından 1.560.000 Frank karşılığında satın alınmıştır. Daha sonra da 220 kilometrelik Varna-Rusçuk hattı tamamlanmıştır. Bu hat 1886'da Bulgar Hükümetince satın alınmıştır (Pamuk, 1994).

1.1.3. Osmanlı Döneminde İnşa Edilen Demiryolu Hatları

1.1.3.1. İzmir-Aydın Demiryolu

19. yüzyılın Anadolu'yu etkileyen en önemli olayı Avrupa sermayesi tarafından inşa edilen demiryollarıdır. 1820'li tarihlerden itibaren Anadolu'nun kıyı bölgelerinin Batı Avrupa ile ticareti büyümekteydi. Verimli ovaların bulunduğu Anadolu kıyıları Avrupa ülkeleri tarafından cazip hale gelmişti.

İzmir-Aydın hattının Anadolu'da inşa edilen ilk demiryolu olması planlı bir düşüncedir. İzmir şehri; Anadolu'nun ve Ege Denizinin tarım ürünlerinin dış pazarlara, dışardan gelen ürünlerin de iç pazara dağıtım merkezi ve büyük ticaret potansiyeline sahiptir. Limana ve stratejik konuma sahiptir. Büyük Menderes Ovası ise Anadolu'nun en fazla ihracatının yapıldığı bölgesi durumundaydı. Anadolu'nun en mühim ve mahsulü en yüksek arazisini boydan boya kat eden bu demiryolunun güzergahında her türlü hububat, sebze, meyve ve bir çok yer altı zenginlikleri bulunmaktadır. Bunun farkında olan İngiliz sermayedarlar, diğer emperyalist ülkelerden önde olabilmek için bu inşaata talip olmuştur (Pamuk, 1994).

Bunun sonucu olarak İzmir-Aydın demiryolunun imtiyazı 24 Eylül 1856 yılında 90 yıl süreyle İngiliz sermayesi ile kurulan İzmir-Aydın Demiryolu Şirketine verilmiştir. 130 kilometre olan bu hat İngiltere'nin Osmanlı'ya yönelik emperyalist politikaların bir yansımasıdır (Atik, 2006).

1.1.3.2. İzmir-Kasaba (Turgutlu) ve Temdidi Demiryolları

İngilizler, İzmir'den Kasaba'ya uzanan ikinci bir demiryolu yapımına başladılar. 4 Temmuz 1863 tarihinde Edward Price adlı bir İngiliz sermayedar, Osmanlı Hükümeti'nden % 6 kâr garantisiyle demiryollarının imtiyazını elde etti. Bu hatta yatırılan sermaye 20.000.000 franktı (Onur, 1953).

Bunun üzerine İzmir-Kasaba Demiryolu Şirketi kuruldu. 1864 yılında inşaata başlayan şirket 1867 yılında 92 kilometrelik İzmir-Kasaba hattını tamamladı. Demiryolu 1875 yılında Akşehir'e kadar uzatıldı. 1888'de garanti karşılığı olmaksızın Manisa ve Soma arasındaki 92 kilometrelik yapım ve imtiyaz

da verilmiş, Manisa- Soma hattı 1890 yılında işletmeye açılmıştır (Özyüksel, 2000).

1.1.3.3. Rumeli Demiryolları

Tanzimat Dönemi Osmanlı yöneticileri, aydın ve bürokratların demiryolu yapımına gittikçe daha çok önem vermesi Osmanlı'yı yeni hatlar arayışına itmiştir. Yöneticiler demiryollarının önemini kavramışlar, demiryolu şebekesi ile askeri ve ekonomik getirilerini de göz önünde bulundurarak İstanbul'u, Balkanların belli başlı şehirlerine bağlayacak bir demiryolu ağının yapımı düşüncesini somut proje ve girişimlere dönüştürmüşlerdir (Engin, 1993).

Rumeli Demiryolları, Avrupa yolunda batının büyük devletlerini, kendisine örnek alan Osmanlı yöneticilerinin Avrupa ile irtibata geçme ve daha önce belirtildiği gibi ülkenin Avrupa topraklarında, meydana gelebilecek savaş ve isyanlar karşısında Osmanlı Avrupa'sındaki sınırlara en kısa zamanda kuvvet gönderebilmek kaygısından doğmuştur. Bu demiryolu sayesinde memleketin en verimli kısımlarını bulunduran Osmanlı Rumeli'sinin zengin kaynaklarının kullanılması ve Avrupa topraklarındaki zengin kaynaklardan faydalanarak mali durumun düzeltileceği düşünülmüştür (Engin, 1993).

Rumeli Demiryolları düşüncesi, devletin başkenti olan İstanbul'dan Balkan yarımadasını geçerek, İstanbul'u Tuna sınırlarına ve Avrupa demiryollarına bağlayacaktı. Bu hat sayesinde İstanbul, Edirne, Selanik, Üsküp, Filibe, Sofya, Niş, Belgrad birbirine bağlanacaktı. İnşaatı düşünülen Rumeli Demiryollarının uzunluğu, 2.000 kilometreyi buluyordu (Toydemir, 1956).

Davut Paşa ile Baron Hirş arasındaki görüşmeler sonucunda, 17 Nisan 1869'da Baron Hirş 2.000 kilometrelik demiryolunun inşasını ve işletmesi imtiyazını almıştır (Engin, 1993).

1.1.3.4. Hicaz Demiryolu

Demiryollarının Osmanlı Devletine girmesi ile birlikte Doğu ve Batı'yı

birbirine bağlamak, kutsal topraklar sayılan Mekke, Medine ve Kudüs'e ulaşmayı kolaylaştırmak amacıyla bir demiryolu inşaatı projesi düşüncesi İstanbul'da oluşmaya başladı (Gülsoy, 1994).

Cidde Evkaf Müdürü olan Ahmet İzzet Efendi 1891 yılında Şam'dan Medine'ye kadar getirilecek bir demiryolu hattının hac ibadetini kolaylaştıracağını, Hicaz'a yönelik iç ve dış saldırılara karşı önemli bir savunma gücü olacağını belirten raporunu II. Abdülhamit'e verdi. II. Abdülhamit'in ilgisini çeken bu rapor, incelenmek üzere bir komisyona havale edilir ve bir fizibilite çalışması yapılarak, bu çalışma kendisine sunulur. Derviş ve Ahmet Muhtar Paşaların da fikirlerini alan Abdülhamit 1 Eylül 1900 tarihinde resmi törenle inşaatı başlattı. (Özyüksel, 2000).

Demiryoluna 1,05 metre açıklıkta dar hatlı raylar döşendi. Diğer hatlara göre dar yapılmasının sebebi maliyetinin daha ucuz ve yapımının daha kolay olmasıydı (Gülsoy, 2000).

Demiryolu yapımına ilk Şam'ı Der'a arasında başlandı. 1903'de Amman'a, 1904 'de Maan'a varıldı. 1905'de de daha önce bir İngiliz kumpanyasına verilen Hayfa demiryolu tamamlandı. Der'a Hayfa'ya bağlanmış oldu. Bu bağlantı ile Hicaz demiryolu Akdeniz'e ulaşmış oluyordu. Demiryolu Maan'a vardıktan sonra inşaat ve işletme işleri birbirinden ayrıldı. İlk kez 1 Eylül 1905 yılında yolcu ve yük taşınmaya başlandı (Özdemir, 2000).

Hicaz demiryolu 31 Ağustos 1908'de Medine'ye ulaştı. Toplam 1.464 kilometreyi bulan Hicaz demiryolu II. Abdülhamit'in tahta çıkışının 33. yıldönümü olan 1 Eylül 1908 tarihinde yapılan resmi törenle işletmeye açıldı. Bu hat I. Dünya Savaşı'na kadar çok yoğun kullanılmıştır.

1.1.3.5. Anadolu-Bağdat Demiryolları

Sultan Abdülaziz, 1871 yılında İstanbul-Bağdat arası demiryolu hattını yapmak için bir irade yayınladı. Bu hat, yan hatlarla Basra Körfezi, Karadeniz ve Akdeniz'e bağlanacaktı. Devlet tarafından karşılanacak olan hattın Haydarpaşa'dan İzmit'e doğru yapımına başlandı. Haydarpaşa-İzmit hattı iki senede bitirilebilmiştir.

Durumu gören Abdülaziz, Wilhelm Von Pressel'i 1827 tarihinde İstanbul'a getirdi. Pressel'i Bağdat hattı ile ilgili proje hazırlamakla görevlendirdi. Ortaya çıkan projeye göre hat Haydarpaşa'dan başlayarak Ankara, Sivas, Musul ve Bağdat üzerinden Basra'ya ulaşıyordu. Maliyette kilometre başına 90.000 Frank hesap edilmişti. Osmanlı maliyesinin bu yükü kaldırması mümkün değildi. Haydarpaşa-İzmit hattının iki yılda bitirilebilmesi, yapımına başlanan hatların parasızlık yüzünden yarıda kalması, Pressel'e hazırlatılan devlet eliyle demiryolu yapım işi sona ermiş, Avrupa sermayesi olmadan bu hattın bitirilebilmesinin olanaksız olduğu anlaşılmıştır (Earl, 1932).

M. Kaulla ile Osmanlı Hükümeti arasında 1893'de Ankara-Kayseri ve Eskişehir-Konya hatlarının inşa ve işletme imtiyazları imzalanıyordu. Ankara ile Kayseri arası Alman şirketleri tarafından maliyetinin fazla olacağından dolayı inşa edilmemiştir. Eskişehir-Konya hattı hemen başlanmış, Fransız hattından önce Afyon'a ulaşmıştır. Eskişehir- Konya ve Kütahya iltisak hattı (445 km) 1896'da işletmeye açılmıştır (Çolak, 1997)

Anadolu Demiryolu şu şube hatlarından oluşmuştur.

Haydarpaşa-Ankara (576 km)
Feneryolu-Fenerbahçe (2 km)
Arifiye-Adapazarı (9 km)
Eskişehir-Konya (433 km)
Alayurt-Kütahya (10 km)

1898 yılında Alman İmparatoru Wilhelm'in Osmanlı Devleti'ne yaptığı ziyaret Osmanlı-Alman ilişkilerinde yakınlaşmayı sağlamıştır. Wilhelm, Anadolu Demiryolu şirketinin tahsis ettiği özel bir vagonla geziye çıkmış, Anadolu'nun içlerine kadar gitmiştir. Daha sonra da yatla Hayfa limanına geçerek gezisine Kudüs, Beyrut ve Şam illeriyle devam etmiştir. Bu geziler bir gövde gösterisine dönmüş ve Avrupa ülkelerinin tepkisini çekmiştir. Bu gezinin sonucunda

Haydarpaşa Limanı imtiyazı Anadolu Demiryolu şirketine verilmiştir (Özyüksel, 2000).

Aynı şirket, birkaç ay sonra Bağdat demiryolu için Babıaliye başvurmuştur. İngilizler de kilometre garantisi olmadan karşı başvuruda bulunarak işi engellemeye, sürüncemede bırakmaya çalıştılar. Oysa gelişmeler Abdülhamit'in imtiyazı İngilizlere vermeyeceğini gösteriyordu. Nitekim 25 Kasım 1899'da Konya'dan Basra'ya uzanan hattın yapım ve imtiyazı Deutsche Bank'a verildi. Ön sözleşme 23 Aralık 1899'da imzalandı. Kesin anlaşma ise üç yıl sonra 21 Ocak 1902 de imzalanmıştır (Çolak, 1997).

I. Dünya Savaşı çıkmış ve savaş sırasında askeri amaçlarla döşenmiştir. Toros ve Avanos tünellerini büyük kısmı bu dönemde açılmıştır. Savaşta Anadolu - Bağdat demiryolu, aradaki kesintili hatlardan dolayı verimli kullanılamamıştır. Savaş nedeniyle bitirilemeyen Bağdat demiryolunun Musul-Bağdat kısmının inşası Temmuz 1940'da tamamlanmış ve Haydarpaşa-Bağdat arasındaki ilk yolcu treni 17 Temmuz 1940'da hareket etmiştir.

1.1.4. Cumhuriyet Sonrası Demiryolları

Osmanlı İmparatorluğu döneminde inşa edilmiş olan demiryollarından Türkiye sınırları içerisinde kalan hatlardan 1.196 km.'si anlaşmalarla Türkiye Cumhuriyetine intikal etmiş, 2.780 km.'si de imtiyazlı şirketlerden o zamanki bedelle 336 milyon lira karşılığında satın alınmıştır (Özcan,1957).

Cumhuriyet'in ilan edildiği 1923 yılında milli sınırlar içerisinde, hepsi şirket ve yabancı malı olmak üzere, 4.018 kilometrelik bir şebeke vardır. Osmanlı Devleti'nde bunun % 67,5'i Alman, %19,8'i Fransız, %12,7'si İngiliz şirketlerce gerçekleştirilmiştir. Cumhuriyet hükümeti, bu şebekenin yarısını satın alıp millileştirdikten sonra bir o kadarını da kısa bir zamanda inşa etmeye ve işletmeye muvaffak olmuştur. Yani bugün devlet malı olan ve tamamen Türkler tarafından işletilen dört bin kilometreyi geçen bir devlet şebekesi ile şirketler elinde kalmış iki bin küsur kilometrelik demiryolu mevcuttur (Ferit, 1944).

Cumhuriyet döneminde sırasıyla Ankara-Sivas 602 km., Samsun-Sivas (Kalın) 378 km., Samsun-Çarşamba (dar hat) 29 km., Kütahya-Balıkesir 252 km., Fevzipaşa-Diyarbakır 504 km., Irmak-Filyos-Zonguldak 415 km., Ulukışla-Boğazköprü 172 km., Afyon-Karakuyu 113 km., Sivas-Erzurum 176 km., Isparta Şube hattı 13 km., Baladız-Burdur 74 km., Çetinkaya-Malatya 143 km., Yolçatı-Elazığ-Muş 263 km., Diyarbakır-Kurtalan 159 km., Köprüağzı-Maraş 28 km., Narlı-Gaziantep 84 km., Tavşanlı-Tunçbilek 13 km. ve Hadımköy-Kurukavak 11 km. olmak üzere banliyö, çift ve üçlü hatlar dahil Cumhuriyet devrinde 3.800 kilometre demiryolu inşa edilmiştir. Bu hatlardan Mudanya-Bursa ve Ilıca-Palamutluk hatları bugün sökülmüş bulunmaktadır (Ferit, 1931).

1.2. Ulaşım Sistemleri

1.2.1. Ulaşım Sistemlerinin Tanımı

Yer değiştirme gereksinimi ilk insanla birlikte ortaya çıkmış olup, gereksinimlerin gelişmesine paralel olarak yer değiştirme konusunda izlenen yöntemler de gelişmiş ve sonucunda birbirini bütünleyen çeşitli ulaşım türleri ortaya çıkmıştır.

Ulaşım; insanların, eşyaların, hayvanların ve diğer varlıkların yer değiştirmesine olanak sağlayan bir hizmettir.

Ulaşım alanında insanın ilk buluşu; içgüdüsü, sezgi gücü ve deneyleri yardımıyla bir cismin sürüklenerek çekilmesinin sırtta taşınmasından daha rahat olduğunu anlamasıdır. İnsan, sürüklenen cismin sürtünmeden zarar görmesini önlemek için, cismin sağlam bir malzemenin üzerinde taşınmasının (örneğin sağlam bir av derisi ya da dallardan örülmüş bir kızak) daha sağlıklı olduğunu görmüştür.

Daha sonra yuvarlak bir cismin yuvarlanarak daha kolay hareket ettiği fark edilerek ulaştırma alanının en önemli buluşu olan tekerlek keşfedilmiştir. İki tekerin birbirlerine bağlanması ve üzerine bir sandığın oturtulması yoluyla bugünkü modern otomobillerin atası kağnı ulaşım dünyasına çıkmıştır.

Tarihi araştırmalar, tekerleğin ve arabanın Mezopotamya'da, bir başka söylentiye göre de Türkler ya da Çinlilerce Orta Asya'da bulunduğunu göstermektedir.

Arabaların insanlar tarafından çekilmesinden sonra hayvanların güçlerine başvurulması biçimindeki gelişme, rahat bir çekim elde etmek üzere yoldaki düzensizliklerin giderilmesi biçiminde de sağlanmıştır.

1.2.2. Ulaşım Sistemlerinde Temel Beklentiler

Ulaşım Sistemleri kullanıcıları, ulaşım sistemlerinden aşağıda sıralanan 5 temel ihtiyacı karşılamasını beklemektedir.

Güvenlik: Taşınan insan, hayvan veya eşyalar, taşıma sırasında zarar görmemelidir.

Hız: Ulaşım sistemi, taşınacak varlığı en kısa zamanda istenilen yere götürebilmelidir.

Düzenlilik: Ulaşım sistemi taşınan varlığı, istenilen yere, önceden bildirilen zamanda götürebilmelidir.

Konfor: Özellikle yolcu taşınmasında, rahat yer değiştirme olanakları sağlanmalıdır.

Ekonomiklik: Taşıma işlemi yukarıda belirtilen gerekleri yerine getirmekle birlikte işlevini en ekonomik biçimde gerçekleştirmelidir.

1.2.3. Ulaşım Sistemlerinin Ortak Özellikleri

Ulaşım sistemlerinin yol, taşıt, enerji kaynağı ve yükleme-boşaltma tesisleri olmak üzere 4 temel ortak unsuru vardır.

Çeşitli ulaşım sistemlerinin karşılaştırılmasında öncelikle bu unsurlara dayanılır. Yol bakımından yatırım gerektiren ulaşım sistemi kara ulaşım sistemidir. Hava ve Deniz (Su) ulaştırma sistemlerinde doğal yol bulunduğu için yol yapma zorunluluğu yoktur. Öteki üç öğe farklılıklar göstermekle birlikte, ulaştırma türlerinin her biri de yatırımları ve harcamaları gerektirir.

1.2.4. Ulaşım Sistemleri Ve Ulaşım Sistemlerinin Diğer Özellikleri

Ortak öğelerini göz önüne alarak ulaştırma türlerini sınıflandırmak ve tanımlamak mümkündür.

Ulaştırma türlerinin serbestlik derecelerini ve altyapılarının doğal veya yapay olmasını esas alarak yapılan bir sınıflandırma Çizelge 1.1 ve Çizelge 1.2'de görülmektedir. Taşıtlar ait oldukları ulaştırma türlerine göre; yuvarlanma, kayma ve uçma hareketlerinden birini yapmaktadırlar.

Ulaştırma türleri serbestlik derecelerine göre sıralandığında, serbestlik derecesi düşük ulaştırma türlerinin hızlı, enerji açısından verimli ve küçük işletme maliyetli, fakat yüksek yatırımlı oldukları ortaya çıkmaktadır.

Ulaştırma türlerinin, ulaştırma dünyasında devreye girdikleri zamanları, başka bir anlatımla tarihsel gelişmelerini belirtecek olursak, en eski ulaştırma türünün denizyolu, en yenisinin ise havayolu olduğunu söyleyebiliriz.

Çizelge 1.1. Ulaşım Sistemlerinin serbestlik derecelerine göre sınıflandırılması

ULAŞTIRMA	TAŞIT			ALTYAPI	
TÜRÜ	İsim	Ulaştırma Tipi	Enerji	Yol	Yol Baş.ve Son. Donatı
DENİZYOLU	*Vapur* *Kargo*	*Yolcu* *Yük*	*Buhar* *Dizel*	*Deniz*	*Liman*
SUYOLU	*Peniş* *Chaland*	*Yük*	*Petrol Ürünleri*	*Irmak,Nehir* *Kanal*	*Liman*
DEMİRYOLU	*Araba* *Vagon*	*Yolcu* *Yük*	*Buhar,Dizel* *Elektrik*	*Demiryolu*	*Garlar*
KARAYOLU	*Otomobil,Otobüs* *Kamyon*	*Yolcu* *Yük*	*Benzin* *Dizel*	*Yol* *Otoyol*	*Karayolu* *Garları*
BORUHATTI	*Boru Hattı*	*Likit yada Likitleşebilen* *Tüm Yükler*	*Petrol Ürünleri* *Elektrik*	*Boru*	*Pompaj İstasyonları*
HAVAYOLU	*Uçak* *Yolcu Uçakla.* *Kargolar*	*Yolcu* *Yük*	*Petrol Ürünleri*	*Atmosfer*	*Hava Limanı* *Hava Alanı*

Çizelge 1.2. Ulaşım Sistemlerinin altyapılarına göre sınıflandırılması

ALTYAPI	**KILAVUZLAMA SERBESTLİK DERECESİ**	**HAREKETLİ ARACIN KONUMU**	**TAŞIMA TÜRÜ**
Yapay Kara	Rijit Klavuz	Asılı	Telesiyej Telekabin
		Yol Üzerinde	Demiryolu Metro Tramvay
	Esnek Klavuz	Yol Üzerinde	Troleybüs Otobüs Otomobil Bisiklet
Doğal (TerminalDışı)	Esnek Klavuz	Suda	Gemi
	Üç boyutlu serbestlik	Havada	Helikopter Uçak

1.3. Demiryollarının Tanımı ve Sınıflandırılması

1.3.1. Demiryollarının Tanımı

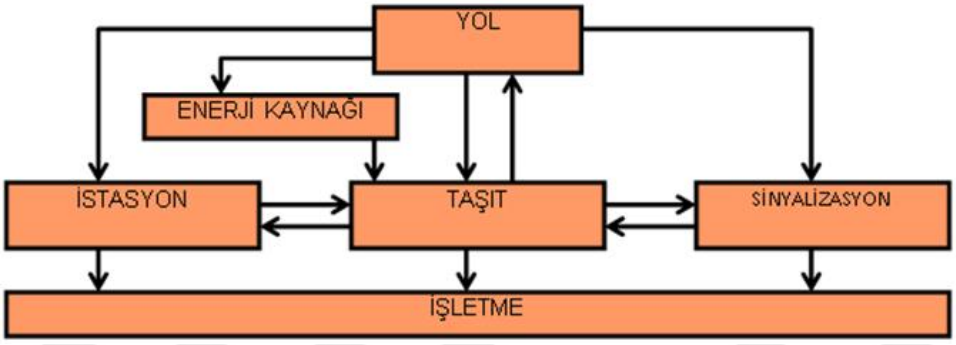
Çeken ve çekilen araçlardan oluşturulmuş, iki ray dizisi üzerinde hareket eden araçlar içerisinde yolcu ve yük taşınmasını sağlayan tesislerin tümüne birden Demiryolu denilir.

Hareket ettiren daima lokomotif, ona bağlı olarak hareket eden ise vagonlar olup insan ve yük ulaşımını sağlayan temel unsurlardır. Lokomotif ve vagonların hareket edeceği yer olarak yapılmış olan iki ray dizisi de yolu oluşturur. Ayrıca bu araçlara insan ve yüklerin yüklenip boşaltılmasını sağlamak üzere yapılmış olan diğer yan tesisler de demiryolu işletmesinin birer fonksiyonunu meydana getirir. Bütün bu unsurların birleşmesi sonucunda demiryolu ortaya çıkar. Bu unsurlardan

herhangi biri eksik olursa bu işletmeyi çalıştırmak veya rasyonel hale getirmek mümkün olamamaktadır.

Bu tanımlardan anlaşılıyor ki; demiryolu yalnız ray, travers ve balasttan ibaret olmayıp, bunlarla birlikte istasyon tesisleri, arabalar, emniyet ve sinyalizasyon tesisleri gibi taşıma işine yardımcı tüm tesislerin oluşturduğu bir bütündür. Demiryolunun taşıma işlemini gerekli niteliklerle sağlayabilmesi için taşımaya ilişkin tüm tesislerin yeterli ve uyumlu olması gerekir.

Çizelge 1.3. Demiryolu unsurları arasındaki ilişkiler



Çizelge 1.3 incelendiğinde, demiryolunu oluşturan tüm unsurların birbiriyle çok yönlü etkileşimler içinde bulunduğu görülecektir.

Bu unsur ve etkileşimlerden, teknolojik açıdan en önemlisi yol-taşıt etkileşimidir.

1.3.1.1. Yol-Taşıt Etkileşimi ve Bundan Kaynaklanan Özellikler

Ray ve tekerlek madenidirler. Bu nedenle rayla tekerlek arasındaki sürtünme azdır. Dolayısıyla aynı taşıma hizmeti için gerekli enerji miktarı düşüktür.

Rayla tekerleğin arasındaki sürtünmenin az olmasından dolayı demiryolu hatlarının eğimleri küçüktür. Küçük eğimli güzergahların araziye uyumu güç olduğundan yapım maliyeti yüksek olabilir.

Demiryolu taşıtlarının dingilleri sürekli birbirlerine paralel olduklarından küçük yarıçaplı kurplarda geçişte zorlanırlar. Bu nedenle demiryolu hatlarında kurp yarıçaplarının büyük olması istenir. Aksi halde geçiş güçlüğüne de bağlı olarak direnim kuvvetleri ve enerji tüketimi artar. Kurp yarıçapının büyüklüğü, rayın küçük yarıçaplara uygun olarak bükülebilmesi güçlüğünün de bir sonucudur.

Taşıt tekerleklerinin raylar üzerinde hareketlerinde raydan çıkmamaları ve hareket güvenliğinin sağlanabilmesi için tekerleklere buden denilen bir çıkıntı konulur.

Bu özellikleri çoğaltmak mümkündür. Ancak, özet olarak yol ile ilgili olarak ifade edilebilecek özellik; yolun eğiminin küçük, kurp yarıçapının da büyük olmasıdır (Büyüklük ve küçüklük karayoluna göre durumu belirtmektedir).

1.3.1.2. Demiryollarının Üstün Yanları

Demiryollarının belirgin niteliğinin, arabaların iki ray dizisi üzerinde kılavuzlanmış olarak yuvarlanması ve bu nedenle de madenin maden üzerinde yuvarlanmasıyla harekete karşı koyan direncin küçük olduğu olarak açıklanmıştır. Bu önemli özelliğin uygulama alanına yansıyan ve demiryollarının üstünlüğünü sağlayan hususlar şunlardır:

- Enerji tüketimi azdır.
- Hız yüksektir. 1956 yılında Fransa'da yapılan bir denemede 331 km/saat'le hız rekoru kırılmıştır. Bu konuda işletmede gerçekleştirilmiş en önemli örnek Japonya'daki Tokaido hattıdır (Tokyo-Osaka). Bu hat üzerinde 1964 Tokyo Olimpiyatlarından beri 210 km/saat hız uygulanmaktadır. Böylece 515 km.'lik uzaklık iki ara istasyonla 3 saat 10 dakikada alınmaktadır. Hızın 250 km/saate çıkarılması öngörülmektedir. Paris-Lyon projesi gerçekleştiğinde 300 km/saat hızla işletme sağlanmıştır.

- Güvenlidir. Ulaşım sistemlerindeki kaza sonuçlarını veren istatistikler demiryolların en güvenilir ulaşım sistemi olduğunu göstermektedir.
- Kapasite yüksektir. Gerek yolcu gerekse yük taşıma yönünden demiryolları kitle taşıma için en elverişli ulaşım sistemidir. Harekete karşı direnç çok küçük olduğundan ağır yükler küçük çekim güçleri ve az personelle taşınabilir. Bu yüzden:
    - banliyö trafiği
    - tatile gidiş v.b. gibi nedenlerle ani yükselme gösteren trafik
    - kitle halinde yük (örneğin: ham madde taşıma) halleri için demiryolları vazgeçilmez ulaşım sistemi durumundadır. Tokaido hattında bir günde bir yönde taşınan yolcu sayısı 350 bindir, öte yandan kapasite sınırını aşmaksızın büyük harcamalara gerek kalmadan taşınan yolcu ve yük miktarı arttırılabilir. Başka bir deyişle, trafik istemine kolayca uyabilir.
- Arazinin iyi kullanımına, yani çok az bir yer kaplamasına karşılık büyük yükler taşınmasına olanak sağlar.
- Arabaların raylarla kılavuzlanmasından ötürü otomasyona elverişlidir.
- Çekim sistemi bakımından teknik gelişmelere ayak uydurabilme olanağına sahiptir. Bu güne kadar buharlı, elektrikli, dizelli çekim kullanılmış olup, şimdi de helikopter motorlarından esinlenerek gaz türbinli motorlar başarı ile uygulama alanına girmiş bulunmaktadırlar.
- Özellikle meskûn bölgelerde elektrikli çekim sayesinde hava kirlenmesine neden olmamaktadır.
- Kötü hava koşullarından en az etkilenen ulaşım sistemidir.
- Ekonomik yönden ise demiryolları artan verimle çalışan kuruluşlardır. Yani trafiğin artması halinde doğacak giderler elde edilecek gelir yanında küçük kalır.

1.3.1.3. Demiryollarının Zayıf Yanları

Demiryolunun zayıf yanlarına gelince bunları iki noktada özetleyebiliriz.

- İnşa yatırımının pahalı olması. Bu durum demiryollarında rayla tekerlek arasındaki sürtünmenin az olmasından ötürü eğimlerin küçük bulunması, kurp yarıçaplarının büyüklüğü ve bu nedenle de bir yandan güzergah boyu uzarken öte yandan da toprak işleriyle köprü, viyadük ve tünel gibi sanat yapılarının artmasından doğar. Yapılan yatırımların artık geriye döndürülememesi yüzünden inşaat planlamasında dikkatli olmak gerekir. Ancak yüksek hızlara elverişli bir karayolu için de eğimlerin yüksek, kurp yarıçaplarının küçük olmaması gerekir ve böylece giderek demiryolu ve karayolu inşa yatırımlarının büyüklüğü arasındaki farklar azalmaktadır. Hatta bazı gelişmiş ülkelerde aynı platform üzerinde birbirine paralel karayolu ve demiryolu inşası planlanmaktadır.
- Demiryollarının Rijitliği. Demiryollarında hareketin rayların kılavuzluğunda belirli bir eğri üzerinde olması zorunluluğu yararları yanında sakıncalı da olmaktadır. Çünkü bu durum özellikle işletme yönünden bazı zorlukları ortaya çıkarır. Aynı zamanda özel tesislerin gerekmesi, hem yatırım maliyetlerinin hem de işletme maliyetlerini arttırmaktadır.

1.3.2. Demiryollarının Sınıflandırılması

Demiryolları; işletmede kullanış amaçları, arazinin topografik durumu, inşa ediliş tarzı vb. bakımlardan sınıflandırmalara tabi tutulabilir.

1.3.2.1. Kullanılış Amaçlarına Göre Demiryolları

1.3.2.1.(1). Ana Yollar

(1. derece yollar) İktisadi, siyasi, kültürel merkezler arasında inşa edilen yollar olup istasyonlar arasında kullanılan yollara ana yollar adı verilir. Bunların

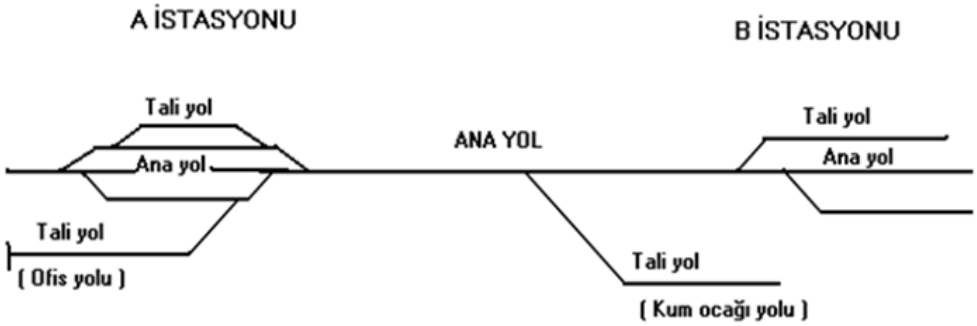
dışında istasyonlar içindeki yollardan doğru geçecek trenlerin seyrinde kullanılan yollara da ana yollar (Hattı Cari) denilir.

1.3.2.1.(2). Tali Yollar

(2. derece yollar) İstasyonların içinde bulunan, trenlerin hazırlanmasında, buluşma ve öne geçmeleri vb. durumlarda kullanılan yollar ile belli kurum ve kuruluşların hizmetlerini gören (ofis yolu, kum ocağı yolu vb.) yollardır.

İltisak Hattı: Gerek istasyon dahilindeki hatlardan, gerekse hattı cariden ayrılmak suretiyle 3. şahıs arazilerine (malzemesi 3. şahıs veya TCDD'ye ait olmak üzere) yapılmış hatlara iltisak hattı denir.

Özel Hat: Mevcut istasyon sahaları veya TCDD'ye ait kamulaştırma alanları içerisinde, bedeli gerek TCDD, gerekse 3. şahıslar tarafından karşılanmak suretiyle yapılan yola (buna ilişkin yükleme-boşaltma tesisleri bulunanlar dahil) özel hat denir.



Şekil 1.1. Kullanılış amaçlarına göre demiryollarının şematik gösterimi

1.3.2.2. Arazinin topografik durumuna göre demiryolları

- Eğimleri ‰ 4'ü geçmeyen demiryolları (Düz arazi demiryolları)
- Eğimleri ‰ 4 - ‰ 15 arasında olan demiryolları (Arızalı arazi demiryolları)

- Eğimleri ‰ 15 - ‰ 25 arasında olan demiryolları (Dağlık arazi demiryolları)
- Eğimleri ‰ 25'den fazla olan demiryolları (Dağ demiryolları)

1.3.2.3. Demiryolu İnşası Yönünden Demiryolları

1.3.2.3.(1). Hat Genişliklerine Göre

- Dar Hat Demiryolları: İki ray arasındaki genişlik 1.435 mm.'den daha küçük olan demiryollarıdır. 595-600 mm, 750-785 mm, 1.000-1.050 mm gibi.
- Normal Hat Demiryolları: İki ray arasındaki genişlik 1.435 mm. olan demiryollarıdır. Dünya demiryollarının %71'ini teşkil eder.

1.3.2.3.(2). Hat Adedine Göre

Tek hat, çift hat, üç hat vb.

Bunların dışında, çekim kuvveti kaynağı ve bunun uygulama biçimi açısından da bir sınıflandırma yapılabilir. Eğer treni oluşturan arabalar dizisi, üzerinde çekim kuvvetinin üretildiği özel arabalar yani lokomotiflerle çekiliyorsa buna lokomotifle çekim denir. Aksi halde otoray ya da otomotrisler söz konusu olur. Çekim kuvveti lokomotif içindeki buhar makinesi yardımıyla elde ediliyorsa buharlı çekim, dizel motoru ile elde ediliyorsa dizelli çekim, elektrik akımı yardımıyla elde ediliyorsa elektrikli çekim söz konusudur.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Tez çalışmasının bu bölümünde ilgili kaynaklarda yayımlanmış önceki çalışmalar özetlenmiştir.

Moavenzadeh (1976), üstyapı performans tahmini yapabilmek için bir model ortaya koymuştur. Ortaya koyduğu modelde başlıca bozulma nedenlerini deformasyon ve çatlaklar olarak tanımlamıştır. Fiziksel özellikler ve üstyapı geometrisi, yük ve çevre koşullarını ise üstyapı bozulmalarına etki eden etmenler olarak tanımlamış ve çalışmasında bir hasar formülasyonu geliştirmiştir. Ortaya koymuş olduğu model, hizmet yeteneğindeki değişimi tahmin etmektedir. Modelin önemli bir parçası bakım ile ilgilidir.

Witczak (1976), üstyapı sistemlerinin yorulma çatlakları için sunduğu raporda portland çimento betonu, çimento katkılı malzeme, kireç-çimento-uçucu kül karışımları, kireç-uçucu kül, kireç katkılı malzeme, çimento emülsiyonları, asfalt emülsiyonları ve asfalt betonunun yorulmasına bağlı öncelikli araştırma olarak öne çıkmıştır. Bu nedenle gelecek çalışmalar için ana sonuçlar, malzeme tipine rağmen yönetim sistemi ve üstyapı tasarımında kullanılabilen bozulma-performans modelinin geliştirilmesi üzerine odaklanmıştır. Sonuç olarak laboratuvar tipi incelemelere rağmen arazi performans çalışmalarının daha uygun olduğu düşünülmektedir.

Jung vd. (1976), yapmış oldukları çalışmada bir üstyapı performans modeli geliştirmişlerdir. Daha evvelki başarılı uygulamalardan elde edilen verileri kullanarak yaklaşımı formüle etmişlerdir. Yaklaşımda, üstyapı performansının ana bozulma mekanizmaları olan trafik yükleri ve çevre koşullarından etkilendiği savunulmaktadır. Bu mekanizmaları tanımlamak için alt modeller geliştirmişlerdir. Bu modeller daha sonra bir başka modelde bütünleştirilmiştir. Ortaya koydukları bu yöntem, farklı kesimlerde de uygulanabilmektedir.

Steiner ve Lynch (1980), çalışmalarında üstyapı bakımında kullanılabilmesi için bir fayda/maliyet yaklaşımı geliştirmişlerdir. Girdi verisi

olarak YOGT, yol durumu envanteri, taşıt işletme ve seyahat süresi maliyetleri ile yol bakım maliyetleri kullanılmıştır. Faydalar ile maliyetler oranlanarak bakım önceliği saptanmıştır.

Pedigo ve Hudson (1982), yapmış oldukları çalışmalarında, ağ düzeyinde daha da basitleştirilmiş düzeyde bir ÜYS ifade etmişlerdir. Burada sadece ÜYS için zorunlu özellikler bulundurulmuştur. Sistemin ağ tabanlı öncelik değerlendirmesini gerçekleştirmesi için nasıl kullanılabileceği, bir örnekle ortaya konulmuştur. Yapılan çalışmanın sonuçları, önceki modellerle karşılaştırılmış ve daha iyi sonuçlar verdiği gösterilmiştir.

Kohn ve Shahin (1982), askeri alanda kullanılmak amacı ile geliştirdikleri PAVER ile ÜYS'nin performansının ekonomik çözümlerini ortaya koymuşlardır. Bu sistem, yönetim verilerini saklama, erişim, üstyapı ağ tanımı, üstyapı durum puanlaması, proje öncelikleri, inceleme takvimi, mevcut ve gelecek ağ durumu, bakım ve onarım gereksinimlerinin belirlenmesi, ekonomik çözümün performansı ve bütçe planlamasından oluşmaktadır. Araştırma alanından elde edilen veriler ekonomik çözümlemede kullanılmıştır. İki yıllık veriler dört aylık periyotlarda değerlendirilmiştir. Yıllık olarak maliyetler ve süreler tahmin edilmiş ve sonuçta, PAVER yönteminin uygulama maliyetinin, diğer yöntemlerin yaklaşık % 30'u kadar olduğu belirtilmiştir.

Haas ve Cheetham (1982), üstyapı bakım ve rehabilitasyonu için harcamaların, iki farklı çalışmanın en iyi kombinasyonu ile sağlanabileceğini savunmuşlardır. Bilinen bütçe kısıtları altında önceliklerin ve herhangi bir program periyodunda bakım, rehabilitasyon yöntemlerin belirlenmesi için tanımlandığı ifade edilmiştir. Üstyapı durumu, hizmet yeteneği, trafik, birim maliyetler, yapısal yeterlilik ve diğer bilgilerin toplanması yöntemin ilk adımları olmaktadır. Bakım programlaması, maliyet bedelinin maksimizasyonu kullanılarak bütçeyi esas alır ve böylece farklı bakım yöntemlerini değerlendirir. Rehabilitasyon programlamasında da benzer seçenekler değerlendirilir ve bu periyotta faydaları maksimum yapan yıllık öncelik listeleri oluşturulur. Toplam maliyetlerin verilen bütçeyi geçmemesi

gerekir.

Shahin ve Becker (1984), Amerika'daki bir havaalanından elde edilen verileri kullanarak bir üstyapı performans tahmin modeli geliştirmeye çalışmışlardır. Üstyapı Durum İndeksi (PCI) adında bir model geliştirmişlerdir. Bu model esnek ve rijit üstyapılar için de kullanılabilmektedir. Ortaya konulan model diğer benzer çalışmalardaki modellerle kıyaslanmış ve sonuçta onlardan daha iyi sonuç verdiği ortaya konmuştur.

Sharaf ve Sinha (1984a), yaptıkları çalışma ile olağan bakım maliyeti kullanarak bir model geliştirmek düşüncesi ile trafik verilerini kullanarak bir yöntem ortaya koymuşlar ve oluşturdukları bu yöntemi, seçtikleri örnek alana adapte etmişlerdir. Yapılan çalışma ile üstyapı bakım maliyetleri, üstyapı yaşı ve trafik düzeyi arasında bir bağlantı saptanmıştır.

Sharaf ve Sinha (1984b), çalışmalarında Indiana eyaletindeki karayolu ağı üstyapı bakım maliyetlerinin çözümlemesini yapmıştır. 1980-1983 yılları arası üstyapı bakım kayıtları veri tabanını oluşturmuşlardır. İlk başta her bakım, onarım uygulama maliyetleri değerlendirilerek toplam maliyet eğrileri belirlenmiş sonrasında ise, işçi ve malzeme kullanım değerleri yardımıyla elde edilen kaynak tüketim eğrileri çözümlenmiştir. Çalışma sonunda istatistiksel korelasyon çözümlemesi yapılarak gelecek yıllar için bakım düzeyi ile daha evvelki yıllar için bakım harcamaları arasında ilişki kurmuşlardır.

Gunaratne (1985), çalışmada üstyapı kesimleri bulanık üstyapı servis yeteneği indeksini kullanarak üstyapının bakım ihtiyaçlarına göre karayolu ağında gruplandırmıştır. Her bakım kategorisine uygun nitelikler belirlenmiş ve nitelik verilerinin seçilen kombinasyonları için öncelikli verileri içeren uzman bilgi tabanı karar vericilerle işbirliği içinde düzenlenmiştir. Sonuçta her bir üstyapı kesim için bulanık nitelik verilerinin, bu üstyapı kesimleri için sıralamaların özel setini oluşturmak için uzman bilgi tabanıyla nasıl bir etkileşim içinde oldukları görülmüştür.

Rada vd. (1985), çalışmaları ile proje düzeyinde en uygun üstyapı

stratejisini belirlemek için en etkin kriterin ömür-döngü maliyeti olduğunu savunmuşlardır. Ömür-döngü maliyeti ve maliyet-etkinlik yöntemini içeren bir modeli üstyapı yönetimi için ortaya koymuşlardır. Sonuçta, ömür-döngü maliyetinin çoğu stratejiyi etkilediği belirlenmesine rağmen en iyi seçimin daima en düşük ömür döngü maliyetini vermeyebileceğini göstermişlerdir.

Riggins vd. (1985), çalışmalarında üstyapı hizmet yeteneği indeksi ile tekerlek izi, timsah sırtı çatlak, boyuna çatlak ve enine çatlak gibi başlıca dört bozulma tipini kullanarak üstyapı performans tahmin modeli gerçekleştirmişlerdir. Sonuç olarak bu yöntemin esnek üstyapı tasarımında uygulanabilirliğini savunmuşlardır. Çalışmalarında performans tahmin yöntemi olarak S-şekilli eğrileri kullanmışlardır.

Colucci-Rios ve Sinha (1985), geliştirdikleri bir optimizasyon yöntemi ile ağ düzeyinde öncelikleri belirlemeyi amaçlamışlardır. Düzgünsüzlük ölçümleri ve trafiği, optimizasyon şemasında başlıca etkenler olarak nitelendirmişlerdir. Farklı tip yeniden yüzeylendirme çalışmaları modelde uygulanmış ve buna bağlı olarak performans modeli ortaya koymuşlardır. Aynı zamanda, ileri yıllardaki düzgünsüzlük tahminleri için bir regresyon işlemi kullanmışlardır. Bu model farklı bütçe senaryolarının etkisini çözümleyebilmektedir. Gelecek 5 yıllık periyotta optimal yeniden yüzeylendirme programını elde edebilmek için üstyapı kesimi ve yeniden yüzeylendirme stratejisinin ne olacağını tahmin edilebilmektedir.

Templeton vd. (1985), yaptıkları çalışma ile üstyapı ağının örneklenerek incelenmesinin, bu üstyapının hali hazır durumu hakkındaki bilgiyi vermede yeterli olacağını saptamışlardır. Bilgi toplamak için gereken zaman ve insan gücü miktarını indirgemek için örneklemeler kullanılmıştır. Yaptıkları bu çalışmada, farklı boyutlardaki örneklerden ulaşılan bilgilerin doğruluğu hakkında bazı sorulara cevap bulmak için Texas eyaletindeki üç ağın incelenmesinden elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda verilen doğruluk derecesi için gereken örnek boyutunun, aynı doğruluk düzeyinde ortalama bakım ve rehabilitasyon maliyetini tahmin etmede kullanılmak zorunda olan örnek boyutundan daha az

olduğunu ortaya koymuşlardır.

Carnahan vd. (1986), çalışmalarında üstyapı bozulmaları için en uygun bakım stratejilerini ortaya koymak amacı ile bir yöntem geliştirmişlerdir. Geliştirilen bu yöntemde, beklenen bakım maliyetleri minimize edilirken üstyapı performans gereksinimleri de karşılanacak şekilde planlanmıştır. Markov modeli optimizasyon için kullanılmıştır. Modelin kullanılabilirliği örnek veriler ile gösterilmiştir.

Fwa ve Sinha (1986), üstyapı performansı ile olağan bakım arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Bu parametrelerin ilişkilerini belirlemek için istatistiksel regresyon ve korelasyon analizlerini gerçekleştirmişlerdir. Kullanıcı maliyetleri için en önemli etkenlerin, seyahat mesafesi ve üstyapı performansı olduğunu saptamışlardır.

Lytton (1987), üstyapı performans tahmini ve modellemesi ifadelerini açıklamış, bunun yanında tahmin modellerini sınıflandırarak özelliklerini tanımlamıştır. Performans modelinin geliştirilmesi ve kullanımı için ortaya atılan yöntemlerden kısaca bahsetmiştir. Ayrıca, performans modellerinin kısıtlarından bahsederek ağ ve proje düzeyindeki kullanımını tanımlamıştır.

Markov vd. (1987), yaptıkları çalışmada üstyapı bakım ve rehabilitasyonuna yönelik dinamik kontrol kuramı ortaya atmışlardır. Geliştirdikleri bu kuramın, karayolu altyapısını yönetmekte etkin yöntem olduğunu kanıtlamış ve ayrıca, dinamik amaç fonksiyonu ve dinamik kısıtlar açısından üstyapı bakımı ve rehabilitasyonunu şekillendirdiğini gözlemişlerdir.

Murthy vd. (1987), çalışmalarında, otomatik model özellikleri ve otomatik model oluşturma tekniklerini içeren bir demiryolu simülasyon sistemi geliştirilmesini tartışmaktadırlar. Modelleme ortamında, düzen düzenleyici ve simge düzenleyicisinden oluşan GEM benzeri bir grafik kullanıcı arabirimi bulunmaktadır. Model oluşturucu, yalnızca bir demiryolu ağı bölümünün (örneğin bir demiryolu terminali) geometrik düzenini çizmekte ve böylece sinyallerin konumunu da içeren bir kısmi demiryolu modeli oluşturmaktadırlar.

Abrowitz vd. (1989), o tarihlerde yeni gelişmekte olan CBS'yi tanımlayarak, özellikle veri saklama ve kullanma özelliklerinin karayolu yönetim sistemlerinde nasıl kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Ortuzar vd. (1990), çalışmalarında, ulaşım sorunlarının özel tabiatına (ör. Normal stok yokluğu, Ulaşım altyapısının çöküşü) ve karar verme sürecine yer vermişlerdir. Ayrıca, toplam ve ayrık modelleme, kesit ve zaman serileri modelleri ortaya çıkarılmış ve belirtilen tercihler sunulmuştur.

Spring ve Hummer (1995), çalışmalarında, tehlikeli bölgelerin tanımlanması için kaza nedenlerine göre mühendislik bilgilerinin kullanımını göstermek için Guilford şehrinin mevcut detaylı haritaları (örneğin karayolu özellikleri ve geometrik unsurlarını içeren) ile CBS'yi birlikte kullanmışlardır. Genel amaç, yeni bir teknoloji olan CBS'nin özel problem veya problemleri çözmek için nasıl kullanılacağını göstermek için örnek bir çalışma yapmaktır. Kuzey Caroline'nın Kaza Kayıt Sistemi (Accident Record System-ARS) ve Guilford şehrinin mevcut harita verileri ile diğer çeşitli veriler birlikte kullanılmıştır. Bu proje, sınırlılıklar yönünden değerli veriler ve tehlikeli bölgelerin tanımlanması için kaza nedenleri hakkında mühendislik bilgilerinin kullanımının avantajlarını ve ARS için CBS uygulamalarının zorluklarını ve faydalarını göstermiştir.

Quiroga ve Bullock (1998) çalışmalarında, CBS ve global konum belirleme sistemi (GPS) kullanılarak seyahat süresi çalışması yapmak için yeni bir metodoloji tanımlamışlardır. Çalışma, veri toplama, veri azaltma ve veri raporlama işlemi kadar CBS/GPS metodolojilerinin üstünlüklerini de gösteren bir veri çözümlemesi örneğidir.

Spear ve Lakshmanan (1998), ulaşım planlamasında kentsel gelişim örüntülerinin nasıl olacağı, ulaşım sistemlerinin yapısı ve bölgesel yolculuk desenleri üzerine modeller geliştirmişlerdir.

White (1998), çalışmasında demiryolu araçları ile yolculuk sırasındaki dinamik etkileşimi değerlendirmektedir. Ölçümler zaman ve frekans alanında

analiz edilmiştir. Araç tasarımı, alt kat sertlik derecesi ve eğrilik derecesi gibi harici parametrelerin etkileri analiz edilerek hem araç yanıtı hem de ray geometri verileri için karşılaştırmalar yapılmıştır.

Coulter vd., (1999), özellikle metropoliten alanlarda yer seçimi ve gelişimi bölgesel ulaşım açısından değerlendirmişlerdir.

Thorsen ve Rusmussen, (1999), Kopenhag'da toplu taşımacılık faaliyetlerinin yürütülmesinde, CBS'den faydalanıldığını belirtmiştir. Sistem içerisinde ulaşım şebekesi ağı, otobüs hatları ve durakları, eğitim ve ticaret alanları gibi şehrin arazi kullanım alanlarının oluşturulduğundan ve sistemde toplu taşıma (otobüs) güzergâh analizlerinin, planlanmasının ve durak noktalarının belirlenmesi işlemlerinin yapılabildiğini belirtmişlerdir.

Medina vd., (1999), araştırmacıların geliştirdiği Fountain Hills, Arizona için coğrafi bilgi sistemi platformunu kullanarak örnek düşük hacimli ÜYS farklı bir açıdan tanımlanmıştır. Araştırmacılar birçok yazılım paketini araştırmışlar ve Arizona Devlet Üniversitesinde ÜYS için geliştirilen Yol Yüzeyi Yönetim Sistemi (Road Surface Management System – RSMS) yazılımını seçmişlerdir. Aynı zamanda CBS için MapInfo uygulamasını seçmişlerdir. Çünkü MapInfo öğrenmesi ve maliyeti açısından daha uygun bulunmuştur. MapInfo uygulamaları RSMS yazılımını kullanabilmektedir ve haritalarda üstyapı bakım ve rehabilitasyonunu aktarabilmektedir. Bu iki yazılımın etkili olarak ÜYS'ni uygulayabilir olduğunu ve CBS'nin grafiksel gösterimler ve analiz sonuçlarının iletimi konusunda kullanışlı olduğunu göstermişlerdir. Bu da araştırmacılara ve kullanıcılara CBS-ÜYS uygulamalarını geliştirme imkanı sağlamıştır.

Sadek vd, (1999), alinyiman doğrultusunu belirlemek için ihtiyaç duyulan ana kapsamları birleştiren CBS platformu tanımlamışlardır. Coğrafi bir biçimde referanslanmış bir veritabanı kullanılarak, alinyiman rotasının çok kriterli değerlendirmesi için karar destekli araçlar geliştirilmiştir. Muhtemel alinyimanlar, çevresel, zeminsel ve geometrik tasarım kriterleri esas alınarak değerlendirilmiştir. Geliştirilen karar destekli araç, eğim, stabilite, ArcInfo ve ArcView CBS paket

programları ile özel olarak yazılan kodlarla ve karayolu tasarım programları ile entegre edilmiştir. Örnek çalışma olarak, geliştirilen platformun Lübnan'ın Beyrut şehrinin güneyinde 12 km'lik bir karayolu için potansiyel alinyimanların testi için uygulaması sunulmuştur. Bu çalışmanın sonuçları, karar destekli araçların avantajları ve onun daha hızlı çalışmasının sağlanmasının önemi, muhtemel rota alinyimanlarının çok kriterli değerlendirmesini göstermiştir.

Amado (2000), üstyapı yönetim sistemlerinde değerlendirmeler yapmak amacıyla toplanan çok fazla verinin veri tabanlarında bilgi keşfetme tekniği (Knowledge discovery in databases - KDD) ile değerlendirerek, bu verilerden üstyapı kesimlerine ait gelecekte oluşacak durumunu tahmin etmeye yönelik bir çalışma yapmıştır. Çalışmasında, tekerlek izi, sürüş kalitesi, üstyapı bozulmaları, tabaka kalınlıkları gibi çok sayıda üstyapı verisini değerlendirerek, verileri toplanan bu kesimlere ait mevcut hizmet verebilme oranı (Present Serviceability Ratings - PSR) değerini tahmin etmeye yönelik bir model oluşturmuştur. Sonucunda üstyapı yönetim sistemlerinde kullanılan bakım ve onarım stratejilerinin belirlenmesinde üstyapıya ait tüm verilerin etkili olduğunu ve bu stratejilerin tahmininde bu verilerin kullanılması gerektiğini göstermiştir.

Madelin (2000), çalışmasında İngiltere'deki yolların bakım yönetimindeki gelişmeleri incelemiştir. Yazar yol bakımı yaklaşımında üç önemli değişimi incelemiştir. Birincisi, özel sektörden karmaşık ekonomiye olan yönelimdir. İkincisi, bakım yönetiminin yeni inşaat kadar dikkat edilmesini istemektedir. Son olarak bakım yönetiminin özel sektörde alınan herhangi bir iş kadar önemsenmesi gerektiğidir.

Shekharan (2000), çalışmasında AASHO yol testleri boyunca toplanan veriler analiz edilmiştir. Analizler olasılıklı süreklilik modelleme tekniklerinin kullanımına dayandırılmıştır. Çalışmada genetik algoritmalarla bozulma modelleri oluşturulmuştur. Çalışma AASHO modelinden farklı iki temel avantaja sahiptir. Bunlardan ilki istatistiksel ilkelere dayanmaktadır. Bu yüzden herhangi bir öznel değerlendirmeden uzak olduğu düşünülmektedir. İkincisi sonuçların gösterdiği

tahminin yaklaşık yüzde 35 standart hatayı azaltması orijinal eşitlikten daha iyi eşleşme sağlayan yeni bir metodun geliştirilmiş olmasıdır. Sonuç olarak çalışmasında üstyapı bozulma modellerinin doğruluğunu geliştirmek amacıyla bir potansiyele sahip olan olasılıklı süreklilik modelleme tekniklerine sahip olduğu görülmüştür.

Silva vd., (2000), ÜYS'nin temelinin gelecekteki üstyapı performansını tahmin etme yeteneği olduğunu düşünmektedir. Çalışmalarında ÜYS için çeşitli deterministik ve olasılıksal modeller tanımlamışlardır. Sonuçta her iki tür modelin de gelecekteki üstyapı durumunu tahmin etmede yetenekli olduğunu bulmuşlardır.

Vadakpat vd., (2000), Üstyapıların ömür döngü maliyet analizi (Life Cycle Cost Analysis- LCCA) işlemlerinin en önemlilerinden bir tanesi hem ağ düzeyi hem de proje düzeyinde bakım ve rehabilitasyon çalışmaları sırasındaki yol kullanıcı maliyetlerinin (Road User Costs – RUC) belirlenmesidir. RUC modelleri ödeme için tamamlanan bir proje için hesaba katılan zamanda daha da önemlidir. Çalışmalarında, FHWA tarafından geliştirilen daha önceden belirlenmiş bir mikroskobik trafik simülasyon programı (RUC.CORSIM) olan trafiğin mikroskobik tahminleri programı kullanılmıştır. Bu araştırma CORSIM'in çalışma alanlarında RUC'un belirlenebilirliğini kanıtlamıştır. Çalışmada geliştirilen modellerin, ağ düzeyi üstyapı inceleme kararlarında etkili olarak kullanılabilir olduğunu göstermiştir. Ek modellerin acenteler tarafından sıklıkla kullanılan trafik yönetim stratejileri için geliştirilebileceği düşünülmektedir.

Wang (2000), son yıllarda üstyapılara ait bozulma verilerini otomatik olarak toplayan sistemlerin esaslarını ve uygulama prensiplerini gelişim süreciyle birlikte açıklamış, bu sistemler hakkında genel bir değerlendirme yapmıştır. Çalışmada, üstyapının mevcut durumunu değerlendirmek üzere toplanan görüntü verilerinin 80 km/sa hızda, şerit genişliği 3,66 m kabulü ile yaklaşık saatte 91 GB (Gigabayt) olduğuna ve bu büyüklükteki veriyi değerlendirmek için kullanılması gereken bilgisayar donanımının çok gelişmiş olması gerektiğine dikkat çekilmiştir ve Japon Komatsu sistemi, ABD Üstyapı Durum Değerlendirme Servisi (U.S.

Pavement Condition Evaluation Services - PCES) sistemi, İsveç PAVUE sistemi, İsviçre Çatlak Tanıma Sistemi (CREHOS) ve Illinois Otomatik Yol Denetleme sistemleri genel olarak incelenmiştir. Ayrıca otomatik veri toplama sistemlerinde geciktirme zaman entegrasyon (Time Delayed Integration - TDI) teknolojisini kullanan kameralar ile eş zamanlı işlem yapabilen bilgisayarlar kullanılarak karşılaşılan birçok sorunun üstesinden gelinebileceği açıklanmıştır.

Zimmerman vd., (2000), çalışmada kullanılan yaklaşım varsayılan enflasyon tahminleri, zaman değer faktörü için doğru hesaplanması amacıyla öncelikli çoklu analizlerin üstyapı yönetiminde kullanılması gerektiğini savunmaktadır ve var olan yaşam boyu maliyet analizi kullanarak elde etmek için önerilerde bulunmuşlardır. Öngörülen yaklaşım FHWA teknik duyurusunda yapılan önerileri tatmin edici nitelikte karşılamaktadır.

Dueker ve Butler (2000), ulaştırma veri paylaşımı için bir model ve prensipler geliştirmiştir. Bu model, iştirakçiler, veri sağlayıcılar, veri ekleyiciler ve veri kullanıcıları arasında aydınlatıcı bir rol oynar. Hem bu model hem de bu prensipler, ulaştırma veri elemanları arasındaki ilişkileri tanımlayan bir CBS-ulaştırma veri modelini esas alır. Bu veri modeli, ulaştırma verilerinin paylaşımı için model ve prensiplerin geliştirilmesinde esası oluşturur ve istenmeyen kullanımı önler. İki merkezi prensip vardır. İlki, grafik, topoloji, pozisyon ve karakteristik özelliklerin çözümüdür. İkincisi ise, ulaştırma organları ve onların tanımlayıcıları için bir şemanın oluşturulmasıdır. Esas prensip ilgili objeler için grafik sunumlar dışındaki ulaştırma organlarını kapsayan yaygın bir veri modeline ihtiyaç duyulmasıdır.

Contini vd., (2000), önemli kaza risklerinin kontrolü ve yönetiminde modern bilgi teknolojileri ve özellikle de CBS'nin kullanımını tartışmışlardır. Çalışmada, yeni talepler, geliştirilen araçlarla desteklenmiştir. Tehlike kaynakları haritası, risk değerlendirmesi, risk yönetimi ve acil planlarla ilişkili araçların ana özelliklerini tartışmışlar ve örnekler vermişlerdir. Sonuçta, bu araçların kullanımlarındaki sınırlamalar ve gelecekte gelişmeleri için ihtimalleri

tartışmışlardır.

San Diego Şehir Planlama Bölümü, ESRI ArcInfo CBS ile entegre edilen trafik modeli prosedürlerini kullanarak gelecekteki yolları planlamaktadır.

Abouna (2000), sunumunda, ulaştırma planlamasında CBS uygulamalarını içeren ulaştırma planlaması çalışmalarını göstermiştir. Örnekler, trafik girdi ve çıktı modelinin saklama, görüntüleme ve analizi için CBS'nin nasıl kullanılacağını tartışmıştır.

Ziliaskopoulos ve Waller (2000) çalışmalarında, ulaştırma araçlarını birleştiren ulaştırma analizi, kontrol ve optimizasyon için bir bütünleştirici modeli tartışmışlardır. Ana odak, coğrafi sunumun özel konularından ziyade ulaştırma sistemleri için özel veri ve modeller arasında etkileşim olduğunu vurgulamışlardır.

Claramunt vd., (2000), araştırmalarında kentsel trafik verilerinin görselliği, işletmesi ve gerçek zamanlı entegrasyonu için yeni bir metot ve uygulanan çerçevenin denenmesine ve tanımlanmasına odaklanmışlardır. Bu entegre çerçeve İngiltere'de geniş bir kasabada geliştirilen deneysel orijinal bir örnek olarak uygulanmıştır. Yazarlar çalışmalarını OSIRIS (inter-Operable System for the Integration of Real-time traffic data) örneği bağlamında bu kavramları CBS'de Gerçek Zamanlı Trafik Verileriyle Birlikte Uygulanabilir bir Sistemin geliştirilmesine yönlendirmişlerdir. Önerilen metot ve uygulama önerilen yapı olarak OSIRIS örneği ile orijinal olduğunu göstermiştir. Yazarlar gelecek çalışmaların örnekleme amaçları için CBS gerçek zamanlı trafiğin örneklemesi ve geliştirilmesini içerebileceğini düşünmektedir.

Thill (2000) çalışmasında Coğrafi Bilgi Bilimi ve CBS araştırmalarının sınırlı perspektifinde ulaştırma CBS'sinin konseptine yer vermiştir. Çalışmadan çıkarılan sonuç gelişmekte olan bilgi teknolojilerinin uygulanmasının ulaştırma alanının özel gereksinimleri üzerinde yoğunlaştığıdır. Çalışma ulaştırma için gereken CBS'de mevcut araştırmaların baskın yönlerinin özetini içermektedir.

Parentela ve Cheoma, (2001), yük taşımacılığında CBS tabanlı model işletiminin, Güney Kaliforniya'nın ulaşım şebekesinde risk değerlendirilmesinin

yapılmasını sağlamak için gerçekleştirildiğini belirtmiştir. CBS tabanlı bu modelin, risk analizinde önemli kriterler olarak yıllık ortalama günlük trafiği, kaza verilerini ve ağır taşıt trafiğini kullandığını belirtmişlerdir.

Zhang vd., (2001), Texas Ulaştırma Bölümü Üstyapı Yönetim Bilgi Sistemi gibi var olan bir ÜYS'ye bir CBS'nin Entegre edilmesi, var olan ÜYS'ye sadece yazılımın yeni bir parçasını yüklemek ve onu yönetmek kadar kolay olmadığından Zhang vd. Texas Ulaştırma Bölümü'nde uygulamalı üstyapı yönetimini geliştirmek için CBS kullanarak kapsamlı ve pratik bir uygulama planının geliştirilmesini sunmuşlardır. Çalışmalarında Texas Ulaştırma Bölümündeki üstyapı yönetimi uygulamalarını desteklemek amacıyla CBS'nin uygulanması için anahtar tavsiyeler, temel bulgular ve araştırma işlemlerini özetlemişlerdir. Sonuç olarak mevcut verileri toplama yöntemlerinin, Üstyapı Yönetim Bilgi Sisteminin CBS ile daha etkili entegre edilebilmesi amacıyla yeniden düzenlenmesi gerektiği düşünülmektedir.

Kurar (2001), CBS'nin kavşak noktalarının grafik ekran üzerinden koordinatlı olarak takip ve kontrolünün sağlanmasında, zamansal kavşak programlarının yönetilmesinde ve kavşak sinyalizasyonunun bakım ve onarım müdahalesinin hızlandırılmasında ne derece etkili olabileceğini irdelemiş, konuyu İstanbul örneği üzerinde ele almıştır. Ulaştırma uygulamalarında (planlama, mühendislik ve işletme) yaygın bir biçimde kullanılan model, uzaysal-zamansal veri, modeller ve kullanıcıları birlikte getiren internet-tabanlı CBS geliştirilmesi ile ilgilenir. Bu sistem için fonksiyonel gereksinimler, internet araçları, büyük ölçekli veritabanları ve dağıtıcı hesaplama sistemleri gibi çeşitli teknolojilere izin veren düşünceleri dikkate alan ana hatlardır. Sistemi desteklemek için gerekli modeller kadar uygulama konuları da özetle tartışılmıştır.

Abaza vd., (2001), çalışmada kısıtlı bütçe altında optimum üstyapı durumunun verimi için makroskobik bir ÜYS oluşturmuşlardır. Sistem AASHTO tarafından geliştirilen servis yeteneği konseptiyle oluşturulan performans eğrilerinden gelecek üstyapı durumunu tahmin edebilmektedir. Sonuç olarak sistem

planlama, düzenleme ve bütçeleme açısından uzun dönem üstyapı rehabilitasyon ilkelerinin oluşturulmasında önemli düzeyde faydalı olmuştur.

Ay (2001), yapmış olduğu çalışmasında devlet yollarının güncel üstyapı ve yüzey durumlarını araştırmak için Antalya kentini seçmiş, değişik performans ölçütleri altında yol kesimlerini incelemiştir. Bu kesimler üzerinde mevcut durum çözümlemesi yapmış, gözlem ve fotoğraflama yöntemi ile üstyapıdaki bozulmaları elde etmiştir. Sonuç olarak araştırmış olduğu devlet yollarından yüzey bozulmalarının dağılımı ve miktarı ile Yıllık Ortalama Günlük Trafik (YOGT) değeri en yüksek olanı için ÜYS ortaya koymuştur.

Peng ve Huang (2000), çalışmalarında, web tabanlı ağ analizi ve veri tabanı barındıran bir coğrafi bilgi sistemi oluşturmuşlardır. Bu coğrafi bilgi sisteminde yapılan ağ analizleri sonucunda elde edilen veriler veri tabanına kaydedilmektedir ve bu veriler işlenerek web sayfasında yayınlanması sağlanmaktadır.

ILLIPIMS (2001), Illinois Üstyapı bilgisi ve yönetim sistemi (ILLIPIMS) ESRI ArcView® GIS 3.2 yazılımı ile geliştirilmiş bir yapıdır. Modifiye, raporlama, tahmin yürütme ve Illinois'in tüm bölge sistemi için üstyapı ve trafik bilgilerini analiz etme yeteneğine sahiptir. Sistem uzamsal bilgi kadar zamansal bilgileri de gösterir. Trafik mekânsal bilgisi, üstyapı onarım türü ve üstyapı kondisyonu sunumunu en iyi şekilde sağlar. Yıllara göre seçim yapılarak istenilen uzamsal bilgiler görüntülenebilir. Dahası, istenilen seçimlere göre güncel ve geçmiş verilerin harita olarak ve bilgi ekranında görüntülenmesini sağlar.

Akın ve Eryılmaz (2001), coğrafi bilgi sistemi (CBS) destekli bir trafik kaza analizinin nasıl yapılabileceği ve kaza verilerinin coğrafi konum ve saha verileri ile birlikte beraberce değerlendirilmesinin mühendisler ve uzmanlar açısından ne gibi bir önem arz ettiğini örneklerle anlatmışlardır. Kaza sayısı yüksek olan yerlerin tespiti, kazaya sebep olan faktörlerin belirlenmesi için kaza noktalarının detaylı fonksiyonel değerlendirilmesi, genel kaza eğiliminin ve sebeplerinin neler olduğu, benzer bilgilere daha fazla vâkıf olabilmek için kazalarla

ilgili çeşitli faktörlere ait genel istatistiksel kriterlerin geliştirilmesi, çok sayıda kaza meydana gelmeden önce tehlike yaratan yol ve trafik kontrolü elemanlarının tespit edilmesini sağlayacak metotların geliştirilmesi ve trafik kaza istatistiklerinin CBS ortamında elde edilmesi konusunda örnek bir çalışma yapmışlardır.

Esveld (2001), yaptığı çalışmada, Demiryolu altyapısının rijitliğinin önemine değinmiştir. Altyapının rijitliğini sağlayan raylar, traversler ve balast gibi hat bileşenlerinin ekonomik ömürlerini, etkilerini incelemiştir.

Esveld (2001), çalışmasında demiryolu altyapısının kontrolü hakkında bilgiler vermiş, konu hakkında yeniliklerden bahsetmiştir.

Uddin vd. (2001), çalışmalarında, Küresel Konumlandırma Sistemleri (GPS) alıcıları ile birlikte yenilikçi bir uygulama olan hava lazer ve hava fotoğraflarının, Karayolu koridorlarının, havaalanları ve ilgili ulaşım altyapısı varlıkları yönetiminin etkin maliyet yönetiminden bahsetmişlerdir.

Arampatzis vd. (2002), çalışmalarında çevre, trafik ve enerji gibi alanlarda CBS bazlı karar destek sistemi ile ulaşım politikalarının belirlenmesini ele almıştır.

Wittwer vd. (2002), çalışmalarında, Demiryolu Varlık Yönetim Sistemi olarak adlandırılan Bilgisayar destekli hat bakım yönetim sistemi oluşturmuşlardır. Demiryollarında varlıkların yerlerinin belirlenmesiyle ilgili yöntem detaylarını ortaya koymuşlardır.

Terzi ve Karaşahin (2002), çalışmalarında coğrafi bilgi sistemlerinin çalışma prensipleri hakkında kısa bilgiler verdikten sonra, ulaştırma mühendisliği ile ilgili çeşitli uygulamaları kısaca tanıtmışlardır. Bu uygulamalardan, trafik bilgilerinin çevrimiçi olarak elde edilmesi, trafik kaza analizleri, kavşak kontrolleri, döküm çalışmaları, ulaştırma planlaması, coğrafi bilgi sistemi ile global pozisyon sisteminin (GPS) entegrasyonuna değinmişlerdir.

Karaşahin ve Terzi (2003), çalışmalarında Isparta-Antalya (Dereboğazı), Isparta-Burdur ve Burdur-Antalya şehirlerarası devlet yollarında 1996-1999 yılları arasındaki kaza kara noktalarının coğrafi bilgi sistemi ile çeşitli analizlerini yaptıkları çalışmalarda bulunmuşlardır.

Shaw ve Xin (2003), arazi kullanımı ve ulaştırma etkileşiminin karmaşıklığını ve dinamik bir süreç olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmalarında CBS tasarımının avantajlarını bir örnekle açıklamış ve arazi kullanımı ile ulaştırma arasındaki etkileşimin CBS kullanımı ile nasıl arttığını göstermişlerdir.

Jain vd. (2003), Hindistan'ın sahip olduğu 3,3 milyon km uzunluğunda karayolu ağı sayesinde yolcuların istedikleri noktalara ulaşabilmekte olduklarını ifade etmiş ve bu karayolu ağının bazı zorunlu durumlarda; ağ üzerindeki yapısal eksiklikler, bakım ve onarım çalışmaları nedeniyle kullanılamadığını vurgulamıştır. Bunun sonucunda trafik akışında bazı olumsuzluklar meydana geldiği, bu karayolu ağının bakımı ve onarımı için büyük miktarlarda lojistik ve parasal kaynak gerektiği, karayolu ağından istenilen şekilde faydalanılabilmesi için bilimsel metotlara dayalı olarak geliştirilmiş yönetimlerin mevcut olduğu anlatılmıştır. Çalışmalarında pilot bölge kapsamında gerçekleştirilmeye çalışılan CRRI; ÜYS ve veri bankası anlatılmıştır. Son yıllarda gelişen CBS teknolojisi üstyapı yönetiminde de kullanılmaya başlandığı vurgulanmıştır. Bu çalışmada ÜYS de CBS'nin kullanılması irdelenmiştir. CBS'nin mekâna bağlı üstyapı verilerinin hazırlanmasında, gösterilmesinde, analiz edilmesinde ve yönetilmesinde büyük kolaylıklar sağlayan önemli bir karar destek sistemi olduğu, özellikle üstyapı yönetimi karar alma sürecinde mekânsal analizler yapılarak birçok faydalı bilgi elde edilebileceği anlatılmıştır. Üstyapıların birçok açıdan mekâna bağlı coğrafi öğelerden oluştuğu, Üstyapı yönetiminde karar aşamasında sadece üstyapıya ait coğrafi verilerin elde olmasının yeterli olmayacağı önemli olanın elde edilmiş olan coğrafi veriler ile diğer parametrelerin birleştirilmesi sonucu yararlı bilgilerin elde edilmesi olduğu vurgulanmıştır. İşte bu noktada CBS'nin karar alma sürecinde daha sağlıklı sonuçların alınmasına büyük katkıda bulunacağını belirtmişlerdir.

Mantus (2003), çalışmasında; CBS'nin karayolu güzergâh tespit çalışmalarında kullanımını ele almıştır. Çalışmasında, öncelikle karayolu güzergâh tespitinde KGM'nin kullandığı mevcut metodu incelemiş ve bu inceleme sonucunda karayolu güzergâh tespiti için yeni matematiksel bir model geliştirmiş

ve örnek uygulama ile geliştirilen modeli test etmiştir.

Güler vd. (2004), çalışmalarında Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları (TCDD) şebekesinin; istasyonları, hat kesimleri, hatta meydana gelen trafik kazaları, bakım ve yenileme çalışmaları gibi bilgileri CBS ortamına aktararak bir veri tabanı oluşturmuş ve analizler gerçekleştirmişlerdir. Demiryolu yönetim sistemi içerisinde, karar alma sürecinde CBS'nin sağladığı faydaları vurgulamışlardır.

Uran, (2004), İstanbul ili için trafik kaza analizi çalışmalarının yapıldığını belirtmiştir. İstanbul ili için yapılan bu çalışmalarda, kaza sayısı yüksek olan noktaların tespitinin yapılabildiğini, kaza verilerinin coğrafi konumları ile kodlandıktan sonra, kaza sayısı yüksek olan noktaların tespit işleminin bir CBS programı ile çok kısa süre içerisinde gerçekleştirilebileceğini belirtmiştir.

Alpkokin vd. (2004), çalışmalarında, CBS tabanlı bir demiryolu trafik kazası bilgi sistemi geliştirme süreci anlatmaktadırlar. Türkiye Demiryolları (TCDD), Grafik veritabanı seçilerek, CBS üzerinde TCDD ağı ve nitelik veritabanı geliştirilmiştir.

Ergün vd. (2004), çalışmalarında İstanbul İlinin raylı sistemler ulaşım şebekesinin bilgilerini CBS ortamında toplatarak bir veri tabanı oluşturmuş ve bu veriler ile çeşitli analizler gerçekleştirmişlerdir. Yönetim sistemi için coğrafi bilgi sisteminin faydalarını vurgulamışlardır.

Güler vd. (2004), çalışmalarında Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları (TCDD) şebekesinin bilgilerini CBS ortamında toplatarak bir veri tabanı oluşturmuş ve bu veriler ile çeşitli analizler gerçekleştirmişlerdir. Demiryolları yönetim sistemi için coğrafi bilgi sisteminin faydalarını vurgulamışlardır.

Tuncuk (2004), çalışmasında Isparta ilindeki trafik kazalarının yoğun olduğu bölgeler ve kaza kara noktalarını coğrafi bilgi sistemleri (CBS) kullanarak tespit etmiştir. Arcinfo 7.21 programı kullanılarak digitizer ile sayısallaştırılan Isparta ili imar haritası üzerinde, tespit edilen kara noktalar ve kaza meyilli bölgeler gösterilmiştir. Isparta İli Trafik Bölge Müdürlüğü'nden alınan, 1998-2002

yılları arasında meydana gelen trafik kazalarının tespit tutanakları ile veri tabanı oluşturulmuştur. Trafik kazası çarpışma diyagramları ile coğrafi kodlama referans sistemleri kullanılarak topoloji kurulmuştur. CBS'nin kaza analizinde niçin kullanıldığı, çalışmada kullanılan veri tabanının oluşturulması ve kullanılan yöntem çalışmada gösterilmiştir.

Güler ve Çalışkan (2004), çalışmalarında Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları (TCDD) istasyonları, bölümleri, şebekesi ve 1995-2001 tarihleri arasındaki bakım ve yenileme çalışmalarını CBS ortamına aktararak bir veri tabanı oluşturmuş ve analizler yapmışlardır.

Kaçmaz ve Güler (2004), çalışmalarında Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları (TCDD) şebekesi ve üzerinde meydana gelen kazaları CBS ortamında görselleştirmişlerdir. Analizler yaparak demiryolu kazalarının azalması yönünde çözüm önerileri sunmuşlardır.

Bello, (2005), çalışmasında okul çağındaki çocuklar için kazaların nerelerde yoğunlaştığının araştırmasını yapmıştır. Bu çalışmada kazaların konumlarına göre kodlaması yapılmış ve GPS ve Pictometreler kullanılarak okullar etrafındaki hız sınır bölgeleri tespit edilmiştir.

Cromley (2005), çalışmasında emniyet kemeri ve kask kullanımı gibi koruma sistemlerinin önemini, kazaların medikal sonuçlarını değerlendirerek öne çıkarmaya çalışmıştır. Bu çalışmada CBS sayesinde Kaza Sonuçları Veri Değerlendirme Sistemi kurularak polis kaza raporları, hastane kayıtları Access veritabanı ve ArcView programının ortaklaşa kullanımıyla, kazaların medikal sonuçları koruma sistemlerinin eksik kullanımı ile ilişkilendirilmiştir.

Heinrich (2005), trafik kazalarının önüne geçmek amacıyla trafikten toplanan çok çeşitli verilerin CBS ile analizini yaparak artan trafik kazalarının nedenlerini araştırmıştır.

Salhotra (2005), CBS'nin değişik konumlardaki farklı verilerin entegrasyonu, alternatif rotaların değerlendirilmesi ve trafik akış şekillerinin gösterimdeki kullanım kolaylığından söz etmiştir. CBS sayesinde çeşitli durum

senaryolarını da değerlendirerek, tren yolu ağının kapasite ve performansını geliştirmeye yönelik yöntemler bulmada yardımcı olmuştur.

Filian ve Higelin (2005), çalışmalarında trafik mühendisliğinde yol kavşakları, tren yolu makasları, köprü ayakları, drenaj noktalarının piksel, trafik işaretleri, telefon kulübelerinin vb. yerlerin sub-piksel olarak CBS'de gösterildiği, bu farklılıklar sayesinde GPS'lerle toplanan verilerin ve özelliklerin bir arada gösteriminde kolaylık sağlayacağı anlatılmıştır

World Bank, (2005), Sırbistan'ın ulaşım güvenliğinin sağlanmasında CBS'nin kullanımı anlatılmıştır. Çalışmada yolların dijital haritalarının çıkartılmasında GPS'ler ve Maplnfo kullanılmıştır. Sırbistan Ulaşım Rehabilitasyon Projesinde verilerin toplanmasında, kaza kayıtlarının tutulmasında, ihtiyaca göre tablo ve haritaların oluşturulmasında CBS'nin çok fayda sağladığı görülmüştür.

Ding (2005), çalışmasında Trafik Analiz Bölgelerinin (TAZ) geleneksel ulaşım planlama analizlerine kılavuzluk ettiğinden bahsetmiştir. Bu bildiri ile konumsal veri yığınının alternatif TAZ bölgelerine etkileri araştırılmıştır. CBS ile ulaşım ve kullanım alanlarını ilişkilendirirken, bir yandan da interaktif kullanıcılarla şekillenen TAZ bölgelerinin yine CBS ile mümkün olan örneklemeleriyle değerlendirilmesi yapılmıştır. Sonuçta bu bölgelerin sayısının az olması durumunda konumsal verilerin çok olmasının ulaşım planlamasını olumsuz etkilediği gözlemlenmiştir

Blackstone ve Aquila (2005), CBS'de kullanılması amacıyla sayısal haritaların hazırlanması ve acil durum planlamasında kullanımını ele almıştır.

Griffiths (2005), çalışmasında nüfus yoğunluğu ve trafik verilerini ArcGIS CBS yazılımını kullanarak, bir ulaşım planlaması gerçekleştirmiş ve çeşitli sorgulama ve analizler yapmıştır.

Gualtieri ve Tartaglia, (2005), çalışmalarında trafik yoğunluğunun hava kirliliği üzerindeki etkilerini bölgenin özelliklerini de göz önünde bulundurularak CBS ile değerlendirmişlerdir.

Zhang vd., (2005), çalışmalarında tehlikeli madde taşımacılığında CBS

kullanımını değerlendirmişlerdir. Tehlikeli madde taşımasında risklerin değerlendirilmesi ve güzergâh tayininde CBS kullanımını ele almışlardır.

Armstrong vd., (2005), çalışmalarında egzoz emisyonlarının azaltılması çalışmalarında CBS'nin kullanımını ele almışlardır.

Xie, (2005), çalışmasında eğitim kurumlarının yoğun olduğu alanlarda CBS'nin modüllerinden olan network analiz ve en kısa güzergâh analizlerinin kullanımını ele almıştır.

Schuman (2005), çalışmasında Iowa'da gerçekleştirilen bir program kapsamında, GPS ve hava fotoğrafları yardımıyla CBS ortamında yol ulaşım ağının sayısallaştırılmasını ve kullanıma hazır hale getirilmesini ele almıştır.

Vitişoğlu vd. (2005), çalışmalarında Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları (TCDD) şebekesinin demiryolu hat ve istasyon bilgilerini CBS ortamında değerlendirmişler ve demiryolu yük taşımacılığını CBS ortamında analiz etmişlerdir.

Griffiths (2005), çalışmasında nüfus yoğunluğu ve trafik verilerini CBS içerisinde kullanarak bir ulaşım planlaması gerçekleştirmiş ve bu planlamayı analizler ve çeşitli sorgulamalar ile güçlendirmiştir.

Heinrich (2005), çalışmasında trafik kazalarını en aza indirmek için birçok trafik verisini coğrafi bilgi sistemi çerçevesinde toplayarak analizler gerçekleştirmiştir.

Çelik (2006), çalışmasında Zonguldak kent merkezine ait QuickBird Standart görüntüsü üzerinden eCognition V4.0,6 yazılımı altında nesne tabanlı görüntü analizi tekniğiyle yolların otomatik çıkarımını yapmıştır. Daha sonra CAD yazılımı altında 1/5.000'lik halihazır haritalardan elde edilmiş referans veri ile otomatik çıkarımı yapılmış görüntü verisi, MapInfo 7.0 Professional yazılımı kullanılarak CBS ortamında değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda kullanılan nesne tabanlı otomatik detay çıkarma tekniğinin, yol bilgisi çıkarmadaki başarısı ve eksiklikleri ortaya konulmuştur.

Güvenal (2006), araştırmasında Eskişehir kent merkezindeki ulaşım sorununa bağlı olarak, trafik kazaları verileri, CBS ve uzaktan algılama yardımıyla analiz etmiştir. Bu kapsamda belirlenmiş olan trafik kazalarının yoğun olduğu kritik noktalara göre, Eskişehir ulaşım planı kararlarının yeniden gözden geçirilmesi amacıyla yapılacak çalışmalar için önemli olan bilgiler oluşturmuştur. Çalışmada Eskişehir kenti örnek olarak kullanılarak ulaşım planlamasında CBS ve uzaktan algılama tekniklerinin önemi ortaya konmuştur.

Washington State Patrol (2006), CBS ve GPS'ler kullanılarak trafik kaza lokasyon kayıtlarının tutulduğunu ve bu sistemleri kullanarak elektronik veri toplama ve depolama uygulama çalışmalarının yapılarak, eldeki verilerin tek bir formatta birleştirildiğini ve bu işlemlerin sistemin işletiminde kullanım kolaylığı sağladığını belirtmişlerdir.

Spencer (2006), çalışmasında verilerinin tür ve konumsal özelliklerine göre analiz edilmesinde SQL Veritabanı formatı kullanılarak, ArcView masaüstü coğrafi bilgi sistemi programının kullanımını açıklamıştır.

Harner (2006), çalışmasında trafik güvenliğinin CBS ile değerlendirilmesini ele almıştır. Çalışmasında Virginia'daki yol işaretlerinin trafik kazalarına etkilerini araştırmıştır. Bu çalışmada metodoloji doğrultusunda işaretin simgesi ve işaretin mesajı göz önünde bulundurulacak şekilde iki farklı CBS çerçevesinde uygulamalar yapılmıştır. ArcMap Programında yollar, kaza noktaları ve işaret çeşitleri katmanları eklenerek, CBS ile çok çeşitli analizler yapabilmek mümkün olmuştur.

Storey (2006), çalışmasında trafik kaza bilgi sistemini oluşturmuştur. Veri tabanı, kazanın nedeni, kazanın coğrafi konumu, araç, sürücü ve kazazede bilgilerinin toplanmasıyla Access veritabanı ve Maplnfo CBS yazılımlarının kullanılmasıyla oluşturulmuştur.

Huang vd, (2006), tehlikeli madde taşıyan araçlar için rota planlaması ve network analizi yapmışlardır. CBS ortamında çeşitli senaryolar üzerinde çalışmalar yaparak tehlikeli madde taşımacılığında acil durumlarda meydana gelebilecek

olaylar değerlendirilmiştir.

Kentucky Highway Information System (2006), trafik ve sosyo ekonomik gibi birçok veri grubunu kullanarak CBS ile ulaşım planlaması gerçekleştirmişlerdir.

Ang ve Ling (2006), çalışmalarında Malezya'daki trafik kazalarının incelenmesinde trafik mühendislerinin kullandığı geleneksel yöntemler yerine yüksek trafik kazası riski taşıyan noktaların CBS kullanılarak belirlenmesini ele almış ve değerlendirmişlerdir.

Anderson vd (2006), "GlS-Traffic Planning Tools Project Report" başlıklı proje raporunda trafik kazaları ve ulaşım modeline yönelik bir araştırma yapmışlardır. Yapılan araştırma ile amaçlanan seyahat talebini lokasyona göre tespit etmeyi mümkün hale getirmişlerdir.

Serter (2007), çalışmasında çalışma alanı olan TCK 4. Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde bulunan taşocaklarına ait verilerin Coğrafi Bilgi Sisteminde depolanması, değerlendirilmesi ve yönetilmesini hedeflemiştir. Taşocaklarına ait toplanan veriler ile Taşocağı Bilgi Sistemi oluşturulmuş, Karayollarının geçtiği güzergâhlar ile taşocaklarının malzeme kalitesi için jeoloji analizi ve yeni yapılacak yol üstyapısı yapımı için kısa yol analizleri yapılmıştır.

Küçük (2007), çalışmasında Toplu Taşıt Doluluk Etüdü, Taşıt Doluluk Etüdü ve Hareketli Gözlemci Yöntemi kullanılarak Niğde il merkezi örneğinde CBS'ye bütünleşmiş bir ulaşım bilgi sistemi (UBS) tasarlamaya çalışmıştır. Niğde kent içi ulaşım sisteminin verimli çalışıp çalışmadığını ve trafik öğelerinin kent içinde trafik komposizyonunu ne şekilde etkilediğini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmada sorunların belirlenmesi, bu sorunları azaltacak gerçekçi ve uygulanabilir çözüm önerileri getirilmesi amaçlanmıştır. Bu sayımları mevcut metotlarla birleştirerek CBS'yi de kullanarak işlemleri daha kolaylaştıracak ve verileri görsel olarak ta göz önüne getirecek bir sistem oluşturulmuştur. Analizler CBS kullanılarak yapılmış ve bu analizlerden çıkan sonuçlar, sorunları en iyi şekilde nasıl çözülebilirliğine göre görsel olarak CBS'de tanımlanmıştır.

Karaş (2007), çalışmasında Dijkstra Algoritmasının çalışma prensibi ve matematiksel altyapısına değinmiş, üç boyutlu bir ağda otomatik olarak en kısa yolların hesaplanması ve coğrafi veritabanında bir araya getirilmesine yönelik olarak geliştirilen uygulamayı detaylandırmıştır. Çalışmasının sonucunda klasik ağ analizi uygulamalarının ötesinde, geliştirilen uygulama ile 3B bir ağ için graf yapısındaki verilerin coğrafi veri tabanında bir araya getirilmesi ve en kısa yolların otomatik olarak hesaplanması sağlanmıştır. Böylece bu veri alt yapısının kullanılmasıyla, büyük ve karmaşık yapılardaki 3B ağ analizlerinin etkin ve verimli bir şekilde yapılabileceğini göstermiştir.

Çınar (2008), çalışmasında kent içi taşımacılık problemleri üzerinde durmuş ve taksi ile ilgili ulaşım problemlerine çözüm olarak Ankara örneğinde CBS'den yararlanarak bir taksi çağırma servis modeli geliştirmiştir.

Alam vd., (2008), Dhaka Sylhet Ulusal Karayolunun (N2) dijital haritasının geliştirilmesi amacıyla insanların yaşam kalitesini yükseltmek için karayolu ulaştırmasının hafifletilmesi amaçlanmıştır. Karayolunun mevcut durumunu değerlendirmek için IRI, Üstyapı genişliği, Banket genişliği, Motorlu ve motorsuz araçlar ve köprüler gibi parametreler incelenmiştir. Sonuçta üstyapı durumunu değerlendirmede CBS'nin çok kullanışlı bir araç olduğunu göstermiştir.

Renc ve Güler (2008), çalışmalarında Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları (TCDD) makaslarını ve bilgilerini CBS ortamına aktarmışlardır. Böylece etkin bir makas bilgi sistemi ve yönetimini hedeflemişlerdir.

Adedimila vd., (2009), bir Üstyapı Bilgi ve Yönetim Sisteminde (ÜBYS) analizlerin Coğrafi Bilgi Sisteminde tematik olarak görüntülenmesi gündemdedir. Ancak Nijerya gibi yeni gelişen ülkelerde CBS kullanımı için gerekli bilgi ve donanımın eksikliğinden dolayı, basitleştirilmiş olarak Matlab ve ArcGIS programları kullanarak ÜBYS oluşturulmak istenmiştir. Böylece sonuçta kullanılan programlar aracılığıyla ArcGIS'ten alınan görüntüler Matlab programında tematik görüntülemede kullanılmıştır.

Arıca ve Uslu (2009) çalışmalarında KGM'de çalışmalarının daha verimli,

sağlıklı olması ve karayolları ile ilgili bilgilere ihtiyaç duyan diğer kurum, kuruluşlar ile yol kullanıcılarına daha iyi hizmet verebilmek amacıyla kurmakta olduğu Karayolu Bilgi Sisteminde CBS teknolojisini uygulama çalışmalarına başladığını belirtmiştir. Çalışmalar kapsamında karayolları coğrafi altlığı ve yol envanter veri tabanı oluşturulmuş olup söz konusu veri tabanından her türlü sorgulamanın, analizin yapılabilmesi ve kurum internet sitesinden yol kullanıcılarına daha görsel bilgi sunulabilmesi amacıyla web tabanlı uygulamaların geliştirildiğini ifade etmiştir. CBS teknolojileri kullanılarak oluşturulmakta olan Karayolu Bilgi Sistemi kapsamında yapılan çalışmalar sonucunda; KGM'nin ihtiyaç duyacağı temel verileri kapsayan coğrafi veri tabanı oluşturulmuştur. Karayolları ile ilgili bilgilere ihtiyaç duyan diğer kurum, kuruluşlar ile veri paylaşımına imkân sağlanmıştır.

Li ve Xie (2010), çalışmalarında karayolu bakım ve yönetim sistemi takvimini ve akış tablolarını CBS tabanlı oluşturmuşlardır. Sistem üstyapı durum değerlendirme sürecini işleyebilmekte ve tahminler model tarafından gerçekleştirilmektedir.

Pantha vd., (2010), çalışmada üstyapı eğim değişmezlik durumu için CBS tabanlı bir üstyapı bakım modeli oluşturmuştur. Çalışma CBS'nin karayolu bakım planlamasında karar verme sürecine yardım etmiştir.

Kerala State Transport Project (2011), dünya bankası destekli proje kapsamında, Kerala'daki Trafik Güvenliği Programı dahilinde yürütülen PMS ve CBS tabanlı ulaşım sistemi çalışmaları anlatılmıştır.

Morova vd., (2011), çalışmada Isparta ili 112 Ambulans istasyonlarının hizmet alanlarının sorgulanması ve ambulansların olay mahalline ulaşmalarında optimum güzergahın CBS ile belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada altlık olarak Isparta kent merkezine ait 1/5.000 ölçekli imar haritası UTM (Universal Transverse Mercator) projeksiyon sistemine göre koordinatlandırılarak sayısallaştırılmıştır. Yaklaşık 20 km^2 'lik çalışma alanı içerisindeki 112 ambulans hizmeti veren özel ve resmi sağlık kuruluşlarının lokasyonları Meridian Platinium el GPS'i ile tespit

edilerek Isparta iline ait sayısal haritalar üzerinde işaretlenmiştir. Hazırlanan bu haritalar Quickbird uydu görüntüsü ile örtüştürülmüştür. Sayısal harita üzerinde belirlenen her istasyon için sağlık merkezinin kapasitesini sorgulayacak seviyede veri tabanı ArcGIS 9.0 yazılımı kullanılarak hazırlanmıştır. Sağlık merkezlerinin kapasitelerine göre Voronoi Poligonları oluşturularak istasyonların optimum etki alanları belirlenmiştir. Ayrıca Isparta kent merkezine ait sayısal yol haritasının network topolojisi oluşturularak ArcGIS 9.0 yazılımı Network Analiz modülü aracılığıyla çeşitli senaryolara göre ambulanslar için optimum yol güzergahları belirlenmiştir. Tüm bu sorgulama ve analizler sonucunda gerekli görülen bölgelerde yeni 112 ambulans istasyon noktaları oluşturulması önerilmiştir.

Partheeban vd. (2012), çalışmalarında demiryolu istasyon bilgi ve yönetim sistemini CBS ortamında oluşturmayı amaçlamışlardır. Chennai şehri çalışma alanı seçilmiş ve bu şehirdeki istasyon bilgileri toplanmıştır. Çalışmada MapInfo ve Arcview CBS programları kullanılmıştır.

Korkmaz vd. (2013), çalışmalarında, Coğrafi Tabanlı Karayolları Bakım Yönetim Sistemi kurmuşlardır. Sistemde mobil GNSS cihazlarına özel yapılan yazılımla araziden veriler toplanmış, güncellenerek ve internet yoluyla kullanıcılar tarafından veri tabanına aktarılmıştır. Veri tabanındaki güncel verilerle hazırlanan Web Uygulaması ile karayolu envanterlerinin muayenesi, bakımı yapılabilmiş ve verilerle ilgili her türlü sorgulama ve analize imkan sağlanmıştır.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma Alanının Konumu

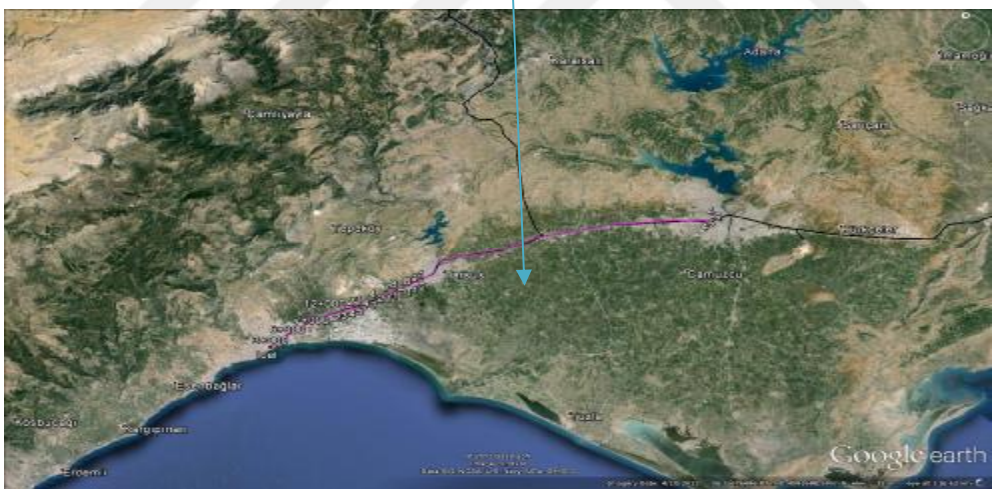
Bu çalışma, Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları İşletmesi (TCDD) Genel Müdürlüğüne bağlı 6. Bölge Müdürlüğü 63. Yol Bakım Yenileme Müdürlüğü mıntıkası içerisinde kalan Mersin İstasyonu ve Adana İstasyonu arasında yapılmıştır. Mersin İstasyonu ve Adana İstasyonu Akdeniz Bölgesinde yer almaktadır. Çalışma alanı 36º 48’ 10” ile 36º 59’ 58” kuzey enlemleri ve 34º 38’ 01” ve 35º 19’ 02” doğu boylamları arasında bulunmaktadır.

Çalışma alanındaki demiryolu, mülki bakımdan Mersin ve Adana illeri sınırları içerisinde olup, idari bakımdan TCDD 6. Bölge Müdürlüğü, 63. Yol Bakım Yenileme Müdürlüğüne bağlıdır.

Demiryolu, Mersin istasyonundan başlamakta ve Adana istasyonunda bitmekte olup toplamda 68,3 km’dir. Güzergah boyunca 6 adet istasyon-sayding (Mersin, Taşkent, Tarsus, Yenice, Şehitlik, Adana), 5 adet durak (Tırmıl, Karacailyas, Huzurkent, Zeytinli, Şakirpaşa) mevcuttur.



Şekil 3.1. TCDD Şebekesine Ait Uydu Görüntüsü



Şekil 3.2. Mersin – Adana Demiryolu

3.1.2. Adana – Mersin Demiryolunun Tarihçesi

Osmanlı imparatorluğunun ilk demiryolu hattı 1851 yılında Mısır'da gerçekleştirilmiş ve bu hat geliştirilerek 1869 yılında 1.300 km. uzunluğa

erişmiştir. Anadolu'da yapılan ilk demiryolu hatlarını ise İzmir-Aydın ve İzmir-Turgutlu arasında 1866'da İngilizler inşa etmişlerdir. 1873 yılında açılan Haydarpaşa-İzmit hattı da İngiliz şirketlerince yapılmıştır. (Quataert, 1985)

Osmanlı topraklarında demiryolu yapımına hız kazandıran önemli bir gelişme ise 1888 yılında tamamlanan Viyana-İstanbul bağlantısıdır. Bu gelişmeden sonra Osmanlı İmparatorluğu'nun en önemli iki demiryolu projesi olan İstanbul-Bağdat ve Hicaz demiryolları planlanmış ve gerçekleştirilmiştir. İstanbul-Bağdat demiryolu projesinin habercisi gibi olan İstanbul-İzmit hattının Ankara'ya kadar uzatılması işinin 1888 yılında Almanlara verilmesi Avrupa'da şok etkisi yapmıştır. Çünkü o tarihe kadar Osmanlı İmparatorluğu-Almanya ilişkileri yalnız askeri alanları kapsamaktaydı (Özyüksel, 1988).

Adana-Mersin arasındaki 67 km. uzunluğundaki demiryolunun yapım ve işletme imtiyazı 1883 yılında İngilizlere verilmiş ve hattın yapımı 1886'da tamamlanarak işletmeye açılmıştır. Bu hattın yapılış amacı Çukurova'nın, başta pamuk olmak üzere, tarım ürünlerini Mersin limanına taşımaktı. İngiliz demiryolu şirketinin ilk yıllarda kuraklık ve sel felaketleri nedeniyle zarar ettiği bilinmektedir (Varlık, 1977).

1903 yılında İstanbul-Bağdat demiryolunun yapım ve işletme hakkının Almanlara verilmesinden kısa bir süre sonra, ilerde bu hattın bir parçası olacak Adana-Mersin demiryolu da Almanlar tarafından satın alındı. 1911 yılında Adana-Mersin hattının Bağdat hattı ile birleşmesiyle Alman demiryolu da Akdeniz'de bir limana, Mersin'e ulaşmış oldu. Böylece, 1911 yılında Adana-Mersin hattı en çok gelir sağlayan hat durumuna gelmiştir (Varlık, 1977).

Adana-Mersin hattı ilk kurulduğunda, hat üzerinde Adana'dan başlayarak Zeytinli, Yenice, Tarsus ve Taşkent olmak üzere dört ara istasyon bulunuyordu. Hattın Konya tarafından gelen Bağdat hattı ile birleşmesi ile Yenice, Zeytinli ve Adana istasyonlarının statüleri yükselmiş ve özellikle 1912 yılında tamamlanan Adana istasyonu ana binası, lojmanları, bakım-tamir atölyeleri ve dökümhanesi ile kentin kuzeyinde yaklaşık 450.000 m^2 büyüklükte bir kampüs görünümüne

kavuşmuştur. 1886 yılında yapılmış olan eski Adana istasyonu çevresindeki alan, yeni istasyon binası ve eklentileri için yeterli olmadığından eski istasyon terkedilmiş ve yeni istasyon kentin kuzeyinde o dönemde boş olan alana kurulmuştur. Bağdat hattının eski Adana-Mersin hattı ile birleştiği noktadaki Yenice istasyonu ile Adana yönündeki Zeytinli istasyonu da yeni binalara kavuşmuştur.

Yenice istasyonunun batısında bulunan Tarsus'a 1949 yılında yeni bir istasyon binası yapılmıştır. Mersin'de ise 1886 yılında inşa edilmiş olan ilk istasyon binası bugün de varlığını sürdürmektedir. Eski istasyonun 100 m. kadar batısında ise 1955 yılında Mersin limanının genişletilmesine koşut olarak mermer kaplanmış yeni bir istasyon binası yapılmıştır. Adana-Mersin demiryolu günümüzde de çift-hat olarak hizmet sunmayı sürdürmektedir.

3.1.3. Arazi Çalışmalarında Elde Edilen Veriler

Adana-Mersin demiryolunda çalışma alanının tanınması ve demiryoluna ait varlıkların arazide tespiti, kontrol edilmesi, ayrıntılı bilgilerin alınması için araziye çıkılmıştır. Ayrıca mevcut olan demiryolunun GPS (Global Positioning System - Konum Belirleme Sistemi) ile ölçümü yapılarak hali hazır haritası hazırlanmış, üst yapı, sanat yapısı, eğim, istasyon, büyük yenileme gibi mevcut demiryolunun bakım ve yenileme (BY) planlaması için gerekenlerin incelemesi yapılmıştır. Veri ölçme ve depolamada arazideki çalışmalarda GPS, takometre, metre, pusula, dürbün veya emsali diğer teknik aletler kullanılmıştır.

3.1.4. Coğrafi Bilgi Sistemleri

Coğrafi bilgi sistemleri (CBS), İngilizce olarak Geographical Information Systems (GIS) ifadesinin Türkçeye çevrilmiş hali olup, kullanıcıların çok farklı disiplinlerden olması nedeniyle, bu kavram da değişik şekillerde tanımlanmaktadır. CBS, bazı araştırmacılara göre konumsal bilgi sistemlerinin tümünü içeren ve coğrafi bilgiyi irdeleyen bir bilimsel kavram, kimilerine göre konumsal bilgileri

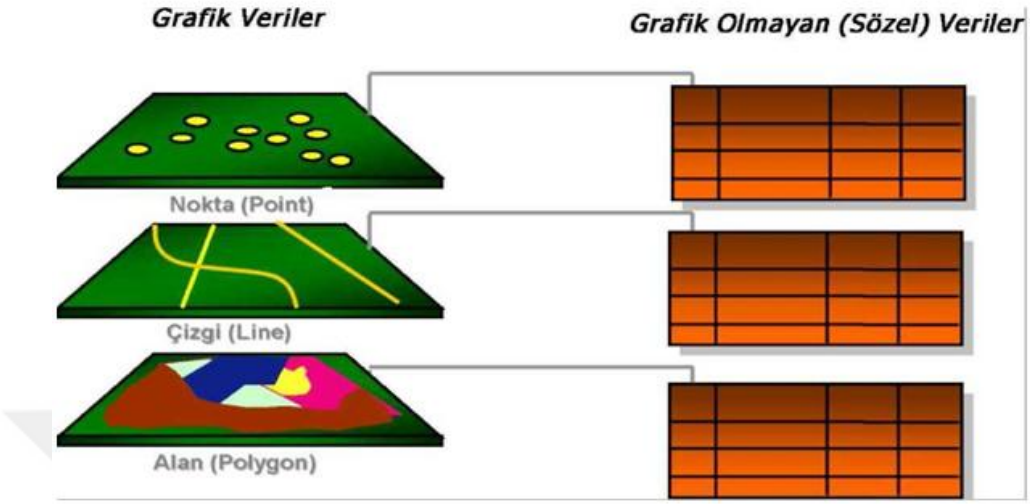
sayısal yapıya kavuşturan bilgisayar tabanlı bir araç, bazılarına göre de organizasyona yardımcı olan bir veritabanı yönetim sistemi olarak nitelendirilmektedir. Buna göre en genel haliyle coğrafi bilgi sistemleri, konuma dayalı gözlemlerle elde edilen grafik ve grafik olmayan bilgilerin toplanması, saklanması, işlenmesi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bütünlük içerisinde gerçekleştiren bir bilgi sistemidir. Coğrafi bilgi sisteminin tanımının şematik olarak gösterimi Şekil 3.3'te verilmiştir (İşlem, 2004).

Coğrafi bilgi sisteminde veri kaynakları ise yersel ölçme yöntemleri, GPS, fotogrametri, uzaktan algılama, mevcut haritaların sayısallaştırılmasıdır. Fotogrametri, hava araçlarına monte edilmiş algılayıcı sistemlerden alınan görüntülerin kayıt, ölçme, değerlendirme ve yorumlama işlemleri sonunda, cisimler hakkında 3 boyutlu geometrik bilgileri elde etmeye yarayan bir teknoloji ve bilim dalıdır. Uzaktan algılama, uydulara yerleştirilen tarayıcı ve algılayıcılar aracılığıyla, görüntüsü alınacak obje ile arada hiçbir fiziksel bağlantı ve temas olmaksızın, yeryüzüne ilişkin her türlü verinin toplanması teknolojisi ve bilimidir (URL-1).

CBS'nin beş temel bileşeni vardır. Bu bileşenler Şekil 3.4'te verilmiştir (URL-2).

3.1.4.1. Donanım (Hardware)

CBS'nin işlemesini mümkün kılan bilgisayar ve buna bağlı yan ürünlerin bütünü donanım olarak adlandırılır. Bütün sistem içerisinde en önemli araç olarak gözüken bilgisayar yanında yan donanımlara da ihtiyaç vardır. Örneğin, yazıcı (printer), çizici (plotter), tarayıcı (scanner), sayısallaştırıcı (digitizer), veri kayıt üniteleri (data collector), GPS gibi cihazlar bilgi teknolojisi araçları olarak CBS için önemli sayılabilecek donanımlardır (URL-2).

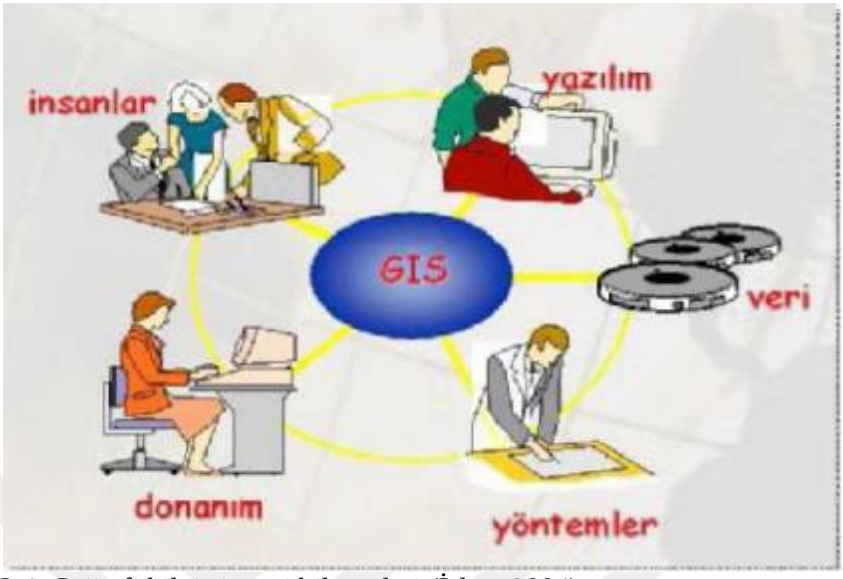


Şekil 3.3. Coğrafi bilgi sisteminin şematik tanımı (İşlem,2004)

Konum belirleme sistemi (Global Positioning System, GPS), düzenli olarak kodlanmış bilgi yollayan bir uydu ağıdır ve uydularla arasındaki mesafeyi ölçerek Dünya üzerindeki kesin yeri tespit etmeyi mümkün kılar (Altunel, 2006). GPS, dünyanın herhangi bir yerinde bulunan bir kullanıcının konumunu belirleyen ve en az 4 uydudan sinyal varış zamanının ölçülmesi esasına dayanan bir uydu ölçme sistemidir (URL-1).

3.1.4.2. Yazılım (Software)

Bilgisayar yardımıyla çalışan; coğrafik bilgileri depolamak, analiz etmek ve görüntülemek gibi ihtiyaç ve fonksiyonları kullanıcıya sağlamak üzere, yüksek düzeyli programlama dilleriyle gerçekleştirilen algoritmalardır.



Şekil 3.4. Coğrafi bilgi sistemi bileşenleri (İşlem,2004)

Yazılımların pek çoğunun ticari amaçlı firmalarca geliştirilip üretilmesi yanında üniversite ve benzeri araştırma kurumlarınca eğitim ve araştırmaya yönelik geliştirilmiş yazılımlar da mevcuttur. En popüler CBS yazılımları olarak Arc/Info, Intergraph, Maplnfo, SmallWorld, Genesis, Idrisi, Grass, Netcad/Gis vb. verilebilir (URL-2).

ArcGis yazılımının ArcMap bileşeninde, mevcut grafik ve sözel verilerin görüntülenmesi, veri günleme, sorgulama ve analiz, grafikleme ve raporlama araçları ile yüksek kalitede kartografik üretim fonksiyonları bulunmaktadır (İşlem, 2004).

ArcEditor, çeşitli bilgi formatlarını yapılandırma için CBS veri otomasyonu ve derleme ortamı sunan bir programdır. ArcEditor, topoloji, subtype, domain ve geometrik network gibi geodatabase davranışlarını oluşturma yeteneklerine sahiptir. Ayrıca, metadata oluşumu, coğrafi veri inceleme, analiz ve haritalama araçları da içermektedir (İşlem, 2004).

ArcToolbox, veri yönetimi, veri dönüşümü, vektör analizler, coğrafi kodlama gibi ihtiyaç duyulacak her türlü CBS fonksiyonunu, farklı kaynaklı

verilerin ortak sistemde entegre edilebilmeleri için gerekli olabilecek dönüşümleri gerçekleştirebilmektedir (İşlem, 2004).

ArcGlobe, sürekli, çoklu çözüm yolları ve global görüntüleme sağlar. ArcGlobe, ArcMap gibi CBS veri katmanlarıyla çalışır. ArcGlobe katmanları, ortak bir global yapı içerisine entegre edilerek tek bir küresel görüntüleme ortamına yerleştirilir. Veri setlerini ve detayları uygun ölçeklerde görüntüleme ortamı sağlar (İşlem, 2004).

ArcGIS 3D Analyst, kullanıcılara etkin bir yüzey veri görüntüleme ve analiz imkânı tanır. 3D Analyst kullanarak, birçok bakı noktasından yüzey görüntüleyebilir, yüzey sorgulayabilir, seçili konumdan yüzeyde ne görülebildiğini saptayabilir, raster ve vektör veri üzerinde yüzeyi kapsayan gerçekçi bir perspektif imajı yaratılabilir. 3D Analyst modülünün ana noktası, ArcGlobe uygulamasıdır. ArcGlobe, üç boyutlu verinin birçok katmanını görüntülemek ve yüzey yaratımı ve analizi için arayüz sağlar. 3D Analyst ayrıca kazı-dolgu, görüş çizgisi ve arazi modelleme gibi üç boyutlu modelleme işlemleri için ileri GIS araçları sağlar (İşlem, 2004).

Google Earth, internet ortamında kullanılabilen bir haritalandırma programıdır. Tüm dünyanın yeryüzü şekillerini de kapsayan üç boyutlu görüntülendiği Google Earth, galaksi sisteminin de görüntülerine ulaşılabilen internet bazlı bir programdır.

AutoCAD 2011, Bilgisayar destekli çizim ve tasarım programıdır. Öncelikle CBS'de bu programdan verilerin dönüşümünde yararlanılmaktadır.

Coğrafi bilgi sistemine yönelik bir yazılımda olması gereken temel unsurlardan bazıları şunlardır (URL-2);

- Coğrafik veri/bilgi girişi ve işlemi için gerekli araçları bulundurması,
- Bir veritabanı yönetim sistemine sahip olmak,
- Konumsal sorgulama, analiz ve görüntülemeyi destekleme,
- Ek donanımlar ile olan bağlantılar için arayüz desteği sağlamasıdır.

3.1.4.3. Veri (Data)

CBS'nin en önemli bileşenlerinde biri de "veri"dir. Grafik yapıdaki coğrafik veriler ile tanımlayıcı nitelikteki öznitelik veya tablo verileri gerekli kaynaklardan toplanabileceği gibi, piyasada bulunan hazır haldeki veriler de satın alınabilir. CBS konumsal veriyi diğer veri kaynaklarıyla birleştirebilir. Böylece birçok kurum ve kuruluşa ait veriler organize edilerek konumsal veriler bütünleştirilmektedir. Veri, uzmanlarca CBS için temel öğe olarak kabul edilirken, elde edilmesi en zor bileşen olarak da görülmektedir. Veri kaynaklarının dağınıklığı, çokluğu ve farklı yapılarda olmaları, bu verilerin toplanması için büyük zaman ve maliyet gerektirmektedir. Nitekim CBS'ye yönelik kurulması tasarlanan bir sistem için harcanacak zaman ve maliyetin yaklaşık % 50'den fazlası veri toplamak için gerekmektedir (URL-2).

3.1.4.4. İnsanlar (People)

CBS teknolojisi insanlar olmadan sınırlı bir yapıda olurdu. Çünkü insanlar gerçek dünyadaki problemleri uygulamak üzere gerekli sistemleri yönetir ve gelişme planları hazırlar. CBS kullanıcıları, sistemleri tasarlayan ve koruyan uzman teknisyenlerden günlük işlerindeki performanslarını artırmak için bu sistemleri kullanan kişilere kadar olan kullanıcılardan oluşan geniş bir kitledir. Dolayısıyla coğrafi bilgi sistemlerinde insanların istekleri ve yine insanların bu istekleri karşılamaları gibi bir süreç yaşanır. CBS'nin gelişmesi mutlak suretle insanların yani kullanıcıların ona sahip çıkmalarına ve konuma bağlı her türlü analiz için CBS'yi kullanabilme yeteneklerini artırmaya ve değişik disiplinlere yine CBS'nin avantajlarını tanıtmakla mümkün olabilecektir (URL-2).

3.1.4.5. Yöntemler

Başarılı bir CBS, çok iyi tasarlanmış plan ve iş kurallarına göre işler. Bu tür işlevler her kuruma özgü model ve uygulamalar şeklindedir. CBS'nin kurumlar içerisindeki birimler veya kurumlar arasındaki konumsal bilgi akışının verimli bir

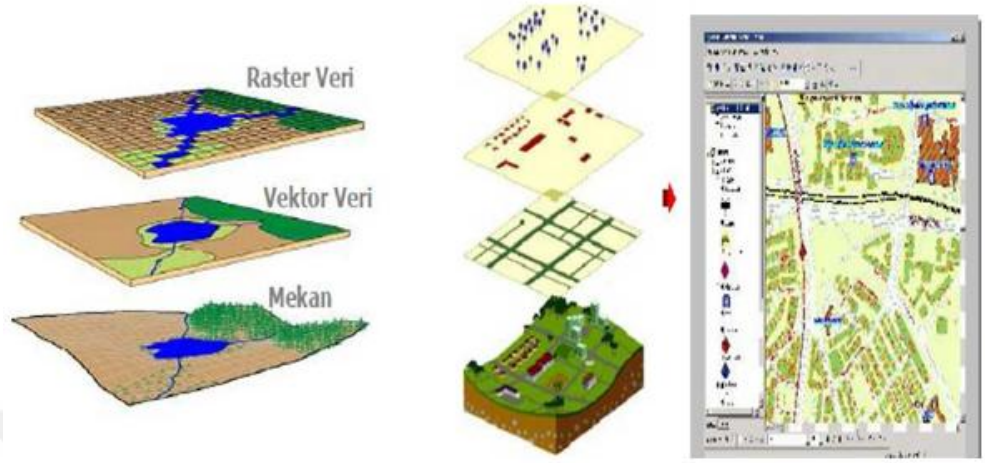
şekilde sağlanabilmesi için gerekli kuralların yani metotların geliştirilerek uygulanıyor olması gerekir. Konuma dayalı verilerin elde edilerek kullanıcı talebine göre üretilmesi ve sunulması mutlaka belli standartlar yani kurallar çerçevesinde gerçekleşir. Genellikle standartların tespiti şeklinde olan bu uygulamalar bir bakıma kurumun yapısal organizasyonu ile doğrudan ilgilidir. Bu amaçla yasal düzenlemelere gidilerek gerekli yönetmelikler hazırlanarak ilkeler tespit edilir (URL-2).

3.1.5. CBS'nin Çalışma Prensibi

CBS yeryüzüne ait bilgileri, coğrafik anlamda birbiriyle ilişkilendirilmiş tematik harita katmanları gibi kabul ederek saklar. Bu basit ancak konumsal bilgilerin değerlendirilmesi açısından son derece güçlü bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım, örneğin, dağıtım görevi üstlenmiş taşıma araçlarının optimum yük dağıtımından, planlamaya dayalı uygulamalara ait detay kayıtlarına, atmosferdeki değişimlerin modellenmesine kadar birçok gerçek dünya probleminin çözümüne imkan sağlar (URL-2).

3.1.5.1. Coğrafik Referanslar

Coğrafik bilgiler, enlem-boylam şeklindeki coğrafi koordinat ya da ulusal koordinatlar gibi kesin değerleri veya adres, bölge ismi, yol ismi gibi tanımlanan referans bilgileri içerirler. Bu coğrafik referanslar objelerin konumlandırılmasına yani koordinatı bilinen bir pozisyona yerleştirilmelerine olanak sağlar. Böylece ticari bölgeler, araziler, orman alanları, yeryüzü kabuk hareketleri ve yüzey şekillerinin analizleri konuma bağlı olarak belirlenir. Coğrafik referans konumu belirlenirken, konum verisi yani koordinat bilgisi seçilecek veri modeline bağlı olarak ifade edilir. Bu ifade şekli CBS'de iki farklı konumsal veri modeli biçimindedir. Bunlar Şekil 3.5'te de gösterildiği üzere "vektörel (vector)" ve "hücresel (raster)" veri modelleridir (URL-2).



Şekil 3.5. Coğrafi Bilgi Sistemi veri modelleri

Vektörel veri modelinde, nokta, çizgi ve poligonlar (x,y) koordinat değerleriyle kodlanarak depolanırlar. Nokta özelliği gösteren bir elektrik direği tek bir (x,y) koordinatı ile tanımlanırken, çizgi özelliği gösteren bir yol veya akarsu şeklindeki coğrafik varlık birbirini izleyen bir dizi (x,y) koordinat serisi şeklinde saklanır. Poligon özelliğine sahip coğrafik varlıklar, örneğin imar adası, bina, orman alanı, parsel veya göl, kapalı şekiller olarak, başlangıç ve bitişinde aynı koordinat olan (x,y) dizi koordinatlar ile depolanır. Vektörel model coğrafik varlıkların kesin konumlarını tanımlamada son derece yararlı bir modeldir. Ancak, süreklilik özelliği gösteren coğrafik varlıkların, örneğin toprak yapısı, bitki örtüsü, jeolojik yapı ve yüzey özelliklerindeki değişimlerin ifadesinde daha az kullanışlı bir model olarak bilinir (URL-2).

Hücresel ya da diğer bir deyişle raster veri modeli daha çok süreklilik özelliğine sahip coğrafik varlıkların ifadesinde kullanılmaktadır. Raster görüntü, birbirine komşu grid yapıdaki aynı boyutlu hücrelerin bir araya gelmesiyle oluşur. Hücrelerin her biri piksel (pixel) olarak adlandırılır. Fotoğraf görüntüsü özelliğine sahip raster modeller, genellikle fotoğraf ya da haritaların taranması (scanning) ile elde edilirler. Vektör ve raster veri modellerinden biri genelde CBS uygulama biçimine göre tercih edilerek kullanılır. Ancak günümüzde her iki model aynı anda

da kullanılabilmektedir. Bu tür bir kullanım şekli CBS'de hybrid (melez) veri modeli olarak bilinmektedir (URL-2).

3.1.5.2. CBS'de Temel İşlevler

Coğrafi bilgi sistemlerinin sağlıklı bir şekilde çalışması Şekil 3.6'da gösterildiği üzere 4 temel işlevin yerine getirilmesine bağlıdır (URL-2). Bunlar;

3.1.5.2.(1). Veri Toplama

Coğrafik veriler toplanarak, CBS'de kullanılmadan önce mutlaka dijital yani sayısal formata dönüştürülmelidir. Verilerin kağıt ya da harita ortamından bilgisayar ortamına dönüştürülmesi işlemi sayısallaştırma (digitizing) olarak bilinir. Raster veri modelleri sayısallaştırılma ile bilgisayar ortamına aktarılabilmektedir (URL-2).

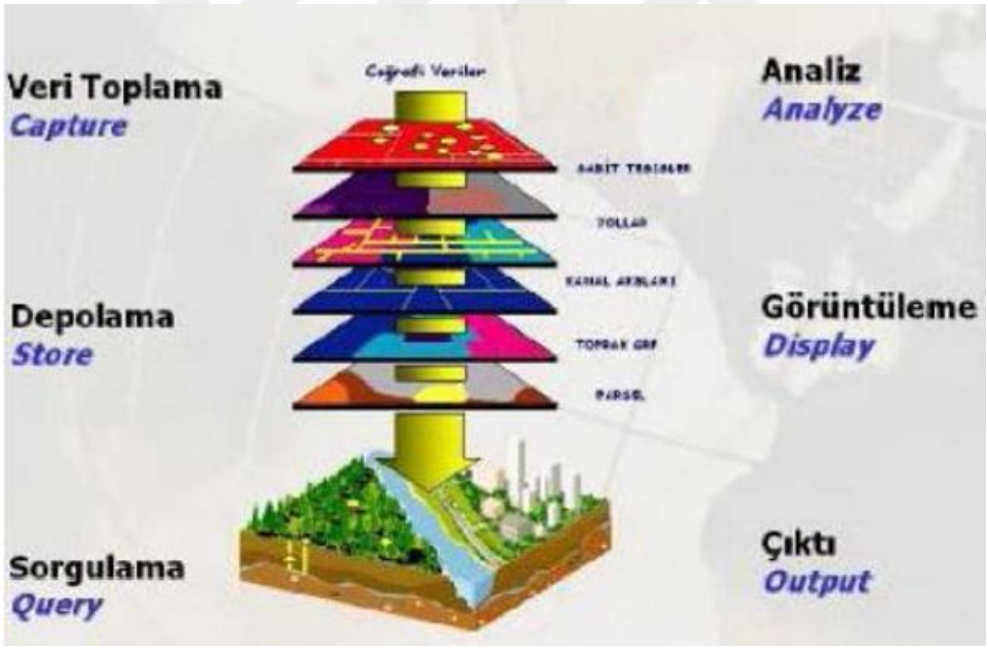
3.1.5.2.(2). Veri Yönetimi

Veritabanı yönetim sistemleri bir bilgisayar yazılımı olup veritabanlarını yönetir veya birleştirir. Birçok yapıda tasarlanmış veritabanı yönetim sistemi vardır, ancak CBS için en kullanışlısı ilişkisel (relational) veritabanı sistemidir. Bu sistem tasarımında veriler tablo bilgilerinin elde edilişindeki düşünce yapısına uygun olarak bilgisayar belleğinde saklanır. Farklı bilgiler içeren tabloların birbiriyle ilişkilendirilmesinde bu tablolardaki ortak sütunlar kullanılır. Bu yaklaşım basit fakat esnek bir tasarım olup, geniş çapta CBS uygulamalarında kullanılmaktadır (URL-2).

3.1.5.2.(3). Veri İşlem

Bazı durumlarda özel CBS projeleri için veri çeşitlerinin birbirine dönüşümü veya irdelenmesi istenebilir. Verilerin sisteme uyumlu olması bunu gerektirebilir. Örneğin, konumsal bilgiler farklı ölçeklerde mevcut olabilir (yol verileri 1/100.000, nüfus dağılım verileri 1/10.000, bina verileri 1/1.000 gibi). Tüm

bu bilgiler birleştirilmeden önce aynı ölçeğe dönüştürülmelidir. Bu dönüşüm görüntü amacıyla geçici olabileceği gibi bir analiz işlemi için sürekli ve kalıcı da olabilir. CBS, gerek bilgisayar ortamında obje üzerine imlecin (mouse) tıklanması ile basit sorgulama kapasitesine, gerekse çok yönlü konumsal analiz araçlarıyla (tools) yönetici ve araştırıcılara istenen süreçte bilgi sunar. CBS teknolojisi artık coğrafik verileri istatistiksel grafikler ve "eğer olur ise" (if conditions) şeklindeki mantık sorgulamaları ve senaryolar şeklinde irdeleme aşamasına gelmiştir. CBS teknolojisi konumsal verilerin sorgulanması ve analizinde, yazılımlar sayesinde, birçok veri her türlü geometrik ve mantıksal işleme tabi tutulabilmektedir. Eğer fonksiyonel coğrafik veriye sahip CBS mevcut ise, başlangıçta şu basit sorgulamalar yapılabilir (URL-2).



Şekil 3.6. Coğrafi Bilgi Sistemi için gerekli işlevler

3.1.5.2.(4). Veri Sunumu

Görsel işlemler yine CBS için önemli bir işlevdir. Birçok coğrafik işlemin sonunda yapılanlar harita veya grafik gösterimlerle görsel hale getirilir. Haritalar coğrafik bilgiler ile kullanıcı arasındaki en iyi iletişimi sağlayan araçlardır.

Kartografların uzun yıllardır harita üretmesine karşın, CBS kartoğrafya biliminin hızlı gelişmesine de katkıda bulunan yeni ve daha etkili araçları sunmaktadır. Haritalar, yazılı raporlarla, üç boyutlu gösterimlerle, fotoğraf görüntüleri ve çok-ortamlı (multimedia) ve diğer çıktı çeşitleriyle birleştirebilmektedir (URL-2).

3.1.6. CBS'de Kullanılan Ekipmanlar ve Yazılımlar

3.1.6.1. Konum Belirleme Sistemi (Global Positioning System, GPS)

Bu çalışmada Topcon marka GPS kullanılmıştır. GPS'te menüye girip kayıt kısmı kullanılarak mevcut demiryoluna ait bütün detaylar ölçülerek halihazır harita hazırlanmıştır.

3.1.6.2. Bilgisayar ve Ek Donanımları

Bu çalışmada Windows 7 Ultimate 64 bit işletim sistemli, Intel Core i7 CPU işlemcili, 4 Gb kapasiteli bellekli, AMD Radeon HD 7570M ekran kartlı bir bilgisayar kullanılmıştır. Ek donanım olarak HP marka yazıcı kullanılmıştır.

3.1.6.3. CBS'de Kullanılan Yazılımlar

Bu araştırmada yapılması gereken analizler için Esri ArcGIS 10 yazılımı ve bu yazılımın içerdiği ArcMap, ArcToolbox, ArcEditor uygulamalarından yararlanılmıştır. Ayrıca NetCad 5.1, Google Earth, AutoCAD 2011, MS Office 2007 (Word, Excel, Access) programları da kullanılmıştır. ArcMap programından mevcut grafik ve sözel verilerin görüntülenmesi, veri güncelleme, sorgulama ve analiz, grafikleme ve raporlama araçları ile yüksek kalitede kartografik üretim için yararlanılmıştır. Coğrafi referanslama, veri üretimi, analizler, CBS projelerinin

oluşturulması, proje yönetimi, projelerin Google Earth'e aktarımı işlemlerini yapmak için NetCAD programından yararlanılmıştır. AutoCAD programının .dxf uzantılı dosyaları hem NetCAD hem de ArcGIS programlarından okunabildiği için veri dönüşümünde kullanılmıştır. Google Earth programı çalışma alanının üç boyutlu yeryüzü şeklini göstermekte kullanılmıştır.

Bu çalışmanın sunumu ve dokümantasyonu için ise MS Office 2007 (Word, Excel, Access) programı kullanılmıştır. Ayrıca MS Office paketinde bulunan Excel programı koordinat verilerinin tablosal dökümü ve bu koordinat verilerinin NetCAD ve ArcGIS programlarından okunabilmesinde kullanılmıştır.

3.1.7. Demiryolları İle İlgili Genel Bilgiler ve Demiryollarında KullanılanTemel Kavramlar

3.1.7.1. Ray

Demiryolu araçlarının tekerleklerine en az direnimi gösterecek bir yuvarlanma yüzeyi sağlayan ve tekerlekleri kılavuzlayan, ayrıca dingillerden aktarılan kuvvetleri traverslere aktaran dökme çelikten yapılmış üstyapı malzemesine ray denir.

3.1.7.2. Travers

Raydan gelen yükleri daha geniş bir yüzeye yayarak balasta ileten, yolun açıklığını koruyan ve yolu yan etkilere karşı ekseninde tutan, rayın altına döşenmiş yol üst yapı malzemesine travers denir.

3.1.7.3. Balast

Platformun üzerine muntazam olarak döşenen, traverslerin aralarını dolduran ve traverse yataklık eden, 30-60 mm ebadında kırılmış, keskin köşeli ve keskin kenarlı, kübik şekilli, sert ve sağlam taşlara balast denir.



Şekil 3.6. Balast

3.1.7.4. Makas

Bir raylı sistem yolu üzerinde hareket eden demiryolu araçlarının, diğer bir yola geçmesi için yapılan, yol değiştirme apereylerine **“makas”** denir.



Şekil 3.7. Makas

3.1.7.5. Güzergah

Harita üzerinde demiryolunun geçtiği yerdir. Bir yol ekseninin plandaki konumunu ve yükselti bakımından durumunu belirleyen elemanların tümü "güzergah"ı oluşturur. Harita ve planlarda güzergah, yol ekseninin bunlar üzerindeki izdüşümünden ibarettir.

3.1.7.6. Aliyman

Demiryolunun doğru kısımlarıdır.

3.1.7.7. Kurp

Bütün ulaşım yolu güzergahlarında olduğu gibi demiryolları da doğru ve kurp kesimlerinden oluşur. Kurplar güzergahların özel kesimleridir. Kurplar, farklı doğrultudaki doğru yolları birleştiren, yolun eğri kısımlarıdır. Aliyman olan yol ikinci bir aliyman ile kesiştiğinde demiryolu araçları köşeli olan bu kısımdan geçemeyeceği için ancak adına kurp (eğri) denilen yollar ile geçebilir. En muntazam eğri de bir dairenin yayı olacağı için demiryolundaki kurplar da yarı çapı belli olan bir dairenin yayıdır.



Şekil 3.8. Aliyman ve Kurp

3.1.7.8. Eğim

Yükseklikleri farklı iki nokta arasındaki kot farkının, bu iki nokta arasındaki yatay mesafeye oranına **eğim** denir. Demiryollarında eğim $‰$ (binde) olarak ifade edilir.

3.1.8. Demiryollarında Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanılması

Mekansal bir bilgi sistemi olan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), ulaştırma mühendisliği alanında uygun fiziksel yapı yönetim sisteminin oluşturulmasında etkin bir şekilde kullanılabilir. CBS teknolojisi ulaştırmada başlıca üç önemli ihtiyaca cevap verebilmektedir: Altyapı yönetimi, filo ve lojistik yönetimi ve taşımacılık yönetimi. Şebekenin planlanması ve analizi, araçların takip edilmesi ve yönlendirilmesi, bakım ve yenileme yönetimi, envanter takibi, en uygun güzergahın planlanması ve analizi gibi çalışmalar için bir karar destek yapısının harita analizleriyle bütünleştirilmesi çalışmalarında, ulaştırma alanında çalışan uzman kişiler CBS kullanabilirler (Thill, 2000).

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ulaştırma endüstrisinde sağlıklı kararların alınmasında önemli bir role sahiptirler. Raylı sistemlerin ve hat koşullarının kontrol edilerek, yolcu ve yük taşımacılığında en uygun güzergahın belirlenmesi, vagonların hat üzerindeki hareketlerinin takip edilmesi, şebeke bakımının yapılması gibi tüm faaliyetlerin coğrafi bir ortamda gerçekleştirilmesi ve anlaşılması, kaynakların en uygun şekilde tahsis edilmesi ve harcanması açısından çok önemlidir (Güler, 2003).

Demiryollarında; işletme, bakım, değer yönetimi ve karar destek sistemleri ile ilgili bilgilerin yönetilmesinde CBS geniş bir kullanım alanına sahiptir. Demiryolları ile ilgili olarak aşağıda sıralanan çalışmalar veya alanlarda CBS başarılı bir şekilde kullanılabilmektedir (Güler, 2003).

a) Değer yönetimi
b) Tesis yönetimi
    1. Gayrimenkul yönetimi
    2. Tesis yönetimi
        i. Hat-enerji
        ii. İletişim ve sinyalizasyon
c) Değerlendirmelerin takibi
d) Mal akış analizi

e) Acil durum yönetimi

f) Çevre ve inşaatların yönetimi

g) Birimler arası yönetim

h) Yolcu bilgileri

ı) Kapasite planlaması

i) Pazarlama

j) Tedarik zinciri yönetimi

k) Yer seçimi

1) Risk yönetimi

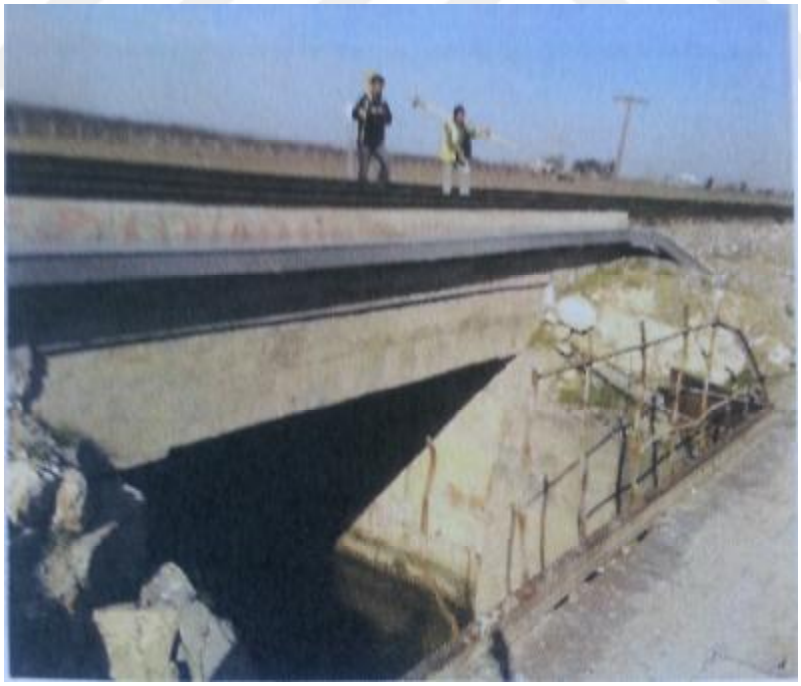
3.2. Metod

3.2.1. Arazide Veri Toplama ve Değerlendirme

Arazi çalışmaları sırasında GPS ve çalışma alanına ait topoğrafik harita yardımıyla mevcut demiryolları gezilmiştir. GPS'te veri kaydı açılarak mevcut bütün demiryolunun koordinat değerleri (x,y,z değerleri dahil) ve uzunluk ölçümü GPS hafızasına kaydedilmiştir. Bu esnada mevcut demiryollarındaki sanat yapısı, üst yapı, hemzemin geçit, istasyon, bakım ve yenileme, eğim ve lase-kurp gibi gereken tüm varlıklar arazide başlangıç-bitiş noktalarında (sanat yapılarında uygulama noktasında) GPS ile nokta kaydı yapılarak demiryolu varlıklarının koordinatlı yeri tespit edilmiştir. Yine çalışma esnasında gerek büroda gerekse arazide bulunan bilgisayarla hazır halde bulunan sayısal altlıklarla çalışma her an takip edilerek arazi ve topoğrafik harita üzerinde eşzamanlı olarak ihtiyaç duyulan bilgiler belirlenmiştir. Bu çalışma esnasında topoğrafik harita ve Google Earth (GE) üzerinde işlenmiş olmayan bütün hemzemin geçit, istasyon ve sanat yapıları böylece eksiksiz olarak kayıt altına alınmıştır. Gerek harita üzerindeki veriler yardımıyla gerekse arazide yapılan gözlem ve notlar ile mevcut demiryoluna komşu bina ve işletmeler, ayrıca coğrafik veriler gibi öneme sahip noktalar da haritalara işlenmiştir. Bu aşamadan sonra büro çalışmalarına geçilmiştir. Arazideki çalışmalar sonrasında, alınan noktalar GPS programı ile bilgisayar ortamına

aktarılmış ve noktaların birleştirilmesi ile mevcut demiryolu ve ona ait varlıkların çizimi tamamlanmıştır. CBS yardımıyla veritabanı oluşturulmuş ve oluşturulan veritabanına arazide alınan notlar girilerek, mevcut demiryolunun niteliği belirlenmiş, bazı analizler gerçekleştirilmiş, ileride yapılacak Bakım ve Yenileme planlamaların seçimine ışık tutulmuştur.

Yukarıda kısaca değinilen iş ve işlemlerin sonrasında elde edilen tüm veriler (araziden ve bürodan), mevcut demiryolunun durumunu belirlemede, planlama yapılacak Bakım ve Yenilemenin tespitinde, mevcut demiryolunun Bakım ve Yenileme planlama kriterlerine uyumuna yönelik durumları belirlemede yardımcı olacaktır. Demiryolu Bakım ve Yenileme planlaması seçimine ya da mevcut demiryolunun durumlarına tek bir pencereden bakmak yerine CBS yardımıyla birçok veri birbiri ile çakıştırılarak en iyi ve en doğru sonuca varılması sağlanmaktadır.



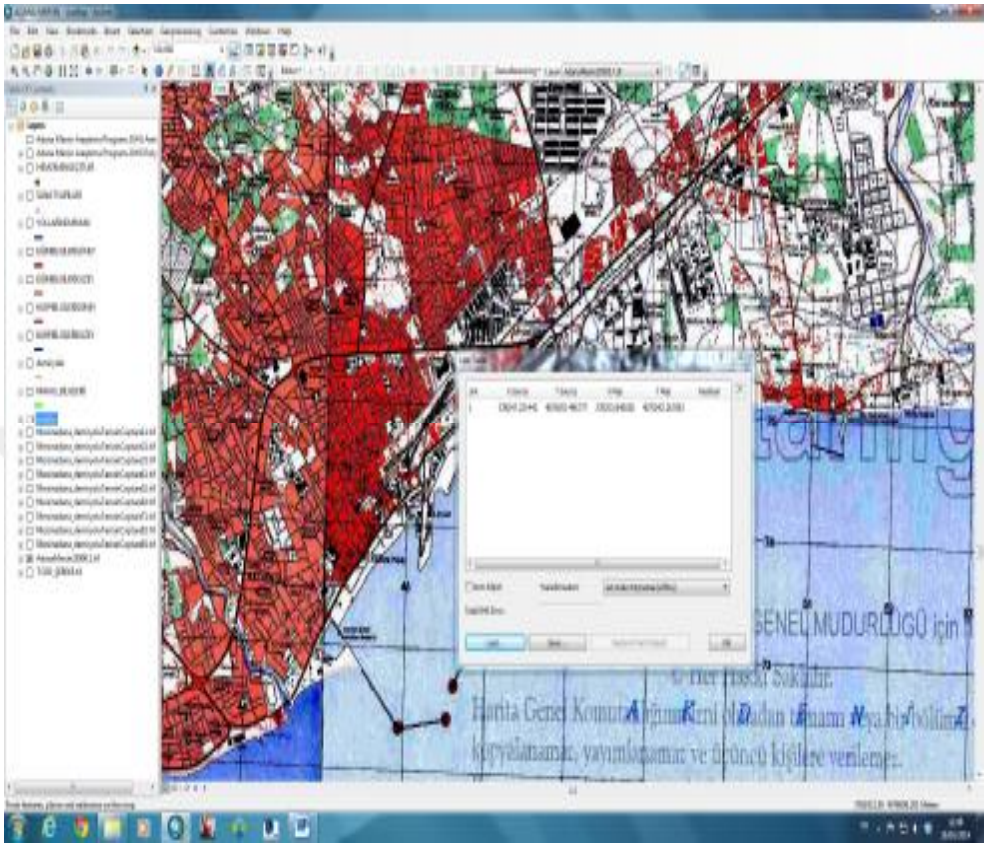
Şekil 3.9. Araziden veri toplama

3.2.2. CBS Altlıklarının Sayısal Olarak Hazırlanması

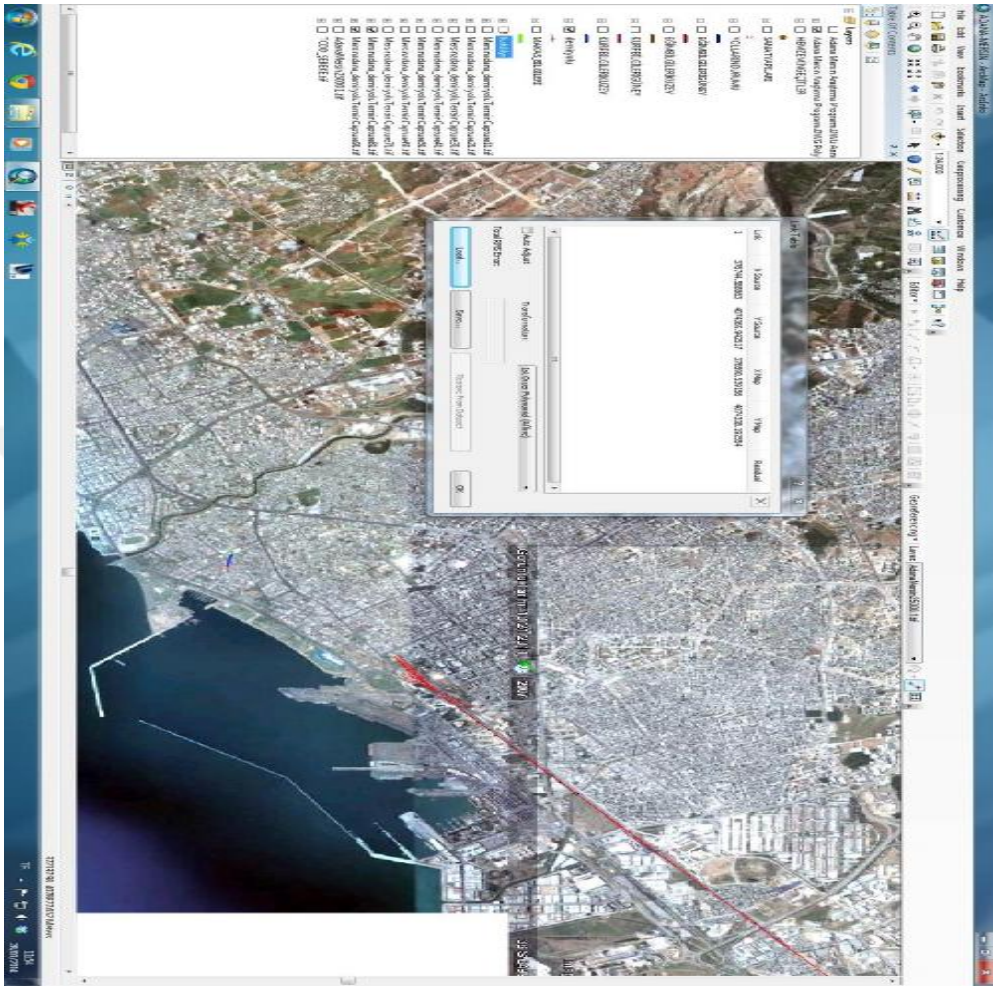
Adana – Mersin demiryolunda yapılan araştırmanın amacına ulaşması için aşağıda maddeler halinde açıklanan aşamalar uygulanmıştır. Bu aşamalar, mevcut durumun analizinin yapılması ve CBS'den yararlanarak ekonomik ve etkin bir Bakım ve Yenileme planının hazırlanması açısından önem arz ederler.

3.2.2.1. Mevcut Haritaların Koordinatlarına Getirilmesi (Rektifiye)

Çalışma alanını kapsayan 1/25.000 ölçekli paftaların 1/1.000.000 ölçekli TCDD şebeke haritası ve 1/10.000 ölçekli Google Earth görüntüleri ile grafik ekranda çalışabilmek için koordinat dönüşümleri yapılmıştır. Topoğrafik harita ve TCDD şebeke haritalarının köşelerinde bulunan gridler yardımıyla dört noktadan koordinat dönüşümü yapılmıştır. Bu dönüşüm işleminde Affine dönüşümü kullanılmıştır. Koordinatlarına gelen haritalara datum ve projeksiyon bilgileri girilmiştir. Kısaca datum; Yer'in şeklini ve boyutunu tanımlayan bir referans sistemine, Projeksiyon ise; 3 boyutlu yeryüzünün matematiksel transformasyon ile iki boyutlu düzlemde temsil edilmesi işlemine denir (URL-3). Çalışma alanını kapsayan topoğrafik harita ve meşcere haritalarına verilen datum ve projeksiyon bilgileri ise; ITRF-96 UTM 6^0 Zone: 36 N'dir.



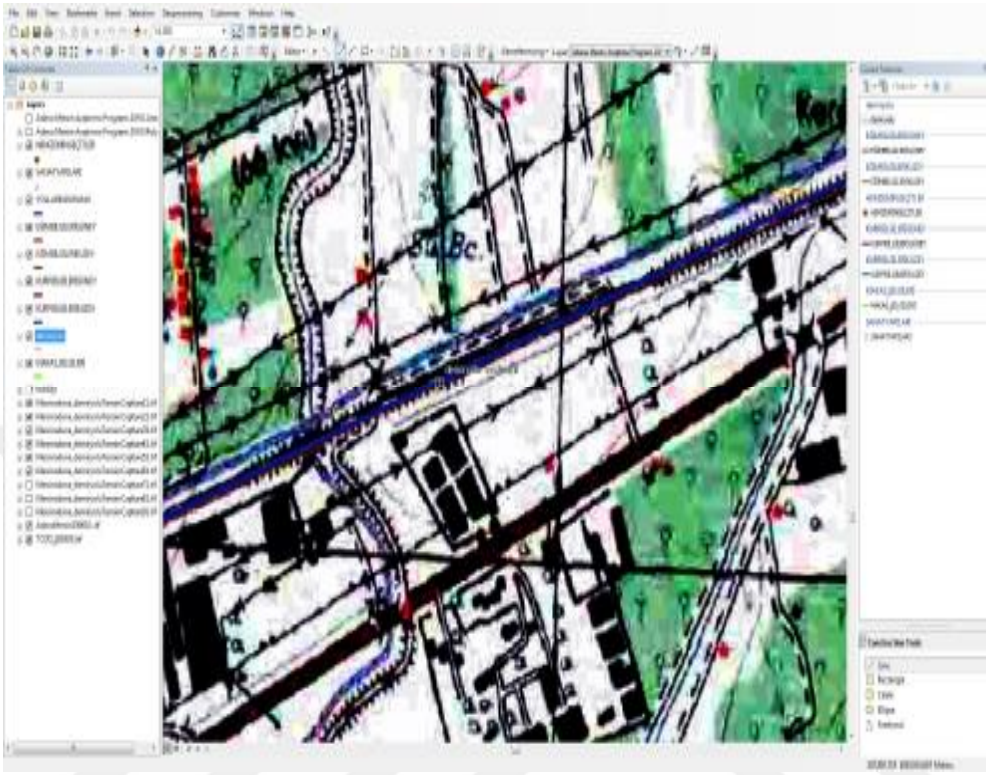
Şekil 3.10. 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritanın koordinatlandırılması



Şekil 3.11. Google Earth görüntüsünün koordinatlandırılması

3.2.2.2. Sayısallaştırma

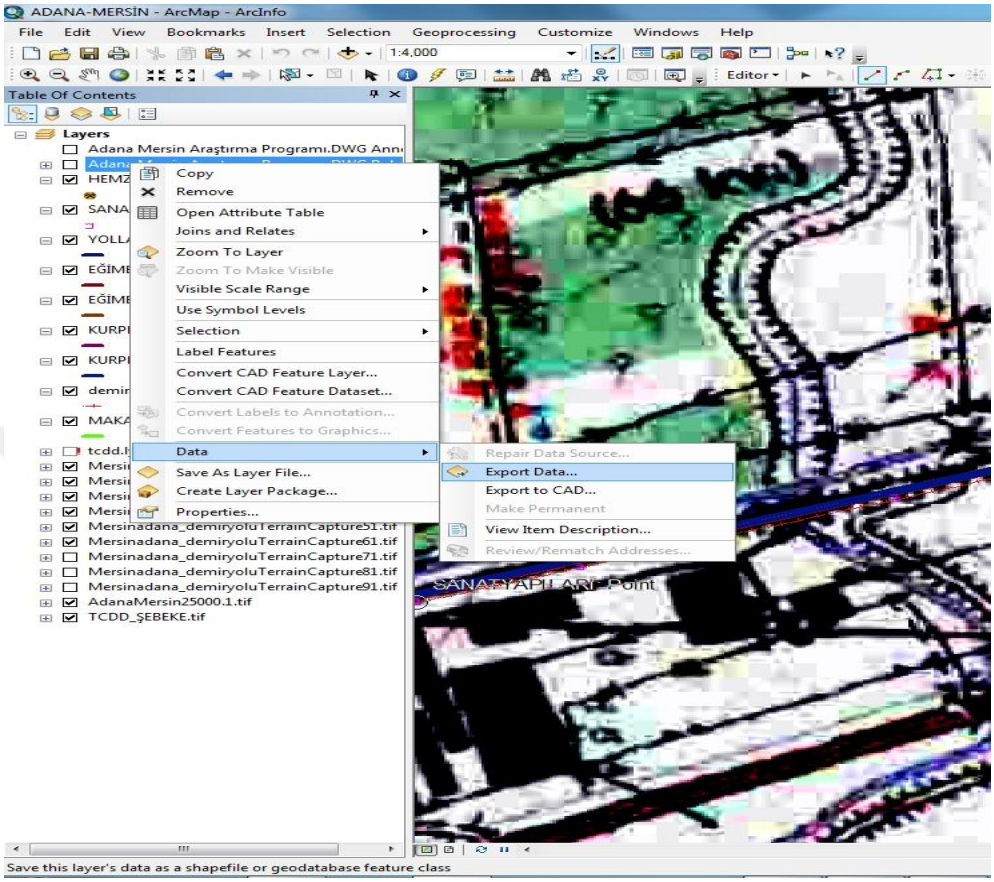
Taratılmış ve sonrasında koordinatlarına getirilmiş olan topoğrafik harita ve Google haritaları raster formatındadır. Raster formatında olan bu verilerin vektör verilere dönüştürmek için sayısallaştırma işlemi uygulanmaktadır. Sayısallaştırma işleminde oluşturulan tabakalar, alan, çizgi ve nokta olmak üzere üç türden oluşmaktadır.



Şekil 3.12. Sayısallaştırma

3.2.2.3. CAD Verilerinin Aktarılması

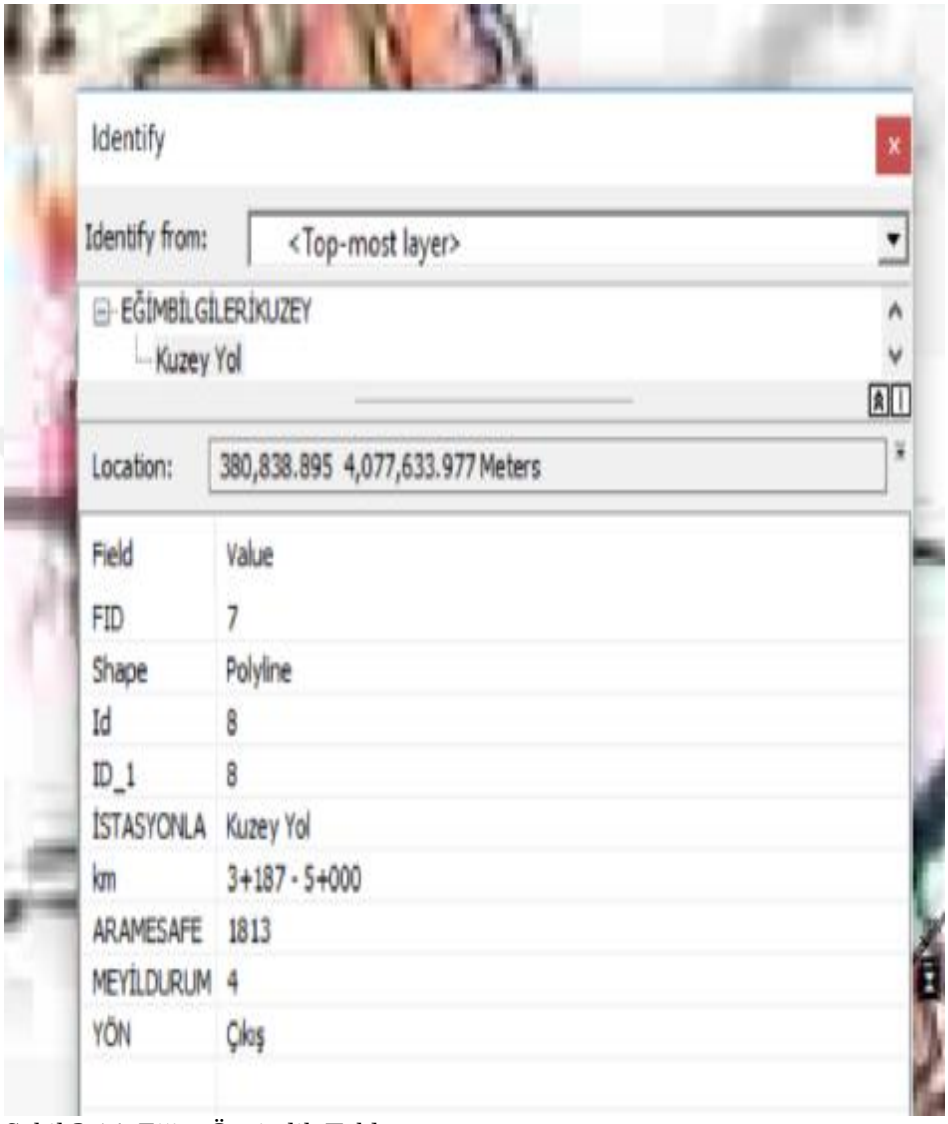
GPS ile elde edilen veriler Netcad 5.1 programı ile CAD ortamına aktarılmıştır. Netcad'e aktarılan veriler Netcad'in dönüşüm özelliği sayesinde DWG uzantılı Autocad formatına çevrilmiştir. Son olarak DWG uzantılı veriler ArcCatalog arayüzü ile Arcmap ortamına aktarılmıştır.



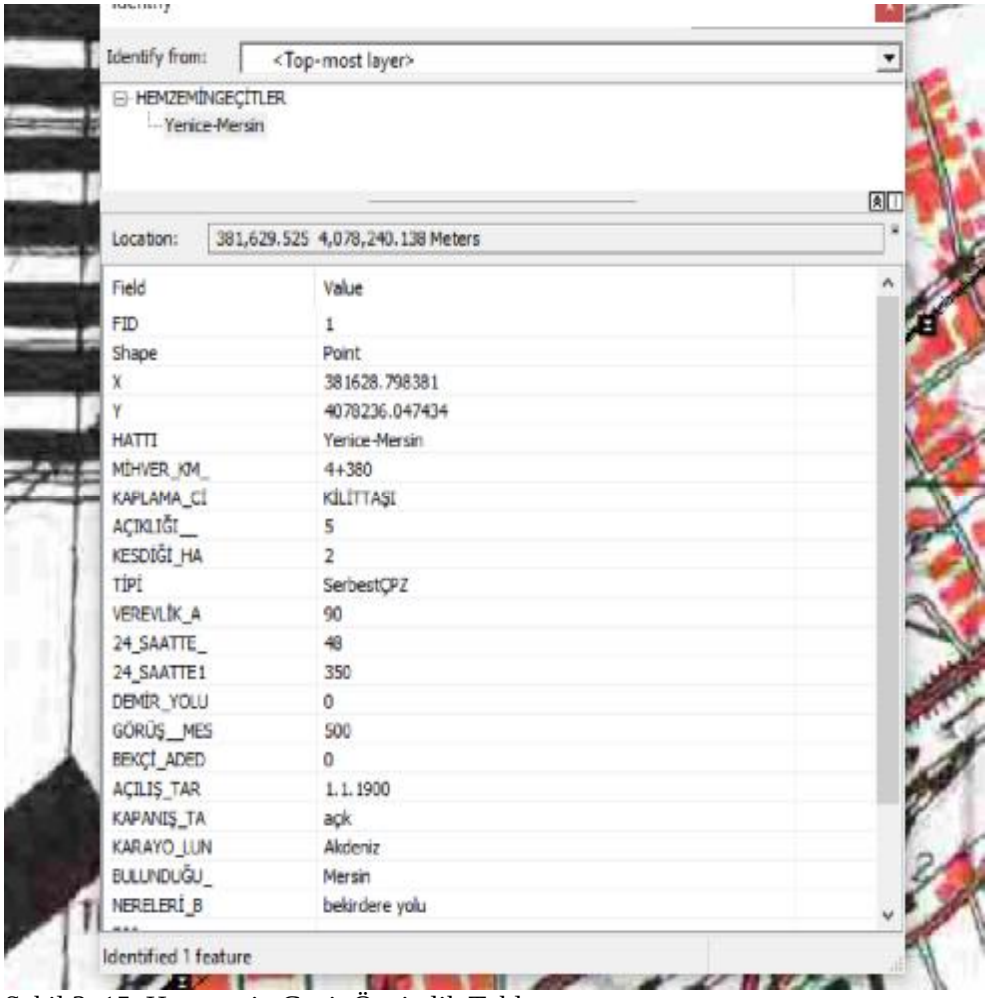
Şekil 3.13. Autocad verisinin ArcMap'e aktarılması

3.2.2.4. Tablo Yapıları

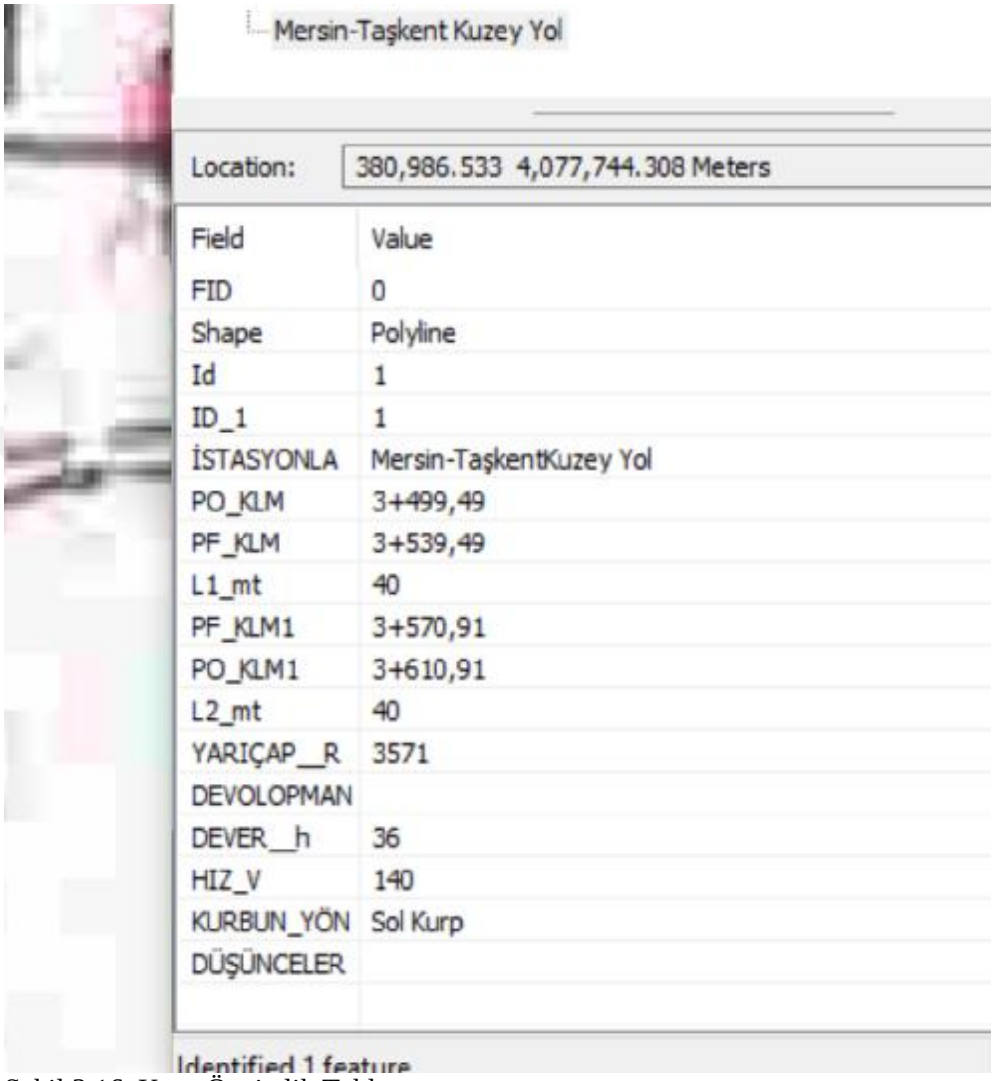
ArcCatalog yardımı ile Arcmap ortamına aktarılan her bir veri türü için "Feature Class" oluşturulmuştur. Oluşturulan bu "Feature Class"lara ait, arazi ve büro çalışmalarından elde edilen verilerin kayıt altına alınabilmesi için tablolar hazırlanmıştır. Hazırlanan bu tablolara arazi ve büro çalışmalarından elde edilen veriler girilerek "Feature Class"lara ait öznitelik tabloları oluşturulmuştur.



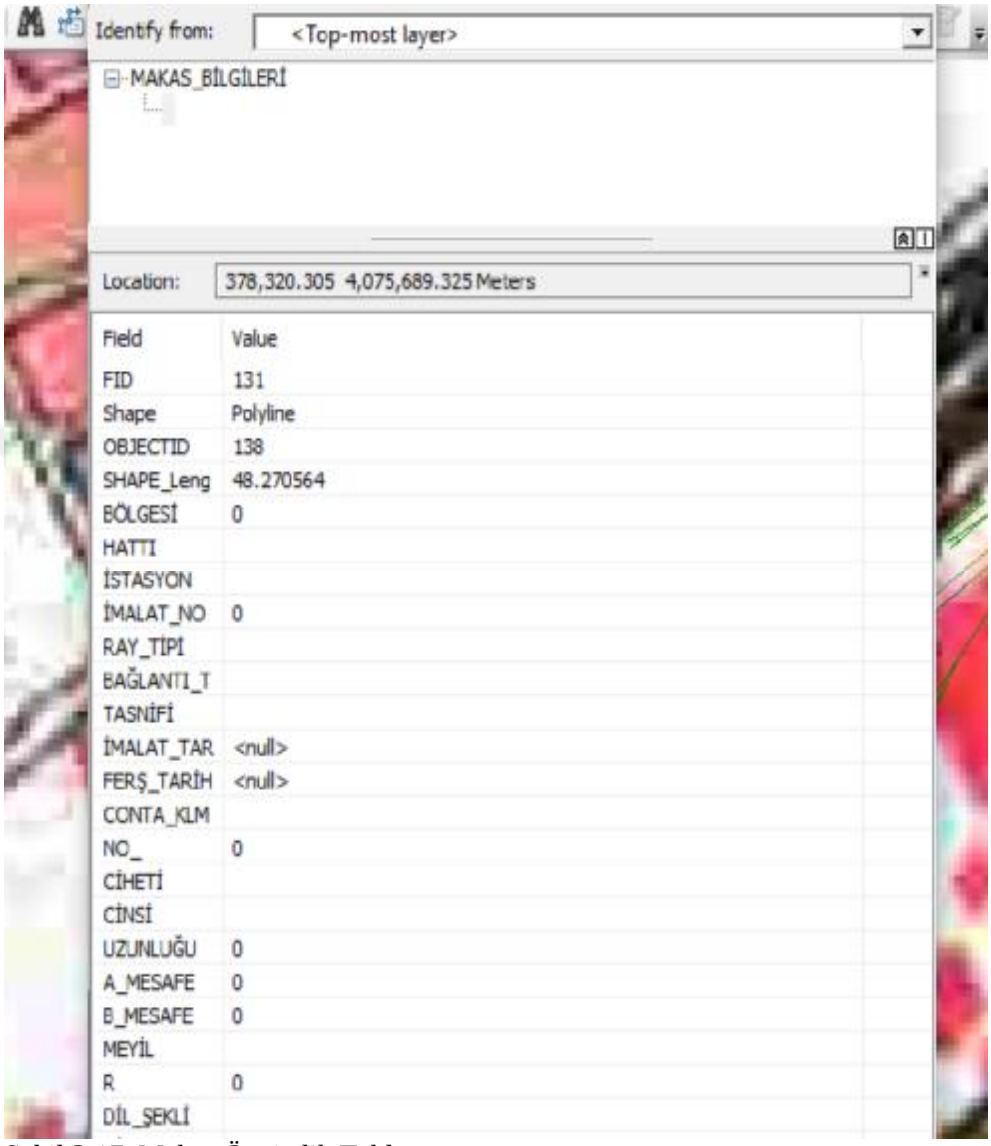
Şekil 3.14. Eğim Öznitelik Tablosu



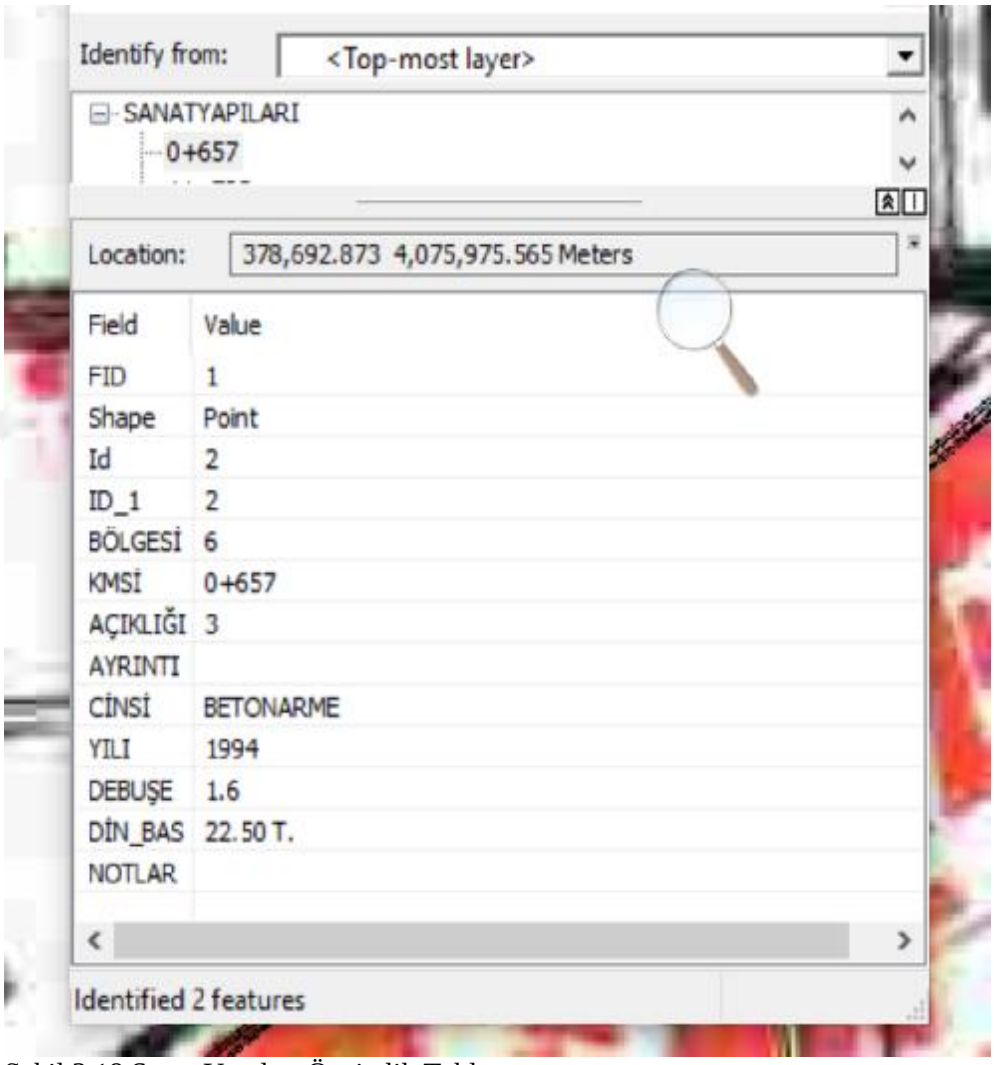
Şekil 3. 15. Hemzemin Geçit Öznitelik Tablosu



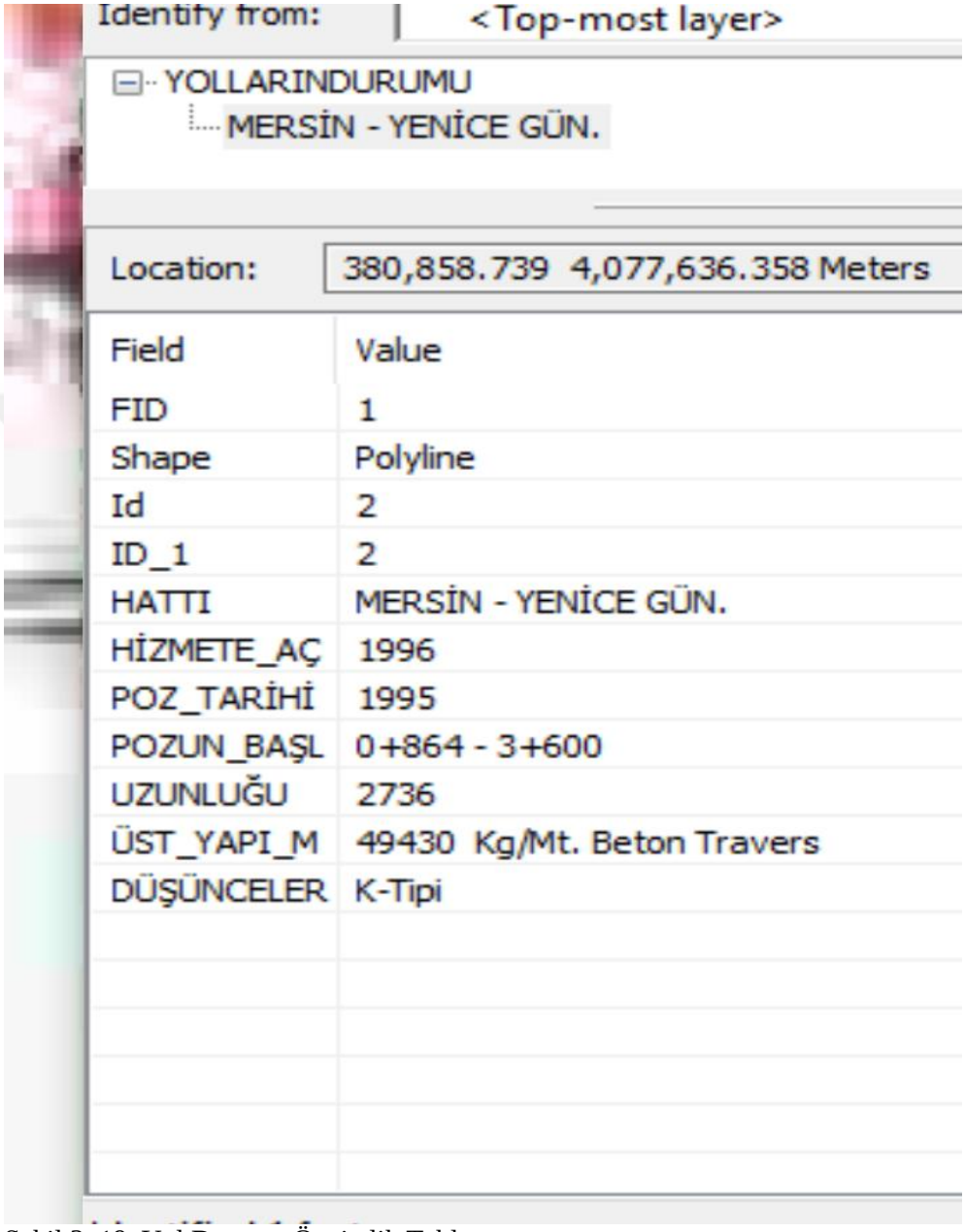
Şekil 3.16. Kurp Öznitelik Tablosu



Şekil 3.17. Makas Öznitelik Tablosu



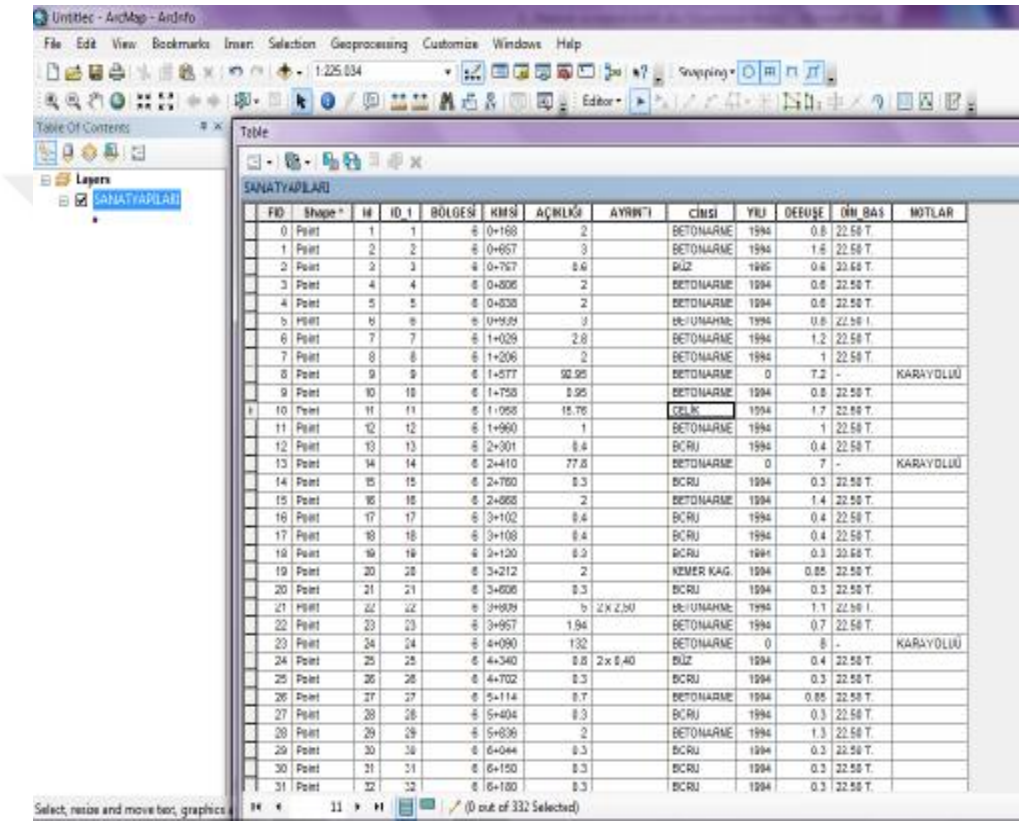
Şekil 3.18 Sanat Yapıları Öznitelik Tablosu



Şekil 3. 19. Yol Durumu Öznitelik Tablosu

3.2.2.5. Veri Girişleri

ArcCatalog yardımı ile Arcmap ortamında oluşturulan "Feature Class"lara ait verilerin kayıt altına alınabilmesi için tablolar hazırlanmıştır. Hazırlanan bu tablolara arazi ve büro çalışmalarından elde edilen veriler girilmiştir.

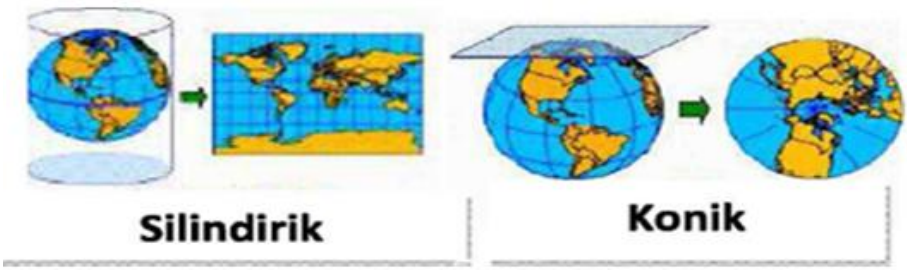


Şekil 3.20. Veritabanına veri girişi

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Adana – Mersin İstasyonları Arası Demiryolu İçin Coğrafi BilgiSistemi Uygulaması

Dünya yüzeyine ait herhangi bir kısmın veya bir parçanın, kuşbakışı görüntüsünün matematik yöntemlerle belli bir ölçeğe göre küçültülerek özel işaretleriyle bir düzlem üzerine çizilmiş bir örneğine harita denir. Bir yüzey üzerindeki bilgilerin matematik ve geometrik kurallardan yararlanarak harita düzlemine geçirilmesine harita projeksiyonu denir. Küresel şekildeki dünyanın, bozulmaksızın düz bir satıh üzerinde gösterilmesi olanaksızdır. İdeal bir harita; doğru şekilleri, sahaları, mesafeleri ve istikametleri içeren özelliklere sahip olmalıdır. Bu özelliklerin bazılarını kapsayan haritalar muhtelif projeksiyon uygulamaları ile üretilmiştir. Genel olarak 3 tip harita projeksiyonu bulunmaktadır. Bunlar düzlem, silindirik ve konik projeksiyonlar olarak adlandırılırlar.



Şekil.4.1. Projeksiyonlar

Herhangi bir meridyen dairesine teğet olarak geçirilen silindir ile elde edilen projeksiyona Transvers Merkator projeksiyonu denir. Buna Gauss-Kruger projeksiyonu da denir. Ülkemizde de kullanılan ve özellikle topografik haritaların üretiminde tercih edilen bir projeksiyondur. İkinci Dünya Savaşından sonra uluslararası ortak bir harita projeksiyonu kullanımı ihtiyacı doğmuş ve buna en uygun projeksiyonun Gauss-Krüger projeksiyonu olduğu anlaşılmıştır. Bu

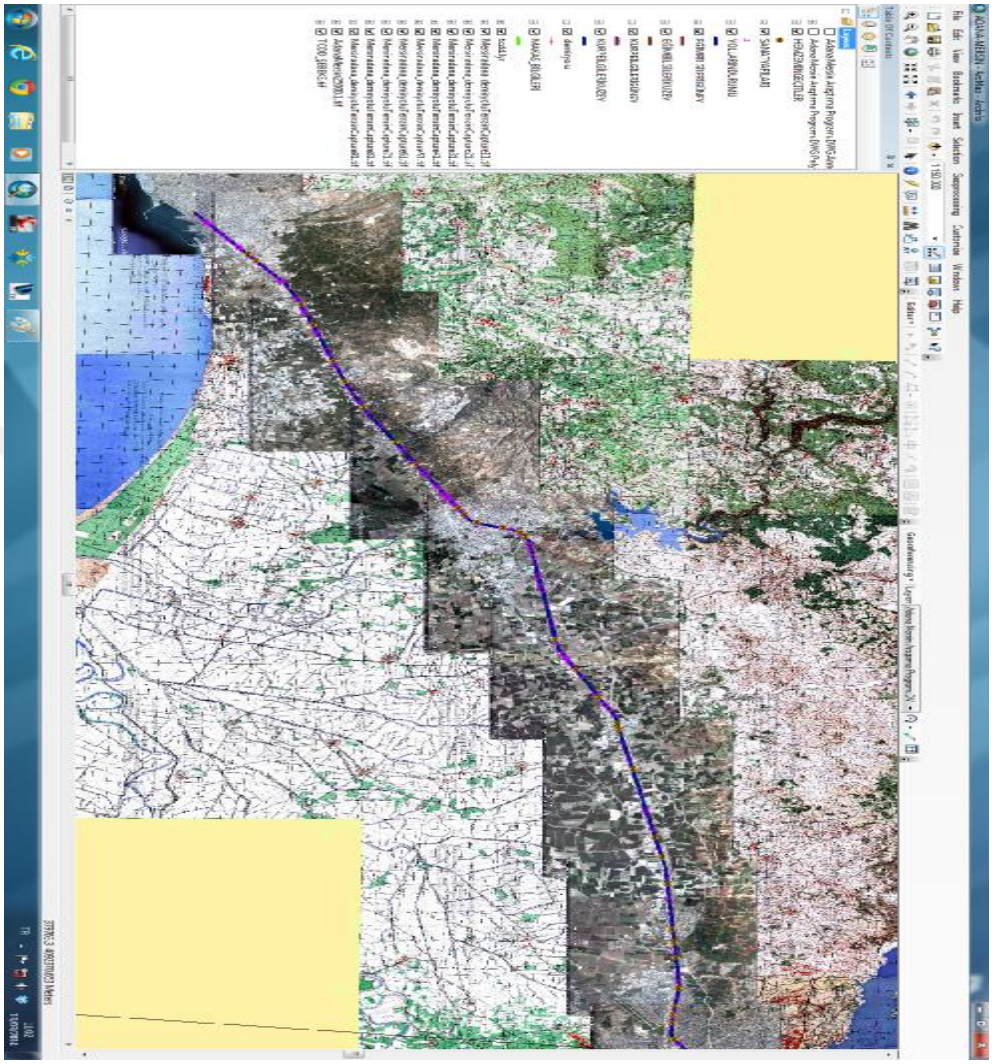
projeksiyonun uluslararası kullanımı için bazı değişiklikler yapılmış ve sonuçta Universal Transvers Merkator (UTM) projeksiyonu ortaya çıkmıştır. Teğet meridyeninden uzaklaştıkça hata oranı artmaktadır. Örneğin bir meridyenden 1,5 derece (130 km) uzaklıkta bulunan yer sathı üzerindeki 1.000 metrelik bir uzunluğun silindir üzerindeki izdüşümü biraz büyüyerek 1.000,22 metre olur. 3 derece uzaklıkta ise bu değer, 1.000,83 metreye çıkar. Diğer bir deyişle 83 santimlik bir hata meydana gelir. Daha fazla hatayı önlemek için haritalar, arazi parçaları 3 ve 6 derecelik dilimler halinde izdüşümleri çıkarılarak yapılır. 1:25.000 ve daha küçük ölçekli haritalarda dilim genişlikleri 6 derecedir. Büyük ölçekli (mikyaslı) haritalarda ise 3 derecedir. Bu projeksiyon tipi UTM GRID referans sisteminin esasıdır.

Yapılan bu çalışmada, GPS ve eldeki mevcut haritalar yardımıyla Adana-Mersin demiryolu hattı gezildi. GPS aletinin hafıza bölümünde dosya açılarak mevcut demiryolu hattının x,y,z değerleri tespit edildi, ayrıca mesafe ölçümü yapıldı ve bu veriler dosyaya kaydedildi. Bu arada demiryollarında mevcut bulunan sanat yapısı, üst yapı, hemzemin geçit, istasyonlara ait veriler, demiryolu hattında yapılan bakım ve yenileme çalışmaları, demiryolu hattının sahip olduğu eğim ve lase-kurp gibi gereken tüm varlıklar arazide başlangıç-bitiş noktalarında, sanat yapılarında ise mevcut bulunduğu noktada GPS ile nokta kaydı yapılarak demiryolu varlıklarının koordinatları ile yer tespiti yapıldı.

Adana-Mersin demiryolu hattını gösterir 1/25.000 ölçekli paftaların, 1/1.000.000 ölçekli TCDD şebeke haritasının ve 1/10.000 ölçekli Google Earth görüntülerinin işlenebilmesi için yeniden kooordinatlandırılması gerekliydi ve bu amaçla Topoğrafik harita ve TCDD şebeke haritalarının köşelerinde bulunan dört adet grid yardımıyla koordinatlandırılması yapıldı. Bu koordinatlandırma işleminde Affine dönüşümü kullanıldı. Koordinat değerleri verilen bu raster verilerin vektörel verileri elde edildi. Gerçek koordinat değerlerine gelen haritalara datum ve projeksiyon bilgileri girildi. Adana-Mersin demiryolu hattını kapsayan topoğrafik harita ve meşcere haritalarına verilen datum ve projeksiyon bilgileri ise;

Uluslararası Yersel Referans Koordinat Sistemi (ITRF-96) UTM 6^0 Zone: 36 N dir.

Arazide ve büroda bulunan bilgisayarlar eşzamanlı kullanılarak, çalışmalarda ihtiyaç duyulacak verilerin neler olduğu tespit edildi. Elde mevcut bulunan güncel olmayan topoğrafik harita ve Google Earth (GE) üzerinde gösterilmemiş bütün hemzemin geçit, istasyon ve sanat yapıları eksiksiz olarak kayıt altına alındı. Haritada mevcut veriler ve arazi gezisinde alınan notlar yardımı ile mevcut demiryoluna yakın bina ve işletmeler, ayrıca önemli noktalar da haritalara işlendi.



Şekil.4.2. CBS ortamında 1/25.000 ölçekli harita

Arazi çalışmaları tamamlandıktan sonra, GPS hafızasına kayıt edilen noktalar program yardımı ile bilgisayar ortamına aktarıldı ve bu noktalar baz alınarak mevcut demiryolu ve ona ait varlıkların çizimi tamamlandı. Çizimi tamamlanan demiryolu ve ona ait varlıklar NetCAD 5.1 programı ile AutoCAD ortamına aktarılmıştır. Son olarak AutoCAD ortamındaki veriler ArcCatalog arayüzü ile Arcmap ortamına aktarıldı. Demiryolları, kurp bilgileri, eğim bilgileri,

demiryolu durum bilgisi çizgi (polyline) olarak ve istasyonlar, sanat yapıları, hemzemin geçitler ise nokta (point) olarak tanımlandı.

CBS yardımıyla Adana-Mersin demiryolu hattının üstyapı bilgi sistemi veri tabanı oluşturulmuş ve oluşturulan veri tabanına arazi çalışmalarından elde veriler girilerek, mevcut demiryolunun niteliği belirlenmiş, ileride yapılması planlanan Bakım ve Yenileme çalışmalarına ışık tutulmuştur.

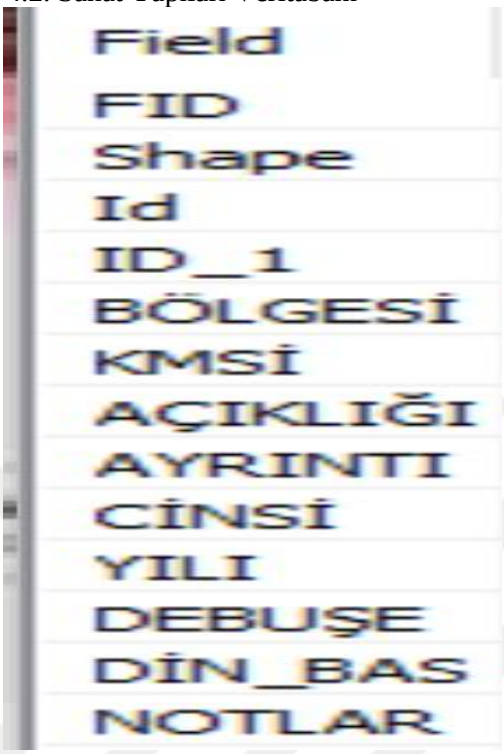
4.2. Veriler ve Veri Tabanı

Coğrafi bilgi sistemlerinin özelliğinden dolayı, her bir nesne için zaten bir veritabanı bulunmaktadır. Bu mevcut veritabanı üzerine performans tahmini ve optimizasyon modelleri için gerekli olan bilgilerin girilmesi gerekmektedir. Çalışmada daha önceden elde edilmiş veriler bulunduğu için mevcut veriler kullanılmıştır. Veri tabanında aşağıdaki bilgiler bulunmaktadır.

Çizelge 4.1. Hemzemin geçit Veritabanı

Field
FID
Shape
X
Y
HATTI
MİHVER_KM_
KAPLAMA_Cİ
AÇIKLIĞI___
KESDİĞİ_HA
TİPİ
VEREVLİK_A
24_SAATTE_
24_SAATTE1
DEMİR_YOLU
GÖRÜŞ__MES
BEKÇİ_ADED
AÇILIŞ_TAR
KAPANIŞ_TA
KARAYO_LUN
BULUNDUĞU_
NERELERİ_B

Çizelge 4.2. Sanat Yapıları Veritabanı



Çizelge 4.3. Eğim Veritabanı

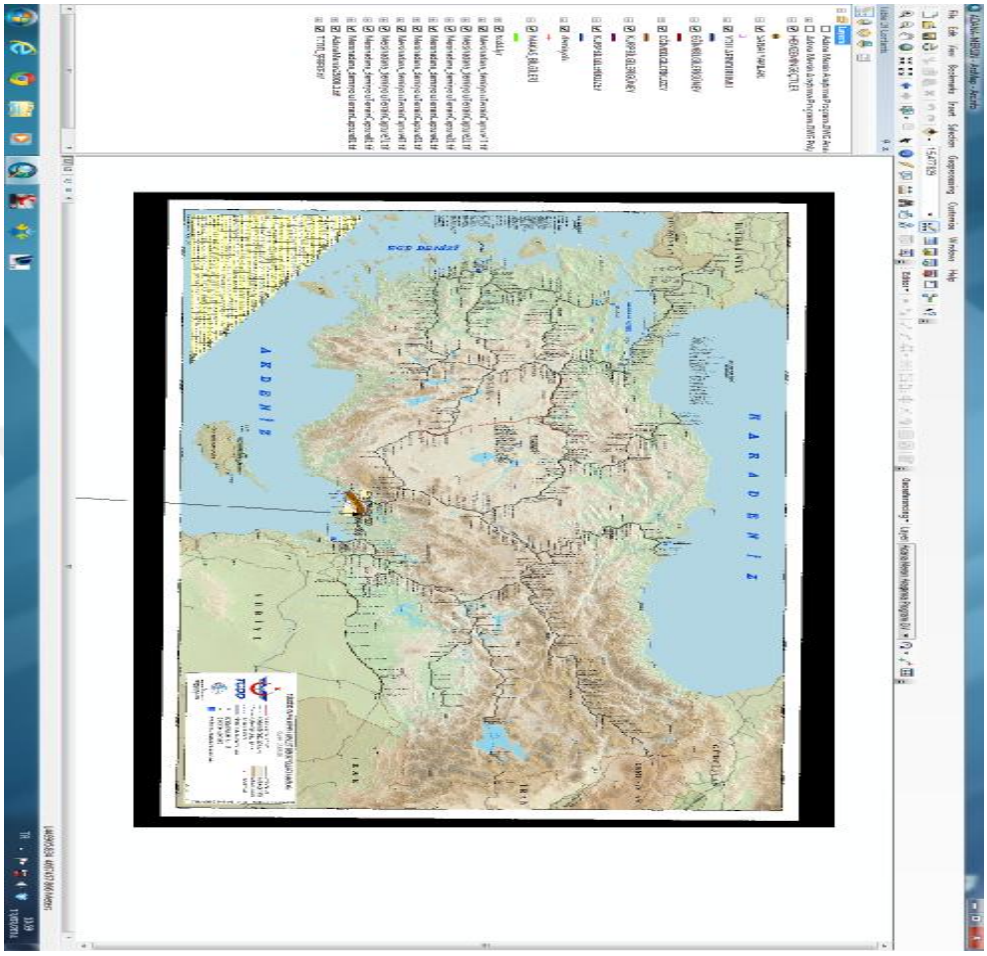
Field
FID
Shape
Id
ID_1
İSTASYONLA
km
ARAMESAFE
MEYİLDURUM
YÖN

Çizelge 4.4. Kurp Veritabanı

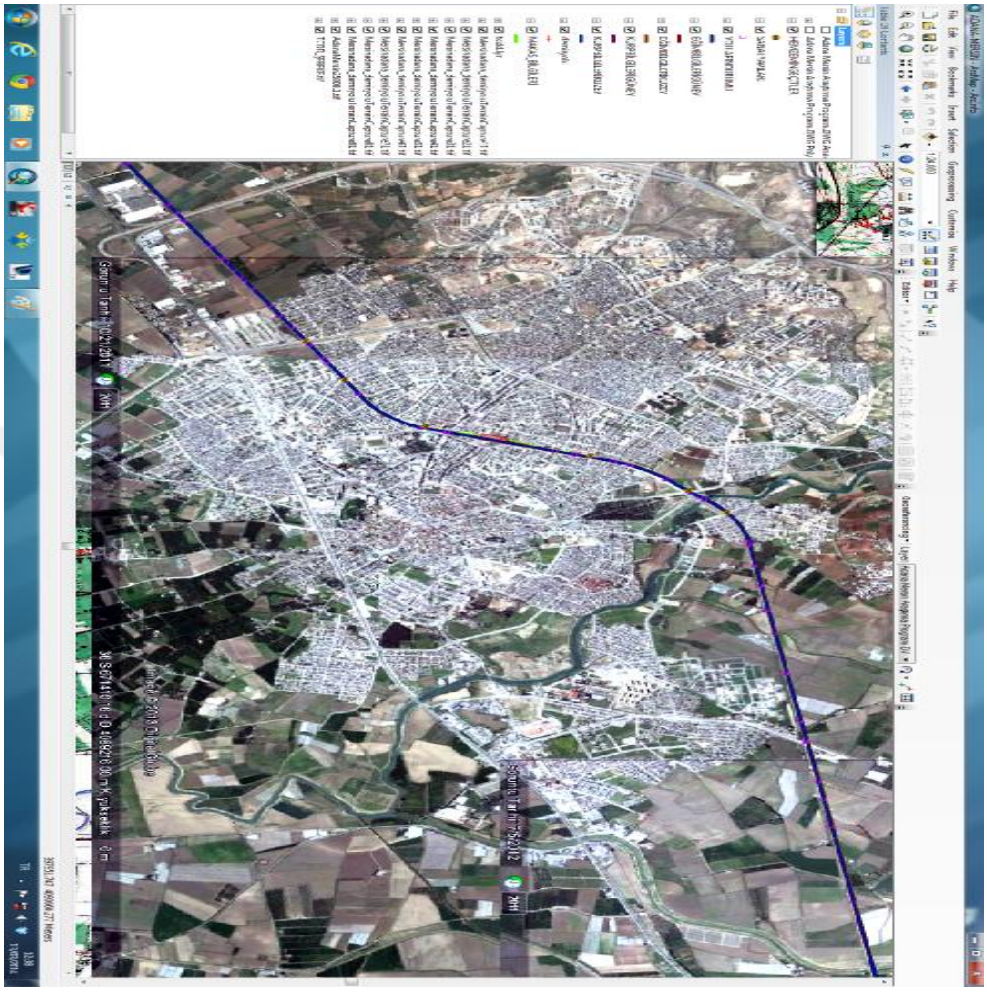
Field
FID
Shape
Id
ID_1
İSTASYONLA
PO_KLM
PF_KLM
L1_mt
PF_KLM1
PO_KLM1
L2_mt
YARIÇAP__R
DEVOLOPMAN
DEVER__h
HIZ_V
KURBUN_YÖN
DÜŞÜNCELER

Çizelge 4.5. Makas Veritabanı

Field
FID
Shape
OBJECTID
SHAPE_Leng
BÖLGESİ
HATTI
İSTASYON
İMALAT_NO
RAY_TİPİ
BAĞLANTI_T
TASNİFİ
İMALAT_TAR
FERŞ_TARİH
CONTA_KLM
NO_
CİHETİ
CİNSİ
UZUNLUĞU
A_MESAFE
B_MESAFE
MEYİL
R
DİL_ŞEKLİ



Şekil.4.3. CBS ortamında TCDD şebekesi

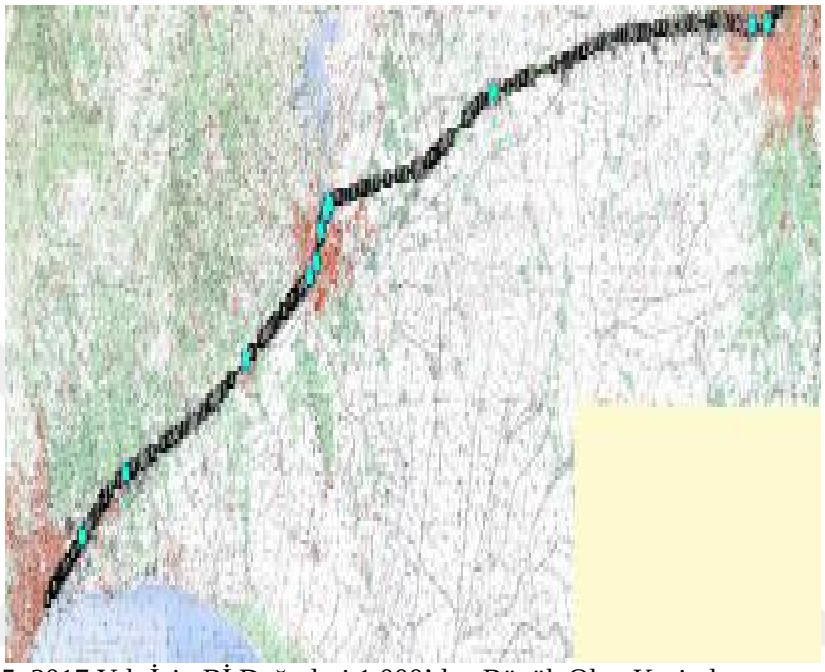


Şekil.4.4. Çalışma alanının CBS ortamında 1/10.000 ölçekli GE görüntüsü

4.3. CBS Kullanılarak Optimizasyon Çalışması ile Bakım ve Onarım Takviminin Belirlenmesi

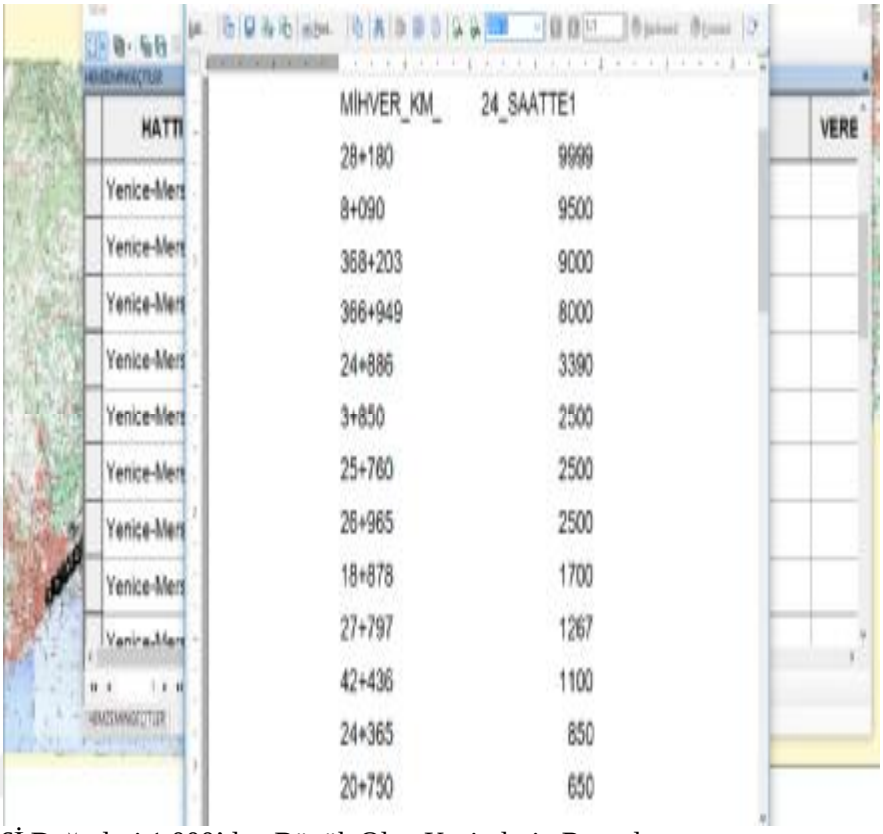
CBS ve ÜYS'nin vazgeçilmez bileşenlerinden olan sorgulama özelliği sayesinde Bakım ve Onarım (BO) takvimi belirlenebilecektir. Bu amaçla analizler yapılmıştır. 2017 yılı için tahmin edilen Hemzemin Geçit Bakım İndeksi (Bİ) değeri 1.000'dir. Şekil 4.5.'te örnek bir sorgulama ve sorgulama sonucu görülmektedir. Şekilde de görüldüğü gibi sorgulama sonrasında, sorguya uyan

sonuçlar ekran üzerinde mavi renkte görüntülenmiştir. Örnekte Bİ değerleri 1.000'den büyük olan kesimler sorgulanmıştır.



Şekil.4.5. 2017 Yılı İçin Bİ Değerleri 1.000'den Büyük Olan Kesimler

Şekil 4.6'da Bİ değerleri 1.000'den büyük olan kesimler sorgulanmış ve sorgulama sonucu bulunan Bİ değerleri raporlanmıştır. Hemzemin geçit Bİ değerlerine göre yapılması gerekenler 'Güvenlik açısından hemen Üst/Altgeçit yapılması gerekir' şeklindedir. Bİ değeri 1.000'den küçük kesimler ise kaplama cinsi değiştirilmelidir.



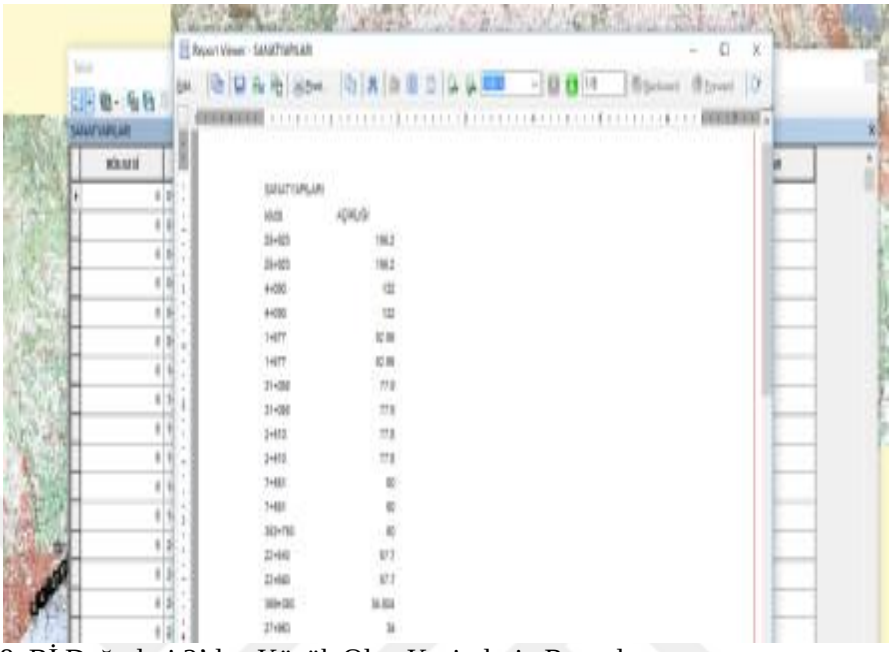
Şekil.4.6İ Değerleri 1.000'den Büyük Olan Kesimlerin Raporlanması

2017 yılı için tahmin edilen Sanat Yapısı Bakım İndeksi (Bİ) değeri 2'dir. Şekil 4.7.'de örnek bir sorgulama ve sorgulama sonucu görülmektedir. Şekilde de görüldüğü gibi sorgulama sonrasında, sorguya uyan sonuçlar ekran üzerinde mavi renkte görüntülenmiştir. Örnekte Bİ değerleri 2'den küçük olan kesimler sorgulanmıştır.



Şekil.4.7. 2017 Yılı İçin Bİ Değerleri 2'den Küçük Olan Kesimler

Şekil 4.8'de Bİ değerleri 2'den küçük olan kesimler sorgulanmış ve sorgulama sonucu bulunan Bİ değerleri raporlanmıştır. Sanat yapıları Bİ değerlerine göre yapılması gerekenler 'Debi hesabı açısından açıklığı 2 mt. olmalı' şeklindedir. Bİ değeri 2'den büyük kesimler ise kontrol altında tutulmalıdır.



Şekil.4.8. Bİ Değerleri 2’den Küçük Olan Kesimlerin Raporlanması

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Demiryollarının daha etkin ve verimli bir hale getirilmesi için uygun bir üstyapı yönetim sisteminin (Pavement Management System) oluşturulması gerekir. Üst yapı yönetim sisteminde amaç, uygun bir bilgi sistemi kullanarak uzun ve kısa dönemli planlamalar yapabilmektir. Demiryollarında üstyapı yönetim sisteminde en uygun bilgi sistemi mekana dayalı bir bilgi sistemi olan Coğrafi Bilgi Sistemleri'dir.

Ülke ekonomisinin gelişmesi, etkin bir şekilde kurulmuş ulaştırma ağına bağlıdır. Ulaştırma ağının etkin bir şekilde işletilebilmesi için çok iyi bir yönetim sisteminin oluşturulması ve bu yönetim sisteminin uygun bir şekilde uygulanması gerekmektedir.

Karayolu, havayolu ve diğer ulaştırma sistemlerinde olduğu gibi demiryolu ulaşım sisteminden de tam verim alınabilmesi için demiryolu ulaştırma ağının içerisindeki varlıkların etkin bir şekilde kullanılacak yönetim sisteminin oluşturulması gerekmektedir. Ayrıca bu yönetim sistemi içerisindeki veri tabanının genişliği ve doğruluğu uzun ve kısa vadeli kararların sonuçlarını etkiler.

Demiryolu üzerinden geçen ağır ve yüksek hızlı araçların etkisi dikkate alındığında demiryolu hattının çok narin bir yapıda olduğu görülür. Bu durum demiryolu hattına yapılacak bakımın ve yenilemenin ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Geleneksel demiryolu hattında, hareket halindeki trenlerin sebep olduğu dinamik kuvvetler balast tabakası ve diğer bileşenler arasındaki bir çeşit etkileşimle emilir. Bileşenler arasındaki bu etkileşim doğal olarak zamanla artar. Hareket halindeki ağır yükler balastın bozulmasına, kaybına, hat bileşenlerinin aşınmasına ve parçalanmasına sebep olurlar. Yağmur, sel ve rüzgar gibi doğa olayları, hattın yapısı ve bileşenleri üzerinde olumsuz etkilere sebep olduğundan sürekli bir bakımı gerektirirler.

Demiryolu hattı üzerinde yapılacak bakım ve yenileme (BY) faaliyetleri, minimum maliyetler ile güvenlik ve kalite standartlarını sağlayan tüm bakım ve yenileme faaliyetlerini içerisinde bulundurmalıdır.

Demiryolu hattı üzerinde yapılacak bakım ve yenileme (BY) faaliyetlerinin maliyeti oldukça yüksektir. BY çalışmalarında yapılan masrafların minimize edilebilmesi için hat bakımından sorumlu mühendislerin hatla ilgili yeterli veriye sahip olmaları gerekmektedir. Mevcut veriler yardımı ile yapılacak bilgisayar destekli çalışmalar, BY programlarını daha etkin hale getirir. Bilgisayar destekli BY çalışmaları ayrıca, etkin bir demiryolu üstyapı yönetim sistemi için de gereklidir.

Demiryollarında BY çalışmalarında etkinliğin ve verimliliğin sağlanması için uygun yönetim sistemlerine ihtiyaç vardır. BY çalışmalarında bilgi sistemleri kullanılarak çalışmalardan beklenen etkinlik sağlanabilir. Şayet kullanılan bilgi sistemi hem grafik hem de grafik olmayan verileri kapsıyorsa sistemden elde edilecek fayda daha da büyük olmaktadır. Konumsal analizler yapan bir bilgi sistemi kullanılarak BY çalışmaları yapılan demiryolu hattı kesimleri görsel ortamda değerlendirilebilmekte ve hazırlanan grafik raporlarla her bilgi düzeyindeki insanlara kolay bir şekilde ulaşılabilmektedir. Konumsal bir bilgi sistemi olan Coğrafi Bilgi Sistemleri'ni demiryolu hattı BY çalışmalarında bir karar destek sistemi olarak kullanmak mümkün olmaktadır. CBS kullanılarak; demiryoluna geçmişte yapılan BY çalışmaları sorgulanabilmekte, demiryolları altyapı ve üstyapı verileriyle değerlendirilebilmekte ve kullanılan CBS programı altyapısı ile uygulama yazılımları geliştirerek amaç doğrultusunda analizler yapılabilmektedir.

Oluşturulan sistemde hat kesimine ait üstyapı varlıklarının özniteliklerini içeren bir veri tabanı vardır. Bu veri tabanı sayesinde gelecekte yapılacak olan BY çalışma programları ile ilgili altyapı oluşturulmaktadır. Hat kesimine ait üstyapı varlıklarının belli zaman aralıklarında ölçümleri ile elde edilen veriler, hattın gelecekteki davranışı hakkında belirleyici olacaktır. Eğer her bir parametre için

sınır değerler önceden belirlenerek, elde edilen bu bilgilerle herhangi bir parametrenin kendi eşik değerini ne zaman geçeceği rahatlıkla tahmin edilebilir. Bu şekilde etkin ve maliyetleri düşürülmüş uygun BY programları hazırlanabilir.

Çalışmada Hemzemin Geçit Bakım İndeksi (Bİ) değeri 1.000'dir. Bİ değerleri 1.000'den büyük olan kesimler sorgulanmış ve sorgulama sonucu bulunan Bİ değerleri raporlanmıştır. Raporlama sonucu 11 adet hemzemin geçit Bİ'si 1.000'den büyüktür. Hemzemin Geçit Bİ değerlerine göre yapılması gerekenler 'Güvenlik açısından hemen Üst/Altgeçit yapılması gerekir' şeklindedir. Bİ değeri 1.000'den küçük kesimler ise kaplama cinsi değiştirilmelidir.

2017 yılı için tahmin edilen Sanat Yapısı Bakım İndeksi (Bİ) değeri 2'dir. Örnekte Bİ değerleri 2'den küçük olan kesimler sorgulanmıştır. Bİ değerleri 2'den küçük olan kesimler sorgulanmış ve sorgulama sonucu bulunan Bİ değerleri raporlanmıştır. Bİ değeri 2'den küçük 183 adet sanat yapısı vardır. Bİ değerlerine göre yapılması gerekenler 'Debi hesabı açısından açıklığı 2 mt. olmalı' şeklindedir. Bİ değeri 2'den büyük kesimler ise kontrol altında tutulmalıdır.

CBS yardımı ile oluşturulan demiryolu mekânsal veri tabanı sayesinde, demiryolu üzerinde meydana gelen tüm olaylara bir tuş ile ulaşılabilmektedir. Gelişen internet teknolojisi sayesinde, internet üzerinden bu bilgilere kolay bir şekilde ulaşılması da sağlanabilir. Bu sisteme kısıtlamalar konarak, belirli kullanıcıların özel bilgilere ulaşması sağlanır. İnternetin hızı sayesinde, ilgili Yol Bakım Onarım (YBO) şube şefliği veya YBO şube müdürlüğü sorumluluğu dahilindeki yerlerle ilgili verileri diğer YBO şube şefliği veya YBO şube müdürlüğü ile kolayca paylaşılabilir.

5.1. Öneriler

- Ülkemizdeki farklı türlerdeki ve farklı etkiler altındaki demiryolları için düzenli ölçümler yapılmalı ve bu ölçümlerden elde edilen veriler kullanılarak farklı performans tahmin modelleri geliştirilmelidir.

- Üstyapı yönetim sistemi çalışması hiçbir zaman bitmeyecek uzun soluklu çalışmalar olduğundan yapılan model ve veri tabanı çalışmalarının mutlaka takibinin yapılması ve sürekli güncel tutulması, doğru değerlendirme için son derece önemlidir.
- Daha faydalı üstyapı yönetim sistemleri için; dünyadaki CBS konusundaki yenilikler, geliştirilen yazılımlar takip edilmeli ve bunlar temin edilerek aktif bir şekilde kullanılmalıdır.
- Veri tabanına esas teşkil eden verilerden, özellikle performans verilerinin elde edilmesinde kullanılan araçlardan sadece kısıtlı adette mevcuttur. Bu aracın tüm Türkiye'ye ait verileri ölçmesi ve bunların değerlendirilmesi oldukça zaman alıcı olmaktadır. Ayrıca aracın arıza yapması ve kalibrasyonunda sorun çıkması durumlarında yapılan çalışmalar sekteye uğrayabilecektir. Bu nedenle mutlaka bu araçtan mümkünse her bölgeye bir adet temin edilmesi, kullanacak personelin bu konuda özel olarak eğitilmesi son derece yararlı olacak, her bölgenin kendi verisini İnternet üzerinde sisteme girmesi ile de zaman kazanılabilecektir.

KAYNAKLAR

Abaza, K. A., Ashur, S.A., Al-Khatib, I.A., 2004. Integrated Pavement Management System with a Markovian Prediction Model, Journal of Transportation Engineering, 130(1), 24-33.

Adedimila, A.S., Olutaiwo, A.O., Kehinde, O., 2009. Matlab Uygulaması Kullanılarak Gelişen Bir Ülke için Basitleştirilmiş Bir Üstyapı Bilgi ve Yönetim Sisteminde Tematik Görüntüler Oluşturulması. Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology, 1(2): 1-5.

Akın, D., Eryılmaz, Y., 2001, Coğrafi Bilgi Sistemi Destekli Trafik Kaza Analizi, Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, Fatih Üniversitesi, İstanbul.

Alam, J.B., Nahar, T. and Shaha, B., 2008. Coğrafi Bilgi Sistemiyle Ulusal Karayolunun Değerlendirilmesi. Civil and Environmental Engineering Department, Shahjalal University of Science and Technology, Sylhet, Bangladesh.

Alpkokin, P.,Güler, H., Kaçmaz, S., 2004, Sixth International Congress on Advances in Civil Engineering, Istanbul, s. 1713-1719

Amado V., 2000. Expanding the Use of Pavement Management Data, 2000 MTC Transportation Scholars Conference, Ames / Iowa. American Society for Testing and Materials.

Arıca, N., Uslu, O., (2009), Coğrafi Bilgi Sistemi Teknolojileri Kullanılarak Karayolu Bilgi Sistemi Oluşturulması. TMMOB, Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 02-06 Kasım 2009, İzmir.

Atik, T., 2006, Türkiye'de Demiryolu Politikaları,Uluslar arası Demiryolu Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Ankara, s.72.

Aybar, I., 1938, Demiryolu Tarihine Bir Bakış, Demiryolları Dergisi, C.14, Sayı: 164-165, s.844.

Ay, S., 2001. Antalya Bölgesindeki Devlet Yollarının Üstyapı Performanslarının Analizi ve İyileştirme Çalışmaları, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Antalya.

Carnahan, J. V., Davis, W. J., Shahin, M. Y., Keane, P. L., Wu, M. I., 1986. Optimal maintenance decisions for pavement management, ASCE Journal of Transportation Engineering, 113(5), 554-572.

Colucci-Rios, B., Sinha, K. C., 1985. Optimal pavement management approach using roughness measurements, Transportation Research Record, 1048, Transportation Research Board, National research Council, Washington, DC, 14-23.

Conker, O., 1936, Devlet Demiryolları ve Ulusal Ekonomi, Demiryolu Dergisi, C.12, Sayı: 135- 136, s.126.

Çolak, F., 1997, Türkiye'de Demiryolu Ulaşımı (1880-1940), Türk Dünyası Araştırmaları Vakfı, Sayı:111, s.27.

Daniel, L., Loree, P., and Whitener, A., (2001). *Inside MapInfo Professional*, 100-50, Onword Press, Albany, NY.

Earl, E., 1932, Türkiye Büyük Devletler ve Bağdat Demiryollarına Dair Bir Tetkik, Demiryollar Dergisi, Çev: Münir Reşit , C.8.,Sayı:89-90,s.328.

Engin, V., 1993, Rumeli Demiryolları, Eren Yayıncılık,İstanbul, s.17.

Ergun, M., Güler, H., Delice, Y., Çalışkan, N., 2004 GIS-Based Transportation İnfrastructure Management Systems Of İstanbul, 24th Urban Data Management Symposium, Venice, Italya, 27-29 Ekim, s. 8.33-8.43.

Esveld, C., 2001 .Modern Railway Track., Second Edition, MRT Productions, s. 349-612.

Esveld, C., 1997. Innovation for The Control Of Infrasture Maintenance, Rail International, February, pp.23-26.

Ferit,M., Mecmuamız, 1934, Demiryollarımız, Büyük Bayramımız, Demiryolları Dergisi, C.: 10, Sayı: 109- 110, s.45.

Fwa, T. F., Sinha, K. C., 1986. Routine maintenance and pavement performance, ASCE Journal of Transportation Engineering, 112(4), 329-344.

Gunaratne, M., Chameaut, J. L., Altschaefflf, A. G., 1985. Üstyapı Yönetiminde Bulanık Çoklu-Nitelikli Karar Verme. Civ. Engng Syst. Vol. 2. September.

Güler, H., Kaçmaz, S., 2003. Demiryollarında Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanılması, *İMO Ulaştırma Politikaları Kongresi*, 16-17 Ekim, s. 183-191.

Güler, H., Evren, G., Jovanovic, S., 2004b. Application of Geographic Information Systems for Railway Track Maintenance and Renewal Management, 10th World Conference on Transport Research, Istanbul, Turkey, July 4–8, pp. 158.1-158.14.

Gülsoy, U., 1994, Hicaz Demiryolu, Eren Yay., İstanbul, s.31-32.

Haas, R., Cheetham, A., 1982. Combined Priority Programming Of Maintenance and Rehabilitation f

İşlem Şirketler Grubu, 2004. ArcGIS Eğitim Dokümanı, Ankara

Jung, F. W., Kher, R. K., Phang,W. A., 1976. Subsystem for Predicting Flexible Pavement Performance, Highway Research Record, 15-29.

Keçeci, H., 1945, İlk Lokomotifi Yapan George Stephenson, Demiryolları Dergisi, C.:21, Sayı: 248-250, s. 9.

Kerala State Transport Project. 2011. Transport Unit Sustainable Development Unit South Asia Region ", Erişim Tarihi: .12.10.2011. http://www.keralapwd.gov

Kohn, S. D., Shahin, M. Y., 1982. Economic analysis of field implementation of Paver pavement management system, Transportation Research Record, 846,61-71.

Li, Q., Xie, F., 2010. CBS Tabanlı Otoyol Bakım Karar Destek Sistemi. WASE International Conference on Information Engineering.

Lytton, R. L., 1987. Concepts of pavement performance prediction and modeling, Proc. Of Second North American Conf. on Managing Pavements, 2,4-19, Canada.

Madelin, K.B., 2000. İngiltere'de Bakım Yönetimindeki Gelişmeler. International Journal of Pavement Engineering.

Markov, M. J., Brademeyer, B. D., Sherwood, J., Kenis, W. J., 1987. The Economic Optimization of Pavement Maintenance and Rehabilitation Policy, Proc. of Second North American Conf. on Managing Pavements, 170-182, Canada.

Moavenzadeh, F., 1976. Stochastic model for prediction of pavement performance, Transportation Research Record, 575, 56-73.

Morova, N., Şener, E., Terzi, S., 2011. Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Isparta İli 112 Ambulans İstasyonlarının Hizmet Alanlarının Sorgulanması ve Optimum Yol Güzergâhlarının Belirlenmesi, SDÜ Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi, 3(3), 1-13.

Murthy, T.K.S, Lawrence, L.S and Rivier, R.E, 1987. Computers in Railway Management,British Library Cataloguing in Publication Data, Great Britain, pp. 161-178 and pp. 203-216.

Onur, A., 1953, Türkiye Demiryolları Tarihi (1860-1953), Kara Kuvvetleri Komutanlığı İstanbul Askeri Basımevi, s.5.

Ortuzar, J. de D. & Willumsen, L. G., *Modelling Transport*, John Wiley and Sons, New York, pp. 250-300, 1990.

Özcan, M.,1957, Cumhuriyetimizin 34.Yıldönümünde; Demiryol Tarihimize Bir Bakış", Demiryolları Dergisi, Sayı: 381,C:6, s.11.

Özdemir, M., 2000, Mütareke ve Kurtuluş Savaşı Başlangıç Döneminde Türk Demiryolları Yapısal Ekonomik Sorunlar (1918-1920), Kültür Bakanlığı Yayınları, Ankara, s.18.,

Özyüksel, M., Anadolu ve Bağdat Demiryolları, Osmanlı-İktisad, Yeni Türkiye Yayınları, C.:3, Ankara, s.665.

Pamuk, Ş., 1994, Türkiye'deki İlk Demiryolu:İzmir- Aydın, Toplumsal Tarih**,** s.35.

Pantha, B.R., Yatabe, R., Bhandary, N.P., 2010. CBS Tabanlı Karayolu Bakım Önceliklendirme Modeli: Nepal Dağlarında Karayolu Bakımı için Entegre Bir Yaklaşım. Journal of Transport Geography, 18, 426–433.

Pedigo, R. D., Hudson, W. R., 1982. Simplified pavement management at the network level, Transportation Research Record, 846,30-39.

Rada, G., R., Perl, J., Witczak, W., 1985. Integrated model for project-level management of flexible pavements, ASCE Journal of Transportation Engineering, 112(4), 381-399.

Riggins, M., Lytton, R. L., Garcia-Diaz, A., 1985. Developing stochastic flexible pavement distress and serviceability equations, Transportation Research Record, 1048, 1-7.

Shahin, M. Y., Becker, J. M., 1984. Development of performance prediction models for airfield pavements, Transportation Research Record, 985,25-33.

Sharaf, E. A., Sinha, K. C., 1984a. Estimation of pavement routine maintenance costs, Transportation Research Record, 981,55-58.

Sharaf, E. A., Sinha, K. C., 1984b. Analysis of Pavement Routine Maintenance Activities in Indiana, Transportation Research Record, 985,19-24.

Shekharan, A. R., 2000. Solution of Pavement Deterioration Equations by Genetic Algorithms, Transportation Research Record 1699 Paper No. 00-0254, 101-106.

Silva, F.M., Dam, T.J.V., Bulleit, W. M. and Ylitalo, R., 2000. Proposed Pavement Performance Models for Local Government Agencies in Michigan, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 1699, 81-86.

Steiner, H. M., Lynch, R. J., 1980. Priority-Setting method for road maintenance, Transportation Research Record, 774:7-11.

Templeton, J., Lytton, R. L., Garcia-Diaz, A., 1985. Network sampling to estimate distribution of pavement condition and costs, Transportation Research Record, 1048,83- 90.

Thill, J.C., 2000, Georaphic Information Systems for Transportation in Perspective, Transportation Research Part C, V. 8, pp. 3-12.

Toydemir, S., 1952, Tarihe Karışan Hat Mudanya-Bursa, Demiryolları Dergisi, s.16.

Uddin, W., Al-Turk, E., Aug 10-14, 2001. Airborne LIDAR Digital Terrain Mapping for Transportation Infrastructure Asset Management, 5TH International Conference on Managing Pavements, Seattle.

URL-1. www.koeri.boun.edu.tr/jeodezi/dosyalar/files/CBS BUKRDAE GED.pdf (13/09/2014, 11:50).

URL-2. http://www.gislab.ktu.edu.tr/gisnedir/cbs.htm (13/09/2014, 12:40).

URL-3. http://tr.wikipedia.org/wiki/Harita projeksiyonu (15/09/2014, 09:50).

Vadakpat, G., Stoffels, S., and Dixon, K., 2000. Road User Cost Models for Network Level Pavement Management, Transportation Research Record 1699, Paper No. 00-0377, 49-57.

Yerasimos, S., 1980, Az Gelişmişlik Sürecinde Türkiye- Bizans'dan 1971'e, Türkçeye Çev.,Babür Kuzucu, Gözlem Yay.,İstanbul, s.310-313.

Wang K. C. P., 2000. Design and Implementations of Automated Systems for Pavement Surface Distress Survey, Journal of Infrastructure Systems, 6(1), 24-34.

Witczak, M. W., 1976. Pavement Performance Models, Volume I, Repeated Load Fracture of Pavement Systems, U. S. Army Engineer Waterways Experiment Station Soils and Pavements Laboratory P.O. Box 631, Vicksburg, Miss. 39180.

Wittwer, E., Bittner J., Switzer, A., (2002) .The Fourth National Transportation

Asset Management Workshop., International Journal of Transport Management, 1, pp. 87-99.

White, D.L, 1998. Statistical Characterization of Vehicle and Track Interaction Using Rail Vehicle Response and Track Geometry Measurements, A Master of Science in Mechanical Engineering, Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University.

Zimmerman, K. A., Kurt, D. S. and Max, G.G., 2000. Applying Economic Concepts from Life-Cycle Cost Analysis to Pavement Management Analysis, Transportation Research Record 1699 Paper No. 00-1351.

ÖZGEÇMİŞ

25/06/1985 yılında Tarsus'ta doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Tarsus'ta tamamladı. 2004 yılında başladığı İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Jeodezi ve Fotogrametri Bölümü'nden 2009 yılında mezun oldu. 2011 yılında TCDD 6. Bölge Müdürlüğünde harita mühendisi olarak çalışmaya başladı. Halen bu görevi sürdürmektedir. Aynı yıl Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalına giriş yaptı. Evli ve üç çocuk babasıdır.