

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İNTERNET ORTAMINDA ÇOĞULORTAM DESTEKLİ
CBS UYGULAMALARI VE JEODEZİK ALTYAPI
(UYGULAMA: TARİHİ ESERLERİN DOKÜMANTASYONU)**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müh. Caner GÜNEY

Anabilim Dalı : JEODEZİ VE FOTOGRAMETRİ MÜHENDİSLİĞİ

Programı : JEODEZİ VE FOTOGRAMETRİ MÜHENDİSLİĞİ

MAYIS 2002

**İNTERNET ORTAMINDA ÇOĞULORTAM DESTEKLİ
CBS UYGULAMALARI VE JEODEZİK ALTYAPI
(UYGULAMA: TARİHİ ESERLERİN DOKÜMANTASYONU)**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Müh. Caner GÜNEY
501991070**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 13 Mayıs 2002
Tezin Savunulduğu Tarih : 28 Mayıs 2002**

**Tez Danışmanı : Doç. Dr. Rahmi Nurhan ÇELİK
Diğer Jüri Üyeleri Doç. Dr. Zübeyde ALKIŞ (Y.T.Ü.)
Doç. Dr. Necla ULUĞTEKİN (İ.T.Ü.)**

MAYIS 2002

ÖNSÖZ

Günümüzde farklı disiplinler, insanoğlu ile ilgili problemler ve olaylar üzerine birlikte çalışmaya başlamışlardır. Bu sayede de birçok alanda büyük gelişmeler yaşanmaktadır. Bu projede de birçok disiplin birlikte geçmişe ışık tutmaya çalışmaktadır. Yapılan çalışmalar ile güçlü bir ışık kaynağı üretilmiştir. Fakat bu ışık kaynağı sadece iki kaleyi aydınlatabilmektedir. Bu çalışmada üretilen ışığın diğer kültürel miraslarımıza da yansıtılabilmesi dileğiyle...

Çalışmalarım sırasında değerli bilgilerinden, tükenmek bilmeyen fikirlerinden ve enerjisinden, mesleğe olan aşkımdan, hayata olumlu bakışından çok şey öğrendiğim ve kendisinden her zaman destek gördüğüm danışman hocam, sayın Doç. Dr. Rahmi Nurhan ÇELİK'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında her zaman destek olan, mesleki bilgisiyle projeye çok büyük katkılar koyan, kişiliğiyle de çalışmalarını renklendiren çok değerli mesai arkadaşım Araş. Gör. Yük. Müh. Bihter ÖZÖNER'e özel olarak teşekkür ederim.

İTÜ Jeodezi Anabilim Dalı'nın tüm öğretim elemanı kadrosuna, başta projeye verdiği destekten ötürü sayın hocam Prof. Dr. Tevfik AYAN'a, sonrasında projede görev alan Araş. Gör. Yük. Müh. Tevfik ÖZLÜDEMİR, Araş. Gör. Yük. Müh. Serdar EROL ve Araş. Gör. Yük. Müh. Orhan AKYILMAZ'a yardımlarından ve desteklerinden dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Bilgileriyle çalışmama destek olan ve projenin fotogrametrik kısmını yürüten en şeker fotogrametristi sayın hocam Doç. Dr. Dursun Zafer ŞEKER'e teşekkürlerimi sunarım.

Sorularıma kapısı her zaman açık olan, bilgilerini paylaşmaktan kaçınmayan sayın hocam Doç. Dr. Necla ULUĞTEKİN'e gösterdiği sabır ve ilgiden dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Seddülbahir-Kumkale Projesi'nde birlikte çalışmaktan büyük haz aldığım ve çok şey öğrendiğim "kaletakimina", başta proje liderimiz sayın Doç. Dr. Lucienne THYS-ŞENOCAK'a ve diğer takım arkadaşlarım mimarlar Yük. Mim. Günder VARİNLİOĞLU ve Yük. Mim. Arzu ÖZŞAVAŞCI'ya, arkeolog Bensen ÜNLÜOĞLU'na (MA), sözlü tarih çalışmalarını yürüten Ceren CENKER'e (MA), Osmanlı tarihçisi Hasan Karataş'a (MA) gösterdikleri yakınlıktan ve verdikleri destekten dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Zamanlarının büyük kısmını bu projeye ayıran Jeodezi Anabilim Dalı asistan öğrencileri Mehmet DUMAN ve Kubilay UYLU'ya gösterdikleri ilgiden ve sabırdan dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Verdikleri destek ile her zaman yanımda olduklarını hissettiğim sevgili aileme teşekkürlerimi sunarım.

Bu derece kapsamlı bir projenin başarı ile gerçekleştirilmesi yeterli bir bütçeye sahip olunması ile mümkün olmaktadır. Çalışmanın bu aşamaya gelmesinde bize yardımlarını esirgemeyen National Endowment for the Humanities, the Max van Berchem Foundation, The American Research Institute in Turkey, Vehbi Koç Vakfı kuruluşlarına, yüksek teknolojili ölçme donanımlarını bize sağlayan Leica-Sistem ve Teknik Hizmetler Sanayi Anonim Şirketine ve projede emeği geçen herkese teşekkürlerimi sunarım.

MAYIS 2002

Caner GÜNEY

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	ii
KISALTMALAR	v
TABLO LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
ÖZET	viii
SUMMARY	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Genel	1
1.2. Çalışmanın Amacı	5
1.3. Ölçme Kampanyaları Hakkında	6
2. JEODEZİK ALTYAPI & JEODEZİK ÖLÇMELER	7
2.1. Projenin Jeodezik Altyapısı	7
2.1.1. Jeodezik Koordinat Sistemi ve Datumu	7
2.1.2. Jeodezik Ağın Tasarımı	9
2.1.3. Uygulanan Ölçme Yöntemleri ve Kullanılan Ölçme Donanımı	10
2.1.4. Kontrol Ağı Ölçülerinin Değerlendirilmesi	13
2.2. Topografyanın Ölçülmesi	14
2.2.1. Uygulanan Ölçme Yöntemleri ve Kullanılan Ölçme Donanımı	14
2.2.2. Ölçmelerin Değerlendirilmesi ve Sayısal Arazi Modellerinin Oluşturulması	16
2.3. Tarihi Yapıların Detay Ölçmeleri	18
2.3.1. Uygulanan Ölçme Yöntemleri ve Kullanılan Ölçme Donanımı	18
2.3.2. Ölçmelerin Değerlendirilmesi	23
2.3.3. 2D & 3D Verilerin Sunumu ve Mimari Planların Üretilmesi	25
3. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ UYGULAMALARININ GELİŞTİRİLMESİ	27
3.1. Coğrafi Bilgi Sistemi Uygulamalarının Altyapısı	27
3.2. Metodoloji	30
3.2.1. Konumsal Olmayan Verilerin Elde Edilmesi	33
3.3. Sorgulamalar ve Analizler	36
3.4. Çoğulortam Uygulamaları	37
3.5. Örnek Uygulama: Kumkale Mezarlığı Bilgi Sistemi	41
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	53
KAYNAKLAR	58
ÖZGEÇMİŞ	61

KISALTMALAR

CAD	: Computer Aided Design
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
DEM	: Digital Elevation Model
DTM	: Digital Terrain Model
ED50	: European Datum 1950
GIS	: Geographic Information System
GPS	: Global Positioning System
IGS	: International GPS Service
ISO	: International Standard Office
İSTA	: İstanbul
ITRF	: International Terrestrial Reference Frame
İTÜ	: İstanbul Teknik Üniversitesi
RTK	: Real Time Kinematic
SGS	: Stop and Go Survey
SQL	: Structured Query Language
TIN	: Triangulated Irregular Network
TPS	: Terrestrial Positioning System
TUTGA	: Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı
WGS84	: World Geodetic System 1984
VRML	: Virtual Reality Modeling Language

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.1. Ölçme Kampanyaları	6

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1 : Çanakkale Boğazı, Kumkale ve Seddülbahir Kaleleri.....	3
Şekil 2.1 : Kumkale ve Seddülbahir kalelerinin TUTGA'ya bağlantı ölçmeleri.....	11
Şekil 2.2 : Kumkale Jeodezik Kontrol Ağı.....	12
Şekil 2.3 : Kumkale Mezarlığı için üretilen topografik harita.....	15
Şekil 2.4 : GPS tekniği kullanılarak yapılan detay alımı.....	19
Şekil 2.5 : TPS tekniği kullanılarak yapılan detay alımı.....	20
Şekil 2.6 : Düşeye çevrilmiş fotogrametrik resim üzerinden yapılan taş çizimi.....	21
Şekil 2.7 : Mimarların ne kadar büyük ölçekli ve detaylı çalıştığını gösteren plan.....	22
Şekil 2.8 : Farklı kodlarla toplanan verilerin CAD ortamındaki gösterimi..	24
Şekil 2.9 : Farklı kodlarla toplanan verilerle üretilen mimari çizim	24
Şekil 2.10 : İki boyutlu olarak üretilen mimari plan.....	25
Şekil 2.11 : Üç boyutlu olarak üretilen mimari plan.....	26
Şekil 2.12 : Kumkale'deki tarihi yapıların gösteren CAD çizimi.....	26
Şekil 3.1 : Kalelerin zaman içindeki değişimleri.....	28
Şekil 3.2 : Geliştirilen CBS uygulamalarında izlenen iş akışı	32
Şekil 3.3 : Arşiv araştırmaları sonucunda bulunan gravürlerden biri.....	33
Şekil 3.4 : “Studio Max” yazılımı kullanılarak üretilen 3D mezar taşları.....	40
Şekil 3.5 : “Studio Max” yazılımı kullanılarak geliştirilen 3D animasyon....	40
Şekil 3.6 : Kumkale Mezarlığı sayısal arazi modeli için GPS tekniği ile veri toplama.....	42
Şekil 3.7 : Kumkale Mezarlığı 3D sayısal arazi modeli ve 3D mezar taşları..	43
Şekil 3.8 : Kumkale Mezarlığı 2D CBS uygulaması.....	44
Şekil 3.9 : Kumkale Mezarlığı 2D CBS uygulaması ve 2D sorgulamalar.....	44
Şekil 3.10 : Kumkale Mezarlığı 3D CBS uygulaması ve 3D sorgulamalar.....	45
Şekil 3.11 : Herbir Mezar taşına ait sayısal bilgi formu.....	46
Şekil 3.12 : Kumkale Mezarlığındaki senaryoyu anlatan “Flash” uygulaması	47
Şekil 3.13 : Kumkale Mezarlığı çoğulortam uygulaması.....	48
Şekil 3.14 : Kumkale Mezarlığı çoğulortam uygulaması ve mezar taş bilgileri..	48
Şekil 3.15 : İlk oluşturulan Kumkale Mezarlığı çoğulortam uygulaması.....	49
Şekil 3.16 : Çoğulortam destekli Kumkale Mezarlığı CBS uygulamasının internetten görünümü.....	50
Şekil 3.17 : Çoğulortam destekli Kumkale Mezarlığı CBS uygulamasının sözlü tarih kısmı.....	51

İNTERNET ORTAMINDA ÇOĞULORTAM DESTEKLİ CBS UYGULAMALARI VE JEODEZİK ALTYAPI (UYGULAMA: TARİHİ ESERLERİN DOKÜMANTASYONU)

ÖZET

Bilimsel çalışmalarla teknolojiler üretilmekte ve insanlığın hizmetine sunulmaktadır. Coğrafi Bilgi Sistemi uygulamaları da bu teknolojilerdendir. Geliştirilmelerindeki amaç, karar vericilerin ya da kullanıcıların, konumsal verilerden ve bu verilere adreslenmiş diğer verilerden etkin bir şekilde yararlanabilmelerini sağlamaktır. Teknolojilerin doğru ve güvenilir kullanılabilmesi için, altyapıları gereksinimleri karşılayabilmelidir. Coğrafi Bilgi Sistemi uygulamalarının jeodezik altyapısı da konum verisidir.

Kumkale ve Seddülbahir kalelerinin dokümantasyonlarının yapıldığı Seddülbahir-Kumkale Projesi'nde öncelikle Coğrafi Bilgi Sistemi uygulamalarına jeodezik altlık oluşturacak, dört boyutlu konum verileri belirli bir jeodezik referans sisteminde toplanmış ve amaca uygun haritalar üretilmiştir.

Üretilen bu haritalar ile arşivlerden elde edilen ve sayısal veri tabanlarında bulunan öznitelik bilgileri, bir Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımı kullanılarak ilişkilendirilmiştir. Böylece veri grupları üzerinde sorgulamalar ve analizler yapılabilmektedir.

Üretilen teknolojilerin insanlığa nasıl daha yararlı olacağı üzerine de çalışmalar yapılmaktadır. Bu kapsamda, projede geliştirilen Coğrafi Bilgi Sistemi uygulamalarının, kullanıcıları tarafından nasıl daha kolay ve verimli bir şekilde yönlendirilebileceği üzerine çalışılmış ve bir senaryo içerisinde geliştirilen çoğulortam uygulamaları ile sistemi desteklemek gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Eğer üretilen teknolojiyi sadece bir kişi ya da küçük bir grup kullanıyorsa, o teknolojinin insanoğluna yönelik olduğu tartışılır. Projede, üretilen bilgilerin ilgi duyan herkes ile paylaşılması için, geliştirilen sisteme internet üzerinden ulaşılabilmesi sağlanmıştır.

MULTIMEDIA SUPPORTED GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM APPLICATIONS OVER INTERNET AND GEODETIC INFRASTRUCTURE (APPLICATION: THE DOCUMENTATION OF CULTURAL HERITAGES)

SUMMARY

The technology, which is created by the science, works for humanbeing. An application of Geographic Information System (GIS) is one of these kind of technologies. The purpose of developing GIS applications is to provide that the decision makers or end-users handle the spatial information and attributes, which is addressed on that spatial information, much more effectively. The infrastructure for these technologies should meet the requirements in order that technologies can work properly. The infrastructure of Geographic Information System applications is the spatial information.

First of all, four dimensional spatial information was recorded and the maps produced based on these positions to generate geodetic infrastructure for Seddülbahir-Kumkale GIS application.

The dynamic relations between the features of the produced maps and the data gathered from the achieves were created using by a GIS software. Thus, the queries and analyses can be realized using that system.

The researches are carried on how the generated technologies could be more useful for humanbeing. In this context, some investigations made on how the users can orient the GIS applications developed in this project more user-friendly and efficiently. The solution is to support the GIS applications with multimedia tools which are designed within a scenario.

If only one person or a small community uses the generated technology, it is discussable that technology is for humanbeing or not. Hence, someone who is interested in the information produced by the project can obtain that just using Internet.

1. GİRİŞ

1.1. Genel

Anadolu'daki insan varlığı tarihte bilinen en eski zamanlara dayanmaktadır. Anadolu toprakları, yüzyıllardır uygarlıklar için ideal yerleşim yerleri olmuştur. Bu süreç içerisinde yapılan savaşlar, yaşam mücadeleleri ve diğer olaylar sonucunda toplumlar geride bir çok eserler bırakmışlardır. Anadolu'daki en önemli yerleşim merkezlerinden biri de Çanakkale olup, birçok medeniyete ev sahipliği yapmıştır. Osmanlılar da bunlardan biridir.

Kumkale ve Seddülbahir kaleleri, 17. yüzyılın ortalarında Venediklilerin artan saldırıları karşısında boğazlara girilmesini engellemek ve imparatorluğun başkentini korumak amacıyla, Osmanlı validelerinden IV. Mehmet'in annesi Hatice Turhan Sultan tarafından yaptırılmıştır. 15. yüzyılda II. Mehmet tarafından yaptırılan Kilitbahir ve Çimenlik kaleleri ile birlikte bu kaleler, başkente denizden ulaşmayı engelleyen Osmanlı yapılarını tamamlayan son kalelerdir. [1]

Tarihi ve kültürel miraslar açısından çok zengin olan ülkemiz, ne yazık ki bu değerli miraslara gereken önemi gösterememektedir. Geçmişimizin en önemli tanıkları olan bu kalıntılar zamana meydan okuyamamakta ve zaman içerisinde yok olan her bir parçası ile birlikte çok değerli tarihi bilgileri de beraberinde götürmektedir. Tarihi yapıların, doğa, insan ve zaman etkilerinden korunması için en kısa sürede bir şeyler yapılması ve gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir.

Doğa ve savaş etkilerinin yanı sıra insan etkisi de yapıları zayıflatıcı ve bakımsızlığını attırıcı yönde olmaktadır. Tarihi yapıların korunma altına alınmaması, bakımsız durumda bulunmaları, çöp ve atıkların kale içlerine atılması, yapılardaki taş, ahşap ve demirlerin alınması yapıların zayıflamasına ve harabeye dönüşmelerine sebep olmaktadır. Ayrıca güçlü rüzgarlar, rutubet, deprem ve diğer doğal etkiler de kale şartlarını zayıflatmaktadır.

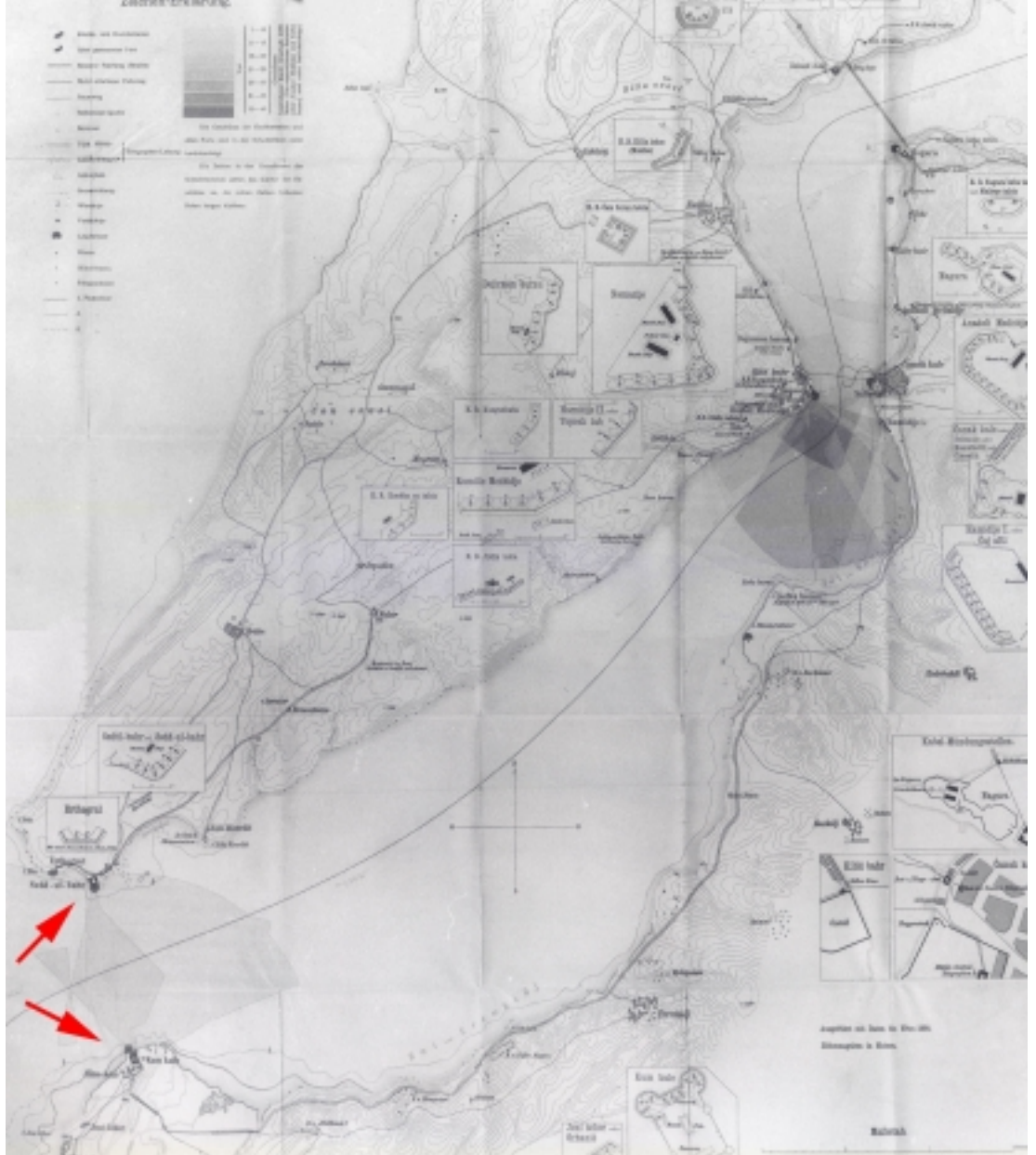
Seddülbahir ve Kumkale'nin birer kültürel miras oldukları ve korunmaları gerektiği anlayışıyla 1997 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Jeodezi Anabilim Dalı ve Koç Üniversitesi Tarih Bölümü arasında yapılan protokol ile, kalelerin dokümantasyonu projesi başlatılmıştır. Kalelerin korunabilmesinin birinci yolu mevcut kalıntılarının tümünün ölçülüp, üretilen haritalar ve planlar ile birlikte yapılacak geniş çaplı arşiv araştırmalarıyla kalelerin dokümantasyonunu Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) uygulaması içerisinde gerçekleştirmek ve böylelikle bundan sonra yapılacak kazı ve restorasyon çalışmalarına altlık oluşturmaktır. Yapılan bu bilimsel çalışmalarla zaman içerisinde hem devlet kurumlarının hem de halkın kalelerin korunması konusunda bilinçlenmeleri ve onların da kalelerin korunmasında etkin konuma geçmeleri sağlanabilecektir. Yürütülmekte olan bu proje, Gelibolu Barış Parkı Projesi'ne altlık olabilecek şekilde geliştirilmektedir.

Yaklaşık yerleri $26^{\circ}.199$ E_{ITRF} ve $41^{\circ}.006$ N_{ITRF} olan kalelerden Seddülbahir, Boğaz'ın Avrupa tarafında Gelibolu Yarımadası'nın güney ucunda bulunurken, Kumkale, Boğaz'ın karşı tarafında, Anadolu tarafında, Truva'ya 5 km uzaklıkta bulunmaktadır. Şekil 1.1, kalelerin Çanakkale Boğazı'ndaki konumlarını göstermektedir. Her iki kale, bir cami, bir mektep, bir ikili hamam, kalede hizmet gören askerlerin oturduğu evler, ek olarak da dükkanlar ve pazar yeriyle birlikte vakfedilmiştir. Kumkale ve Seddülbahir kaleleri, geçirdikleri depremler gibi doğal etmenlerin ve insan etkilerinin yanı sıra bölgedeki savaşlar sırasında top atışına maruz kalmaları nedeniyle çok yıpranmış ve o dönemden beri onarım, restorasyon ya da dokümantasyonlarına yönelik herhangi bir proje uygulamaya konmamıştır. [2]

Her iki kale de, Osmanlı saray kadınlarının, hatta daha geniş bir alanda Akdeniz ve İslam dünyası kadınlarının patronajını yüklenmediği bir yapı tipinde (kale) olmaları nedeniyle tekil örneklerdir. Dolayısıyla Seddülbahir ve Kumkale'nin incelenmesi hem mimarlık tarihi açısından hem de Osmanlı İmparatorluğu'nun erken döneminde “*matronaj”ın açıklanması bakımından iyi bir fırsat oluşturmaktadır. Cinsiyetin ve bunun Osmanlı'nın mimari girişimleri üzerindeki etkisinin araştırılması ortaya pek çok soru çıkarmaktadır. Örneğin Turhan Sultan'ı bu eserleri inşa etmeye sevk eden faktörler nelerdir? Yine erken modern dönemde Osmanlı hudutları dışındaki saray kadınlarıyla karşılaştırıldığında Osmanlı saray kadınının askeri mimariye yatırım yaparak gücünü ve hayırseverliğini kanıtlamak istemesinin nedeni nedir? Öteki

* Ana kadınlık, amir kadınlık

Osmanlı saray kadınları zaman zaman askere maaş ödemek ya da bütçe açığını gidermek için ellerini ceplerine attıkları halde; elindeki kaynakları savunma mimarisine, özellikle de Çanakkale'deki kalelerin onarım ve yapımına harcayan Turhan Sultan, saray kadınları arasında tek örnek kalmaktadır. Bu tip yapılar ısmarlayan Turhan Sultan, gücünü ve hayırseverliğini kanıtlamak için seçtiği yolla, Avrupa'daki *taydaşlarının bazılarında ve İslam dünyasındaki taydaşlarının çoğundan ayrılmaktadır. [2]



Şekil 1.1: Çanakkale Boğazı, Kumkale ve Seddülbahir Kaleleri

* Yaş, meslek, toplumsal durum vb. bakımından birbirine eşit olanlardan her biri, öğür, akran.

Bilim ve teknolojinin gelişmesiyle bilgi, bilgilenme, bilgi kaynağı ve bilginin yeri (konumu) gibi birbirine sıkı sıkıya bağlı kavramlar önem kazanmaya, toplumsal yaşayışın biçimini oluşturmaya, hatta yepyeni bir kültür yaratmaya başlamıştır. Yaşadığımız bilgi çağında, kişiler istedikleri bilgiye en ince detayına kadar, en hızlı şekilde ve gerçek zamanda ulaşma gereksinimi duymakta ve bunu talep etmektedirler. Bu da CBS ile sağlanabilmektedir. CBS, herhangi bir objeye ait bilgileri yeryüzeri üzerindeki konuma bağlı olarak veri tabanında doğru ve güvenilir bir şekilde tutmanın yanı sıra bu verilerin istenilen amaca uygun olarak işlenmesi ve analiz edilmesi yoluyla gerekli detay bilgiye, buradan da sonuca ve yeni verilere en hızlı şekilde ulaşmanın yoludur.

Tüm bunlar göz önüne alınarak kalelerin geliştirilmekte olan çoğulortam destekli coğrafi bilgi sistemi uygulaması ile kaleler ile ilgilenen herkes internet ortamında kaleler ile ilgili verilere istedikleri an, hızlı bir şekilde, sorgulama ve analiz yapma olanaklarıyla erişebileceklerdir. Her iki kale birlikte incelendiğinden karşılaştırmalı analizler de gerçekleştirilebilecektir. Çoğulortam desteği ile de sorgulama ve analiz sonuçları çok daha kolay anlaşılır olarak sunulabilecektir.

Bir CBS uygulaması için en önemli bileşen doğru mekansal bilgidir. Bundan dolayı da çalışmanın başlıca hedefi kalelerin ve çevresinin doğru ve eksiksiz haritalarının üretilmesidir.

Kalelerde yapılan ve yapılacak olan jeodezik ölçmeler ve bu ölçülere dayanılarak oluşturulan harita, mimari çizimler ve CBS uygulamasındaki amaç; kalelerin halihazır durumunu belirlemek, arşivlerde bulunan tamirat defterleri ile bugünkü halini karşılaştırmak, 17. yüzyıldan günümüze özellikle Osmanlı Dönemi sonrasındaki süreçte kalelerde meydana gelen mimari değişiklikleri inceleyebilmektir. Kalelerin halihazır haritalarının ve mimari planlarının üretilmesi, arazi modellerinin oluşturulması için yapılan jeodezik ölçmeler aynı zamanda plan, kesit, cephe, aksonometrik ve perspektifler, röleve gibi mimari çizimler için de gerekli ölçü altyapısını oluşturmaktadır.

Hazırlanan haritalara ve planlara dayanılarak belirlenen mimari değişikliklerin neden ve nasıl gerçekleştiğinin bulunması ve bu değişikliklere yol açan ekonomik, sosyal ve politik olayların araştırılması da çalışma grubundaki tarihçiler ve arkeologlar tarafından yapılmaktadır. Ayrıca hazırlanan planlar ve haritalar kale için oluşturulmakta olan bilgi sistemine de altlık edecek şekilde üretilmektedir.

Ölçme kampanyalarında sanat tarihçileri, tarihçiler, Osmanlı tarihçileri, arkeologlar, mimarlar ve jeodeziciler gibi birbirinden farklı disiplinler görev almakta ve disiplinlerarası ortak bir çalışma ortaya çıkmaktadır. Tüm bu çalışmalar bir CBS uygulaması içerisinde birleştirilmekte ve dokümantasyon projesinin daha hızlı ve etkili bir biçimde yürütülmesi ve yorumlanması sağlanmaktadır.

Projede “Global Konum Belirleme Sistemi (GPS)” ve elektronik takeometreler gibi ileri teknolojik jeodezik ölçme ve konum belirleme sistemleri; jeodezik verilerin değerlendirmesinde ve CBS uygulamasının kurulmasında ise gelişmiş yazılımlar kullanılmaktadır. Böylece yüksek teknoloji ile kültürel miraslarımız incelenmekte ve günümüze kazandırılmaktadır.

Gerek haritaların üretilmesi, gerekse de kalelerin CBS uygulamasının kurulması çalışmalarına İstanbul Teknik Üniversitesi Jeodezi Anabilim Dalı “IGS-ISTA Uydu Gözlem ve Veri Değerlendirme Merkezi”nde devam edilmektedir. Proje ile ilgili daha ayrıntılı bilgilere ve çoğulortam destekli CBS uygulamalarına resmi proje internet sayfası olan <http://www.seddulbahir-kumkale.com> adresinden ya da <http://www.seddulbahir-kumkale.cjb.net> adresinden ulaşılabilir.

1.2. Çalışmanın Amacı

Bu tezde Kumkale ve Seddülbahir Kaleleri’nin Dokümantasyonu Projesi kapsamında gerçekleştirilen jeodezik ve CBS uygulamaları ele alınmaktadır.

Bu tez kapsamında jeodezik ölçmelerin nasıl yapıldığı, çok yoğun veri grubunun elde edilmesinin, saklanması, hesaplanmasının ve organizasyonunun nasıl gerçekleştirildiği ve disiplinlerarası bir projede her türlü veri grubunun CBS uygulamalarında kullanmak üzere nasıl yönlendirildiği üzerinde durulacaktır. Tüm bu amaçlar doğrultusunda jeodezik ölçme aletlerinin ve ölçme yöntemlerinin nasıl belirlendiği konuları tartışılacaktır. Ayrıca Coğrafi Bilgi Sistemi ve çoğulortam uygulamalarının nasıl geliştirildiği ve ilişkilendirildiği konuları açıklanacaktır.

Kaleler ile ilgili tüm topografik haritalar, mimari planlar ve tarihsel bilgiler bir CBS uygulaması içerisinde birleştirilmektedir. CBS kullanılarak, gerçekleştirilen tarihsel araştırmaların ve analizlerin çok daha doğru, etkin ve görsel olacağı açıktır. Bir CBS uygulamasının başarılı olmasını sağlayan en önemli etmen konumsal verinin doğruluğudur. Bu nedenle öncelikle projeye konu olan kalelerin ve yakın çevresinin

haritalarının doğru ve eksiksiz olarak üretilmesi zorunludur. Çalışma kapsamında jeodezik altyapının gerek tarihi dokümantasyon çalışmaları, gerekse de Coğrafi Bilgi Sistemi için taşıdığı önem üzerinde durulmaktadır.

Bu çalışmada, geliştirilmekte olan kale bilgi sisteminin çalışma adımları, karşılaşılan sorunlar ve bu zamana kadar elde edilen sonuçlar, projenin pilot uygulaması olan çoğulortam destekli Kumkale Mezarlığı Coğrafi Bilgi Sistemi uygulaması üzerinde sunulmaktadır.

1.3. Ölçme Kampanyaları Hakkında

1997-2001 yılları arasında gerçekleştirilen ölçme kampanyaları hakkındaki genel bilgiler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 1.1: Ölçme Kampanyaları

Arazi Çalışma Tarihleri	Çalışma Bölgeleri	Görev Alan Disiplinler	Jeodezik Ölçme Donanımları
13-18 Temmuz 1997	Seddülbahir Kalesi	Jeodezi, Fotogrametri, Mimarlık, Sanat Tarihi	Leica System 300 GPS Alıcıları, Pentax PTS102 Elektronik Takeometre
1-10 Temmuz 1998	Seddülbahir Kalesi	Jeodezi, Fotogrametri, Mimarlık, Sanat Tarihi	Leica System 300 GPS Alıcıları, Leica TC1800 Elektronik Takeometre
Temmuz 1999	Seddülbahir Kalesi	Jeodezi, Fotogrametri, Mimarlık, Sanat Tarihi, Arkeoloji, Sözlü Tarih	Leica System 300 GPS Alıcıları, Leica TC1800 Elektronik Takeometre
3-20 Temmuz 2000	Seddülbahir Kalesi, Kumkale, Kumkale Mezarlığı	Jeodezi, Fotogrametri, Mimarlık, Sanat Tarihi, Arkeoloji, Sözlü Tarih, Osmanlı Tarihi	Leica System 300 GPS Alıcıları, Leica TCRA1105 Elektronik Takeometre
7-20 Temmuz 2001	Kumkale, Kumkale Mezarlığı	Jeodezi, Fotogrametri, Mimarlık, Sanat Tarihi, Arkeoloji, Sözlü Tarih, Osmanlı Tarihi	Leica System 300 GPS Alıcıları, Leica TCR307 Elektronik Takeometre

2. JEODEZİK ALTYAPI & JEODEZİK ÖLÇMELER

2.1. Projenin Jeodezik Altyapısı

2.1.1. Jeodezik Koordinat Sistemi ve Datumu

Kalelerin ve çevresinin haritalarının üretilmesi için kalelerdeki tarihi yapıların üzerinde bulunduğu topografya ile, karakteristik noktaları üç boyutlu konumları bir koordinat sisteminde ifade edilebilmelidir. Bunun için ya önceden tanımlanmış ya da yerel (local) olarak oluşturulmuş bir koordinat sistemine ihtiyaç vardır.

Çanakkale Boğazı'nın her iki tarafında bulunan Seddülbahir ve Kumkale, aynı dönemlerde aynı kişi tarafından yaptırılmış olmaları dolayısıyla proje ekibi her iki kaleyi de birlikte incelemekte ve kaleler arasında karşılaştırmalar yapmaktadır. Bunun yapılabilmesi için de kalelerin aynı koordinat sisteminde ölçülmesi ve konumlarının belirlenmesi gerekmektedir.

Hatice Turhan Sultan Gelibolu'daki bu iki kaleye ek olarak, İstanbul'da bulunan iki kalenin daha yapılmasında önemli rol üstlenmiştir. Proje ekibindeki tarihçiler, sanat tarihçileri, Osmanlı tarihçileri ve arkeologlar Hatice Turhan Sultan'ın hayatını ve güçlü bir Osmanlı kadını olarak tarihe damgasını vurmasını sağlayan olayları inceledikleri için, İstanbul'daki kalelerin de ölçülmesini, haritalarının üretilmesini ve Gelibolu'daki iki kaleyle olan ilişkilerini görmek istemektedirler. Bunun için projede kullanılacak jeodezik koordinat sistemi tüm bu kaleleri içine alacak genişlikte olmalıdır. Bu da ancak global bir koordinat sistemi kullanılması ile mümkün olacaktır.

Bu proje sonuçlandırıldıktan sonra da, başka ekiplerce de bu kaleler ya da çevresindekiler ile ilgili daha ayrıntılı çalışmalar yapılmak istenildiğinde, ekipler kullanabilecekleri bir koordinat sistemini bulabilmelidirler. Yani, oluşturulan koordinat sistemi, proje sonrasında da yaşamalıdır, bu da bu koordinat sisteminin dinamik bir yapıda olması ile mümkün olacaktır.

Uygulanan jeodezik ölçme tekniklerinden biri olan “*Global Konum Belirleme Sistemi (GPS)*”nin en büyük özelliği ölçme anında ya da veri değerlendirme aşamasında tanımlı bir global koordinat sistemini (*Dünya Jeodezik Sistemi, World Geodetic System 1984, WGS84*) sunmasıdır. Sistemin bu yönü de proje için düşünülen koordinat sistemlerine bir alternatif oluşturmaktadır.

Bununla birlikte ülkemizde tüm jeodezi ve mühendislik uygulamalarına altlık olacak, GPS ölçmelerinin doğrudan kullanılmasına olanak verecek yeni bir jeodezik altyapı yani yeni bir koordinat sistemi oluşturulmaktadır ve “*Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı (TUTGA)*” olarak isimlendirilmektedir. TUTGA’nın datumu “*Uluslararası Yersel Referans Ağı (International Terrestrial Reference Frame, Epoch 1996, ITRF96)*” olup WGS84 datumuna çok yakın bir datumdur. İki sistem arasındaki fark jeodezik datumlarının kullandığı farklı elipsoidlerden kaynaklanmaktadır.

TUTGA’nın yanında ülkemizde halen kullanılmakta olan, yersel ölçmeler kullanılarak oluşturulmuş bir jeodezik sistem daha vardır ve “*Ülke Sistemi*” olarak isimlendirilmektedir. Ülke Sisteminin datumu “*Avrupa Datumu 1950 (ED50, European Datum 1950)*”dir. Gerek ülkemizdeki yer kabuğu hareketlerinin sürekliliği gerekse de Ülke Sistemi’nin uzun yıllardır iyileştirilmesine ve geliştirilmesine yönelik çalışmalar yapılmaması ve de “*2D+H (Sağa,Yukarı+H)*” boyutlu ülke sistemi ile “*3D+t (X,Y,Z+Zaman)*” boyutlu ITRF96 arasındaki dönüşüm parametrelerinin doğru bir şekilde belirlenmesindeki güçlükten dolayı, proje kapsamındaki koordinat sisteminin TUTGA’nın koordinat sistemi olmasına İTÜ Jeodezi Anabilim Dalı Jeodezik Ölçme Ekibi tarafından karar verilmiştir. [3]

Böylece projede kullanılan jeodezik koordinat sistemi sayesinde, Kumkale ve Seddülbahir kalelerinin, dünyanın herhangi bir yerinde ölçülen başka kaleler ile ilişkileri kurulabilecek, mimarilerindeki benzerlikler ve farklılıklar ortaya çıkartılabilecek, kaleler arasında karşılaştırmalı analizler yapılabilecektir. Örneğin Akdeniz’de aynı döneme ait bir Venedik kalesi ile Kumkale aynı jeodezik sistemde ölçüldüklerinde ilişkileri rahatlıkla herhangi bir dönüşüme gerek duyulmadan kurulabilmektedir.

Çalışmada kurulan jeodezik altyapı sayesinde GPS tekniği kullanılarak yapılan ölçmeler hiç bir dönüşüme gerek duyulmadan, doğrudan kullanılacak ve bu koordinat sisteminin datumu zaman parametresini de bir boyut olarak kabul

ettiğinden, jeodezik ölçmeler dört boyutlu olacaktır. Dört boyutlu tasarlanan kalelerin coğrafi bilgi sistemine uygun jeodezik altlıklar da böylece oluşturulmuş olacaktır.

Farklı ölçme tekniklerinin ve yöntemlerinin kullanılmasına rağmen global tek bir koordinat sisteminde çalışılması (TUTGA), hesap yükünü azaltmış ve veri organizasyonunu kolaylaştırmıştır. Ayrıca farklı koordinat sistemleri arasındaki dönüşüm hesaplarını da ortadan kaldırmıştır.

Amacına uygun olmayan ve beklenen doğruluğu vermeyen bir jeodezik referans sistemine sahip bir Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) uygulaması, boşa harcanmış zaman, para ve işgücüdür. Dünyada ve ülkemizde bu şekilde oluşturulmuş ve hayal kırıklığı yaratmış bir çok örnek bulunmaktadır. Coğrafi Bilgi Sistemi uygulaması için oluşturulacak jeodezik altyapı, sistemin geliştirilmesine ve değişik şekillerde yönlendirilmesine olanak vermelidir. Bu çalışmada yukarıda anlatılan tüm kriterler göz önünde bulundurularak öncelikle gerekli ve yeterli jeodezik altyapı kurulmuş, sonrasında da CBS uygulaması geliştirilmeye başlanmıştır. [4]

Jeodezik Koordinat Sistemi soyut bir kavram olup yeryüzünde görülebilen, elle tutulabilen bir şey değildir. Koordinat Sistemini yeryüzünde somut hale getiren, o sistemde kurulan jeodezik ağıdır. Jeodezik Ağ, tesis edilen nirengi ve poligon noktalarından ve bunlar arasındaki ilişkiyi sağlayan ölçülerden oluşmaktadır.

Öncelikle kalelerin bulunduğu bölgelerde Seddülbahir’de altı, Kumkale’de dört nirengi noktasının tesisi ve ölçülmesi ile jeodezik kontrol ağları kurulmuştur. Daha sonra bu nirengi noktaları tarihi yapılarıdaki detay dağılımı dikkate alınarak poligon noktaları ile sıklaştırılmıştır.

Bu iki jeodezik ağın TUTGA ile ilişkisi, Kumkale yakınlarındaki bir TUTGA noktasının, Kumkale’de ve Seddülbahir’deki birer nirengi noktasının GPS tekniği ve statik ölçme yöntemiyle ölçülmesi ile kurulmuştur.

2.1.2. Jeodezik Ağın Tasarımı

Ölçme kampanyalarına başlanmadan önce kalelerde yapılan istikşafda, kalelerin bulundukları yerlerde ve çevresinde hangi bölgelerin ölçüleceği, kalelerin büyüklükleri, kalelerdeki tarihi yapıların neler olduğu, sayıları ve dağılımları gibi bilgiler hem krokiler tutularak hem de fotoğraflar ve video kameralar kullanılarak kaydedilmiştir. Proje ekibinin, arazi keşfi sonrasında toplanan tüm bilgileri

değerlendirdiği toplantıda amaç, bir kez daha ortaya konarak, uygulanacak ölçme yöntemleri, kullanılacak ölçme donanımları ve noktaların yerleri ile sıklığı belirlenmiştir.

Her iki kaleye de gerçekleştirilen ilk ölçme kampanyasında, istikşafdan elde edilen bilgilerden de yararlanarak, nirengi noktalarının yerleri belirlenmiştir. Nirengi noktaları; proje ekibi dışındaki kimselerce ulaşımının kolay olmaması, tahrip edilmemeleri ve geniş bir görüş alanına sahip olmaları durumlarına dikkat edilerek genelde kule üzerinde tesis edilmişlerdir. Zemin tesisi olarak beton çiviler kullanılmıştır. Nokta isimlendirmesinde kalelerin ilk harfleri olan Kumkale için “K”, Seddülbahir için “S” harfleri nokta isimlerinin başına getirilmiştir.

Poligon noktalarının yerleri, aralarındaki uzunluklar ölçülecek tarihi kalıntıların dağılımlarına göre belirlenmiştir.

2.1.3. Uygulanan Ölçme Yöntemleri ve Kullanılan Ölçme Donanımı

Çalışmada kullanılan jeodezik ölçme yöntemleri, uydulara dayalı bir ölçme tekniği olan “*Global Konum Belirleme Sistemi (GPS, Global Positioning System)*” ve yersel ölçme tekniği olan “*Yersel Konum Belirleme Sistemi (TPS, Terrestrial Positioning System)*”dir.

Ölçme yöntemlerinin ve donanımlarının belirlenmesindeki en önemli parametre, çalışmadan beklenen doğruluktur. Yani üretilecek haritaların, mimari planların ve bunların üretilmesi için yapılacak ölçmelerin hangi doğrulukta olacağıdır.

Çalışmada ölçülecek detay noktalarının konum doğruluğunun ± 5 cm nin altında kalması hedeflenmiş ve aşağıdaki donanımlar çalışmalarda kullanılmıştır.

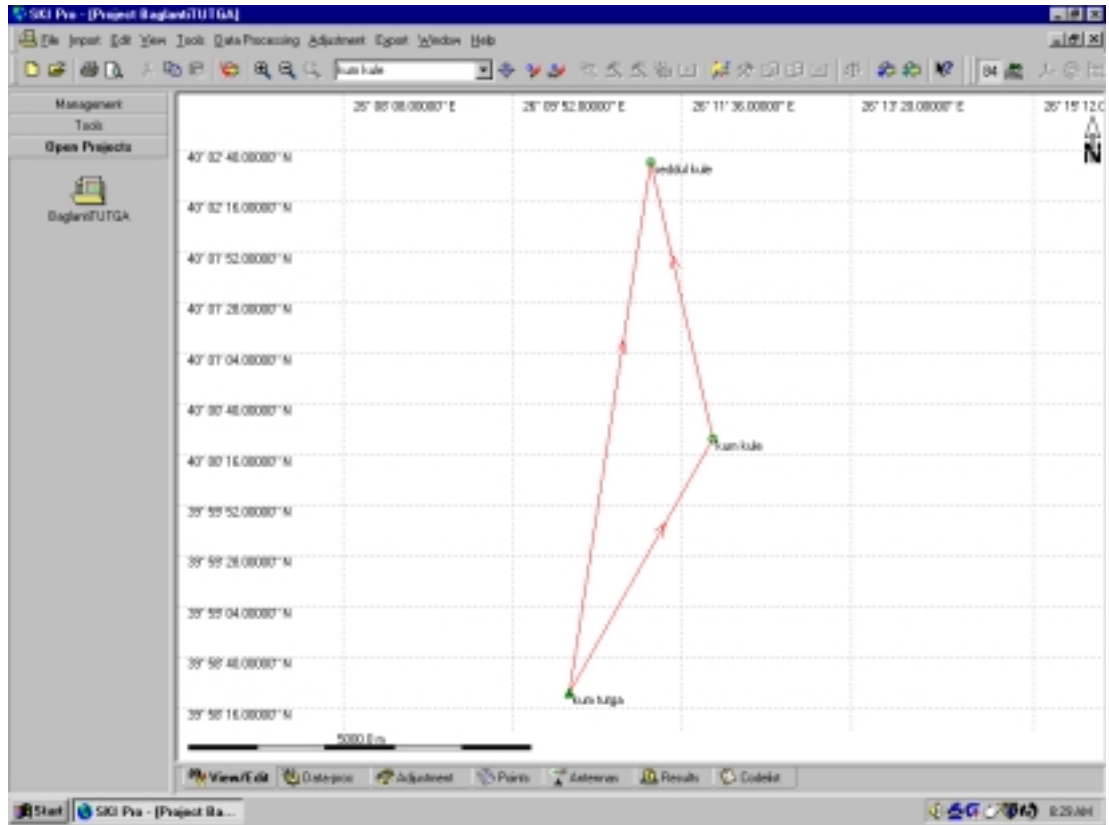
GPS alıcıları olarak üç adet “Leica GPS System 300” kullanılmıştır. Bu alıcıların sağladıkları presizyon statik ölçmelerde $\pm 3\text{mm} + 0.5\text{ppm}$ ve kinematik ölçmelerde $\pm 10\text{-}20\text{mm} + 1\text{ppm}$ ’dir. [3]

Yersel ölçme aleti olarak “Leica TCRA 1105, TCR307, TPS1800” elektronik takeometreleri kullanılmıştır ve sağladıkları presizyon doğrultu ölçmelerinde yaklaşık 1.5” uzunluk ölçmelerinde yaklaşık 3 km de $\pm 2\text{mm} + 2\text{ppm}$ ’dir. [3]

Projede kullanılan jeodezik ölçme aletlerinin presizyonu, projeden beklenen doğruluğun altında kalmaktadır.

Nirengi noktaları GPS tekniği ve statik ölçme yöntemi kullanılarak, yaklaşık ikişer saatlik ölçme süresi, 15 saniye veri toplama aralığı ve 15° uydu yüksekliği ile ölçülmüşlerdir. Böylece her iki kalenin jeodezik ağının ana noktaları WGS84 datumlu koordinat sisteminde 3D olarak elde edilmiştir.

ITRF datumlu koordinat sisteminde nokta koordinat değerlerini elde etmek için, Kumkale yakınlarında bulunan bir TUTGA noktası ve her bir kaleden birer nirengi noktası, statik GPS ölçme tekniği ile eş zamanlı olarak ölçülmüştür. Şekil 2.1, ITRF datumuna geçiş için yapılan statik GPS ölçmesindeki bazıları göstermektedir.

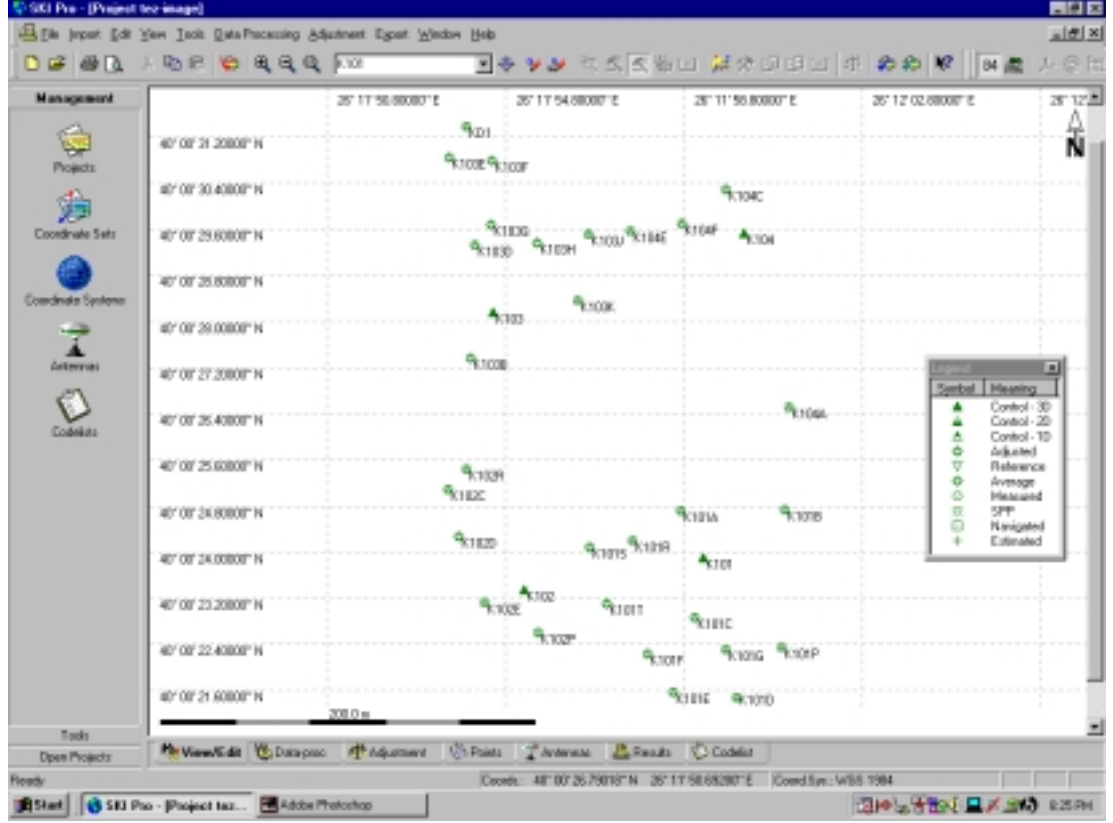


Şekil 2.1: Kumkale ve Seddülbahir kalelerinin TUTGA’ya bağlantı ölçmeleri

Nirengi ağının sıklaştırılmasına kalede bulunan yapıların dağılımı ve ne kadar detay yoğunluğu ile ölçülecekleri yön vermiştir. Tesis edilen poligon noktaları yine GPS tekniğiyle bu defa “Gerçek Zamanlı (Real Time) Dur ve Git (Real-Time Stop and Go, RT-SGS)” yöntemi ile ölçülmüştür. Bina içlerinde bulunan ya da yüksek surlara çok yakın olan poligon noktalarının konumları, uydulardan sinyal alınamadığı için yersel ölçmelerle, elektronik takeometre (total station) kullanılarak belirlenmiştir. Şekil 2.2, Kumkale Jeodezik Kontrol Ağı’nda 3D konumları GPS yöntemiyle belirlenen noktaları göstermektedir.

Kalelerdeki çalışma alanı sınırları ve üzerinde bulundukları topografya “Gerçek Zamanlı (Real Time) Kinematik (Kinematic, RTK) ve Kinematic On the Fly” ölçme yöntemleri kullanılarak belirlenmiştir.

Tarihi yapılar üzerindeki detay noktalarının 3D konumları da elektronik takeometreler kullanılarak belirlenmiştir.



Şekil 2.2: Kumkale Jeodezik Kontrol Ağı

Kaleler için toplanan ölçme verileri her akşam arazi dönüşünde, tutulan krokiler ve ölçme çizelgeleri kullanılarak kontrol edilip düzeltildikten sonra grafik ortamda bir kez daha kontrol etmek üzere “AutoCAD Land Development Desktop” yazılımına aktarılmıştır. İkinci kampanyalardan itibaren toplanan veriler ilk kampanya sonucunda üretilen haritalar ve mimari planlar içinde doğrudan arazide kontrol edilerek ölçme kampanyaları yürütülmüştür.

GPS alıcısı, ölçme yapılırken hareket halinde olması ve hareket edilen yolun konumunun (koordinatlarının) belirlenmesi kinematik ölçme modunda, bir istasyonda konum değiştirmeden ölçme yapılması statik ölçme modunda gerçekleştirilir. Bu iki ölçme moduna benzer olarak her iki yöntemi de içeren bir ölçme modu uygulanıyorsa, yani alıcı bir noktadan diğer noktaya taşınması sırasında

ölçme yapmaya devam edilip, hareket yoluna ait koordinatları belirlenmiyor ise bu ölçme yöntemine de yarı kinematik (stop and go) ölçme metodu denir. [5]

Statik ve kinematik ölçme yöntemleri arasında dikkat edilmesi gereken önemli bir diğer farklılık ise yöntemlerin sağladığı konum doğruluklarıdır. Statik yöntemlerin sağladığı konum doğrulukları kinematik yöntemlerle karşılaştırıldığında daha yüksektir. Diğer taraftan da kinematik ölçme yöntemlerinin, statik yöntemlere göre çok daha kısa süreli ölçüler ile duyarlı sonuçlar elde edilmesini sağlaması, ekonomik bakımdan büyük önem taşımaktadır.

Her ölçme kampanyası başlangıcında kullanılacak jeodezik aletlerin kontrolleri ve düzenlemeleri (kalibrasyon) yapılmaktadır. Proje ekibindeki mimarlar da eksik ya da ayrıntılandırılması gereken eskizlerini (krokilerini) tamamlamaktadırlar. Ölçme ve çizim çalışmalarının daha verimli ve hassas yürütülebilmesi için sık ot tabakası altında kalan kalıntılar temizletilmektedir.

Ölçme kampanyaları başlangıcında yapılan istikşafalarda Seddülbahir’de aranan noktalar bulunamamasına rağmen Kumkale’de hemen hemen tüm noktalar yaşamaktadır. Nokta isimleri Seddülbahir kalesinde silinmişken Kumkale’de genelde bulunmaktadır.

Kontrol noktaları ölçme kampanyalarının ilk gününde bir kez daha ölçülmekte, sıfıncı ölçülerle karşılaştırılmakta ve farkların 1-2 cm’nin altında olduğu görülmektedir. Bu da merkezleştirme hataları ya da farklı değerlendirme stratejilerinin kullanılmasından kaynaklandığından mevcut farklılıklar ihmal edilmekte ve ilk ölçüler esas alınarak ölçmelere devam edilmektedir.

2.1.4. Kontrol Ağı Ölçülerinin Değerlendirilmesi

Kullanılan yazılımlar “Leica SKI-Pro V 1.1” GPS veri değerlendirme programı, “Leica GSI” ve “Leica Survey Office” veri aktarım programlarıdır. Veriler “MS Excel” ortamında düzenli halde tutulmakta ve tüm veriler ile yapılan hesaplar bilgisayar ortamında saklanmaktadır. Grafik ortamındaki çizimler “AutoCAD Land Development Desktop” yazılımı kullanılarak üretilmektedir. Veri tabanındaki konum bilgilerini “AutoCAD Land Development Desktop” yazılımına aktarmada “PE2” metin editörü kullanılmaktadır.

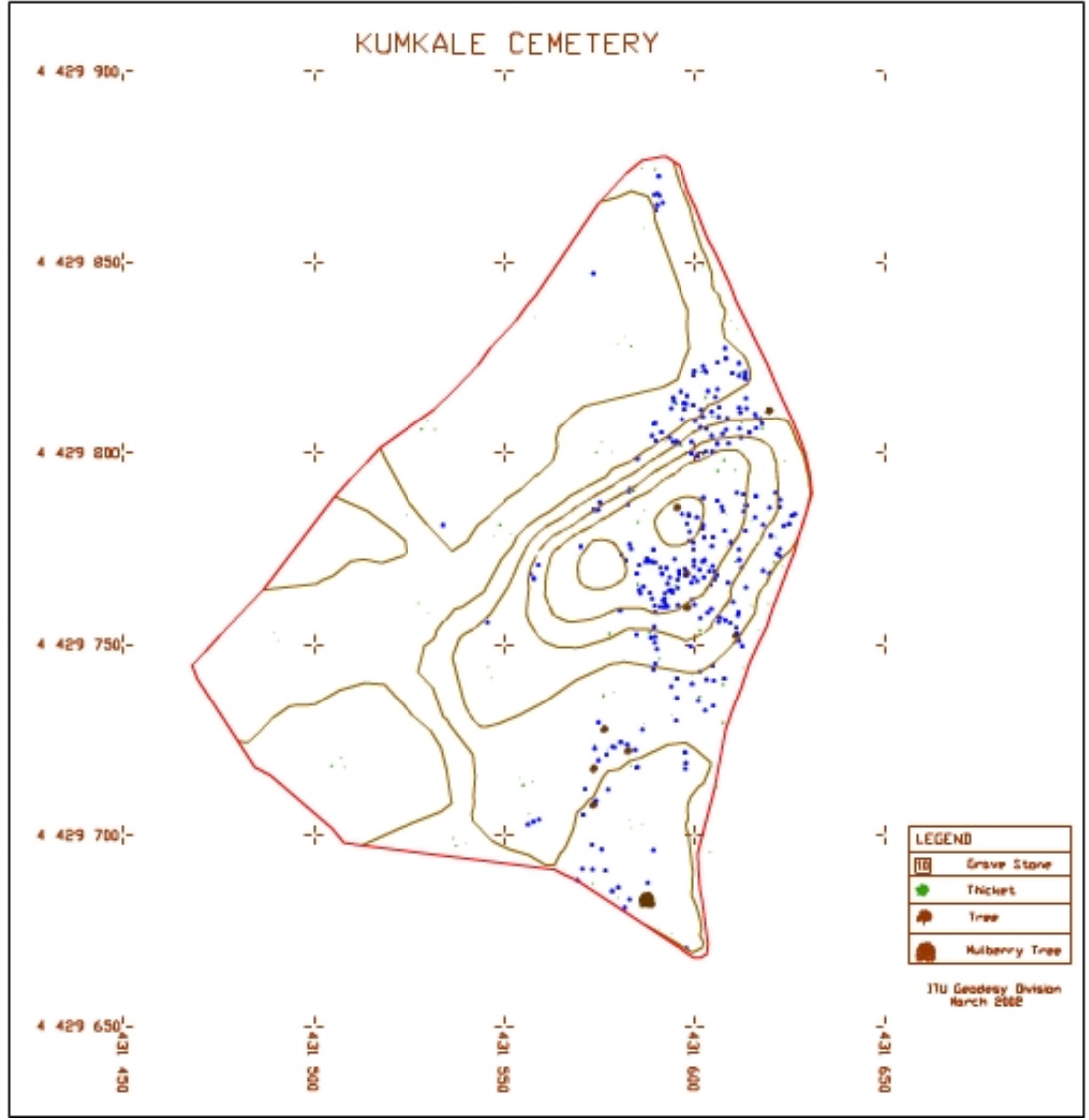
Sonuçta her bir kale için yaklaşık 60 noktalı jeodezik ağ kurulmuş ve bu noktalara dayanılarak yaklaşık 8000 yapı detay noktası TPS ile, yaklaşık 18000 topografya detay noktası da GPS ile ölçülmüştür. Tüm bu noktaların koordinatları ITRF96 datumunda düzlem koordinatları olarak hesaplanmıştır. Düzlem koordinatlarına geçiş Gauss Krüger projeksiyonu ile sağlanmış ve dilim orta meridyeni 27° , dilim genişliği 3° alınmıştır. KD1 numaralı iskele üzerindeki noktanın yüksekliği lokal deniz seviyesi alınarak tüm noktaların deniz seviyesindeki yükseklikleri elde edilmiştir. Yapılan jeodezik hesaplamalar sonucunda elde edilen koordinatlar kullanılarak kalelerin harita ve planları üretilmiş, yanlış ve eksik olan ölçüler saptanmıştır.

2.2. Topografyanın Ölçülmesi

2.2.1. Uygulanan Ölçme Yöntemleri ve Kullanılan Ölçme Donanımı

Kumkale ve Seddülbahir kalelerinin bulunduğu alanların yüzey modelleri ve yüzey modellerini çevreleyen sınırlar, çeşitli kampanyalarda toplanan gerçek zamanlı kinematik GPS verileri ile “AutoCAD Land Development Desktop” yazılımı ve TIN (Triangulated Irregular Network) enterpolasyon metodu kullanılarak üretilmiştir.

Topografyanın karakteristik noktalarında yapılan GPS ölçmeleri ile toplanan 3D konum bilgileri kullanılarak öncelikle eş yükseklik eğrileri üretilmiştir. Düzgün eş yükseklik eğrilerini elde etmek için toplanan ham 3D konum verileri düzenlenmiş, uyuşumsuz olan konum verileri ayıklanmıştır. Düzenlenen bu veri seti ile 3D sayısal arazi ve yükseklik modelleri (Digital Terrain Model, Digital Elevation Model) üretilmiştir. Kalelerin bulunduğu fiziksel yüzeyin nasıl şekillendiği, üretilen topografik haritalar ve 3D arazi modelleri ile kolayca anlaşılmaktadır. Şekil 2.3, yukarıda açıklanan yöntem kullanılarak üretilen Kumkale mezarlık haritasını göstermektedir.



Şekil 2.3: Kumkale Mezarlığı için üretilen topografik harita

Gerçek zamanlı kinematik GPS ölçmeleri faz farkı ölçüleri kullanılarak desimetre altında doğrulukla gerçekleştirilmişlerdir. Taşıyıcı fazları kullanarak yapılan yüksek doğruluklu dinamik ölçmelerde başlangıç durumunda (initialization) sinyal alınan tüm uydulara ait belirsizlik (ambiguity) çözüldüğünde konum doğruluğu yaklaşık $\pm 1 - 3 \text{ cm} + 1 \text{ ppm}$ ve yükseklikteki doğruluk $\pm 2 - 4 \text{ cm} + 1 \text{ ppm}$ 'dir. [3]

Referans noktası olarak kalelerdeki nirengiler kullanılmıştır. Referans istasyonu saniyede bir düzeltme gönderirken, çalışma alanı sınırı ve topografyası belirleme ölçmelerinde gezici alıcı genelde 3 m'de bir sinyal almaktadır.

2.2.2. Ölçmelerin Değerlendirilmesi ve Sayısal Arazi Modellerinin Oluşturulması

Enterpolasyon, belirli bir konumdaki bilinmeyen fonksiyonel bağımlılık değerinin civar konumlardaki bilinen fonksiyonel bağımlılık değerlerinden yararlanılarak belirlenmesi işlemidir. Jeodeziye daha yakın bir tanımlama yapmak gerekirse, ölçme noktalarındaki ölçme büyüklükleri yardımıyla, ölçme yapılmamış noktalarda olası ölçme büyüklüklerinin kestirimidir. [6]

Doğru bir sayısal arazi modeli oluşturabilmek için fiziksel yeryüzünü doğru bir şekilde karakterize edebilecek bir enterpolasyon metodu uygulanmalıdır. Farklı enterpolasyon metotları aynı nokta için farklı kestirim değerleri verebilir. Veri grubuna uygun olmayan bir enterpolasyon metodunun uygulanması, arazi modelinin gerçekçi olmayan bir sunumunu ortaya çıkartabilir. Haritacılık ya da CBS yazılımlarındaki enterpolasyon algoritmaları, gerçekle uyuşmayan arazi modelleri üretebilir ya da gerçekliği tam karakterize edemeyebilir. Genelde bu çeşit yazılımlarda TIN enterpolasyon metodu bulunmaktadır. Diğer taraftan toplanan veriye uygun, istatistiksel tuzaklardan uzak ve gereksizce harcanan çabalardan sakınan bir enterpolasyon metodu kullanılabilir. [6]

Tüm sayısal yükseklik modellerinin sürekli olgular için farklı yaklaşımları vardır. Bu yaklaşımların ne kadar gerçeği yansıttığı aşağıdaki faktörlere bağlıdır:

Ölçülen topografya noktalarının sayısı, sıklığı, araziye nasıl dağıldığı, araziye ne kadar karakterize edebildiği: Kalelerde tarihi yapıların arasında bulunan geniş yapılar yüzünden veri grupları arasında kesiklikler, boşluklar oluşmakta ve uzun üçgen kenarları üzerinde enterpolasyon yapılmaktadır.

Ölçme aletlerinin presizyonu, operatörün veri toplama kalitesi: Leica System 300 GPS alıcıları ve gerçek zamanlı kinematik ölçme yöntemi ile toplanan verilerde operatörün tecrübesinin ne kadar önemli olduğu gözlemlenmiştir. Özellikle alıcıya girilen anten yüksekliğinin hareket halinde sabit tutulabilmesi çok önemlidir. Farklı kişiler bu yöntemle aynı alanda ölçme yaptığında ölçüler arasında sistematik bir fark oluşabilmektedir.

Veri setinin farklı enterpolasyon metotları içerisinde değerlendirilmeden düzeltilmesi, uyuşumsuz ölçülerin temizlenmesi: Bunun yapılabilmesi arazide çok iyi bir kroki tutulmasına bağlıdır. Ofis ortamında arazi verisi düzenlenirken

arazi modelinin gerçekten o şekilde olup olmadığı ancak ayrıntılı krokilerden kontrol edilebilir. Mümkünse fotoğraf çekilmeli ve kamera ile de çekim yapılmalıdır.

Uygun interpolasyon metodunun seçimi: Farklı interpolasyon metotları farklı parametreler ile denenmeli ve en uygunu belirlenmeye çalışılmalıdır. Kale ölçmelerinin verileri “Surfer” yazılımında 10 farklı metotta değerlendirilmiştir ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Fakat tüm çizimlerin “Autocad Land Development Desktop” yazılımında yapılması ve arazi modelinin de aynı ortamda oluşturulmak istenmesi ve “Autocad Land Development Desktop” yazılımının farklı interpolasyon metotlarının uygulanmasına izin vermemesi dolayısıyla TIN modeli ile arazi modelleri oluşturulmuştur.

Kalelerin bulunduğu bölgelerde GPS ile toplanan arazi verileri TIN interpolasyon yöntemine uygun değildir. Çok çeşitli ve farklı büyüklüklerde üçgenler oluşturmaktadır. Verinin yoğun olduğu yerde üçgenlerde sorun yok iken, veri yoğunluğu azaldıkça, modern yapılar veri toplamayı engelledikçe, üçgen kenarları da uzadığından sorunlar çıkmaktadır. Interpolasyon modeli veri setinde olmaması gereken üçgenler oluşturmakta ve eğrileri buna göre geçirmektedir. Bunun için ölçme alanı dışında kalan yerlerdeki üçgenler ve eğriler temizlenmeli, bu bölgelerde interpolasyona izin verilmemelidir. GPS sinyali alınamayan bölgelerde yersel yöntemlerle veri toplanmalıdır.

Arazide gerçek zamanlı topografya verisi toplanmadan önce ayrıntılı arazi krokileri hazırlanmalıdır. Öncelikle arazi istikşaf edilerek kinematik GPS yöntemi ile hangi bölgelerde yürünülecek, hangi sıklıkta veriler alınacak gibi bilgiler içeren bir ölçme planı oluşturulmalı ve ölçmeler sırasında bu plana sadık kalınmalıdır. Ölçme planı sadece ölçme aletlerine ve sağladıkları presizyona göre değil, kullanılması düşünülen yazılımın interpolasyon algoritması da dikkate alınarak yapılmalıdır. Algoritma üçgenleme (TIN) ya da dörtgenleme (GRID) gibi farklı yöntemleri uyguluyor olabilir. Böylece her yeri adım adım gezmeye gerek kalmaz ve işgücünden, zamandan ve ekonomik yönden tasarruf edilir.

Tarihi yapılarda ve topografyadaki detay ölçmelerinde CBS uygulamalarına uygun olacak şekilde veri toplanmalıdır. Böylece CBS ile entegrasyondaki sorunlar ortadan kalkar. Rasgele veri toplanmamalıdır. Örneğin ağaçların ya da bataklığın bulunduğu bölgelerde sadece ilgili yerin sınırları belirlenir ve iç kısmında veri toplanmaz.

Arazide veri toplanırken obje genelleştirmesi yapılabilir, her türlü detay ölçülmeyebilir. Haritalar üretilirken de kartografik genelleştirmeler uygulanabilir.

2.3. Tarihi Yapıların Detay Ölçmeleri

2.3.1. Uygulanan Ölçme Yöntemleri ve Kullanılan Ölçme Donanımı

Kalelerde kurulan jeodezik kontrol ağı noktalarının konumlarının, çalışma alanı sınırlarının ve topografyanın GPS tekniği ile belirlenmesi sonrasında kalelerdeki yapıların detay ölçmelerine geçilmiştir. GPS yöntemi çok hızlı ve kullanışlı bir yöntem olmasına karşın hala kısıtlı olduğu alanlar bulunmakta ve bu durumlarda yersel ölçmeler kullanılmaktadır. Özellikle cephelerin ölçülmesinde ve kalenin iç kısımlarında yapılan detay ölçmelerinde elektronik takeometreler kullanılmıştır.

1997 yılından itibaren gerçekleştirilen ölçme kampanyalarında kullanılan “Leica TCRA 1105”, “Leica TCR307”, “Leica TC1800” elektronik takeometrelerinin çok kullanışlı olduğu görülmüştür. Lazer merkezleştirme donanımı sayesinde alet hızlı ve doğru merkezleştirilebilmektedir. Doğru merkezleştirilen alet elektronik düzeci sayesinde doğru bir şekilde de tesviye edilebilmektedir. Gün ışığında dahi görülebilen lazer hedef göstericisi (laser pointer) ile yönlendirmeyi ve istenilen detayın ölçülüp ölçülmediğini operatör ve proje mimarı fark edebilmektedir, öyle ki proje mimarları kendileri bu elektronik takeometreleri kullanabilmektedir. Ölçmeler tek tuşla yapıp kayıt edilebilmektedir. Kısa zaman çok sayıda noktanın ölçülmesi aletlerin ne kadar kullanışlı olduğunu ve reflektörsüz modun önemini göstermektedir.

Ölçmeler için en çekici özellik olan reflektörsüz ölçme modunda, gönderilen elektromagnetik dalga kızıl ötesi ışın yerine lazerdir. Özellikle kale gibi yüksek duvarları ve yüksek tavanları olan tarihi yapılarda ölçmek istenen her noktaya reflektör tutulamamakta ve bu durumda reflektörsüz ölçme modu uygulanmaktadır. Reflektörsüz ölçme modunda, hedef noktanın yüksekte ya da alçakta olması bir sorun teşkil etmemektedir ve birçok yüzeyi 80 metre uzaktan ölçebilmektedir. Aletlerin presizyonlarının yüksek olduğu CAD ortamında yapılan çizimlerin başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesi ile de görülebilmektedir.

Aletin bir diğer özelliği de tarama yapabilmesidir. Duvar üzerinde belirlenen alanda belirlenen aralıklarda otomatik olarak ölçme yapabilmektedir.

GPS tekniği kullanılarak da detay alımı gerçekleştirilmiştir. Kalelerin kuleleri ve surlarının üzerindeki detay alımları ile deniz kıyısındaki taşların detay alımları “gerçek zamanlı dur ve git” yöntemiyle ölçülmüştür. Bunlara ek olarak Kumkale mezarlığındaki mezar taşlarının konumları da yine GPS tekniği ve “gerçek zamanlı dur ve git” yöntemi kullanılarak belirlenmiştir.

şekil 2.4, GPS tekniği kullanılarak yapılan detay alımı için, şekil 2.5 ise TPS tekniği kullanılarak yapılan detay alımı için yapılan ölçmeleri göstermektedir.



şekil 2.4: GPS tekniği kullanılarak yapılan detay alımı



Şekil 2.5: TPS tekniği kullanılarak yapılan detay alımı

TPS'nin kurulamadığı ya da detay noktasının görülemediği veya çelik şeritle alınması gereken ölçülerde “Leica DISTO” (elektronik el uzaklık ölçeri) ölçme aletinden yararlanılmıştır. “Disto” ile alınan ölçüler de CAD ortamında TPS ile toplanan verilerle bütünleştirilmiştir.

Kalelerdeki bazı duvar ve cepheler yersel fotogrametri tekniği ile ölçülmüştür. Uygun dağılımlı çok sayıda kontrol noktasının yersel jeodezik yöntemlerle konumları belirlenmiştir. Resimler “Mamia” marka amatör kamera ile çekilmiştir. Çekilen resimlerde düşeye çevirme tekniği (rectification) uygulanmış ve Autocad ortamına alınarak üzerindeki taşlar tek tek çizilmiştir. [7] Şekil 2.6, düşeye çevirme tekniği kullanılarak gerçekleştirilen taş çizimi uygulamasını göstermektedir.

Gün boyu yapılan detay ölçmeleri, o akşam değerlendirilip, CAD ortamında kontrolleri yapılmakta ve böylece veriler hem sayısal hem de grafik olarak saklanmaktadır. Hatalı ya da eksik bulunan kısımlar ertesi gün arazide yapılan ilk ölçmeler olmaktadır. Sonuçta herbir kalede yaklaşık 4000 detay noktası TPS ile ölçülmüştür.



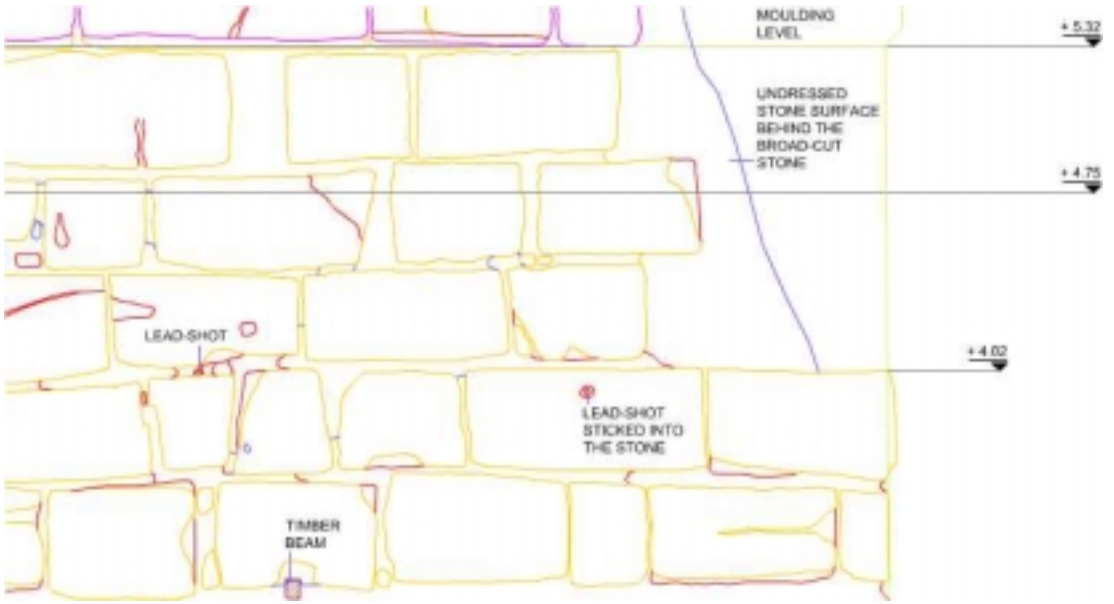
Şekil 2.6: Düşeye çevrilmiş fotogrametrik resim üzerinden yapılan taş çizimi

Arazide poligon noktasına kurulan elektronik takeometre ile ikinci bir poligon noktasına yönlendirme yapılmakta ve üçüncü poligon noktasının koordinatları hesaplanarak bilinen koordinatları ile karşılaştırılmaktadır. Eğer ölçülen koordinatlar bilinen koordinatlardan 15 mm ve üzerinde farklı ise tüm bu kurulum işlemi baştan yapılmaktadır. Fark 15 mm den az ise aletle detay noktalarının ölçmelerine bu aşamadan sonra başlanmaktadır. 15 mm fark kabul edilebilecek bir fark olmakta ve yapılan iş de beklenen doğruluğun çok altında kalmaktadır.

Detay noktaları ile ölçüldükleri poligon noktaları arasındaki mesafeler 100 metrenin altında kaldığından basınç, sıcaklık, ve yerküre eğriselliği düzeltmeleri yapılmasına gerek yoktur. Yerin küreselliği ve atmosferik düzeltmeler 1 km uzaklığından itibaren anlam kazanmaya başlamaktadır.

Ölçme ekibi dört kişiden oluşmakta ve her bir üyesinin kendisine özgü görevleri bulunmaktadır. Operatör elektronik takeometrenin kullanılmasından sorumludur. Reflektörcü mimar tarafından gösterilen detaylara reflektör tutmaktadır. Üçüncü posta elemanı posta başı olarak çalışmakta, organizasyonu sağlamakta, ölçülen detay ile ilgili kayıtları doğru bir şekilde tutmakta, gerektiğinde fotoğraf ve video kaydı yapmakta, CBS için gerekli verileri toplamakta ve üretilecek haritalar için gerekli krokileri tutmaktadır. Ölçme ekibinin dördüncü elemanı mimardır ve mimari planlar için gerekli detayları belirlemekte, bunları krokisine işaretlemektedir.

Dikkat edilmesi gereken en önemli konu, haritacının üreteceği ölçme krokisi ile mimarın üreteceği krokinin ayrı tutulması gerekliliğidir. Aksi takdirde değerlendirme aşamasında problemler yaşanmaktadır. İki disiplinin detay anlayışı ve bunun çizime yansması oldukça farklıdır. Haritacılar yapıların yer ile kesiştiği karakteristik noktaları ölçerken, mimarlar yapıda kendilerince gerekli her türlü detayı ölçturmektedirler. Şekil 2.7, mimarların ne kadar detaylı çalıştığını göstermektedir.



Şekil 2.7: Mimarların ne kadar büyük ölçekli ve detaylı çalıştığını gösteren plan

Ölçme sırasında birçok farklı özellikteki yapılarda farklı özellikteki detay noktaları ölçülmektedir. Bu detaylar daha arazide ölçülürken belirli formatlarda kodlanmaları gerekmektedir. Bu çalışma kapsamında standart bir kodlama kullanılsa da, haritaların üretilmesi ve CBS uygulamasının kurulumu aşamasında bunun gerekliliği anlaşılmıştır. Bununla beraber yakın bir tarihte çıkacak olan “Büyük Ölçekli Sayısal ve Basılı Haritaların Üretim Teknik Yönetmeliği”nde bulunan “Detay Öznitelik

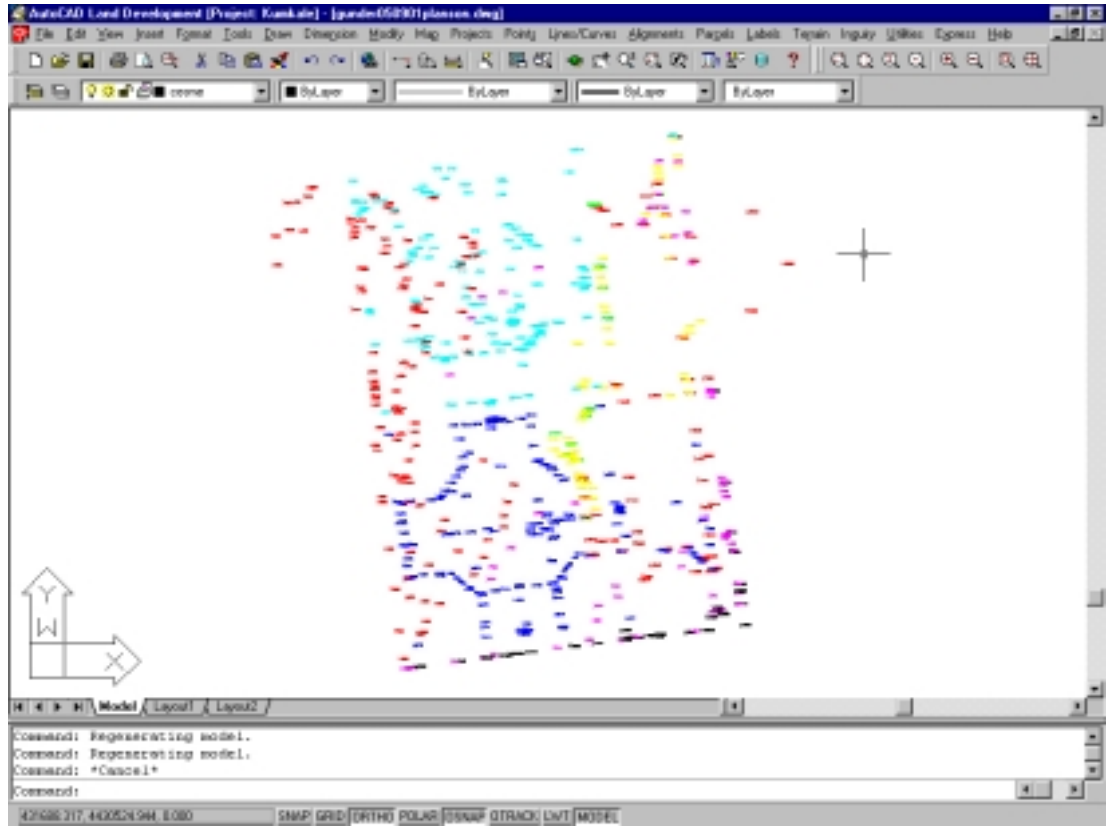
Katoloğu”nun bu ve benzer işler için kullanılmasının uygun olacağı Jeodezik Ölçme Ekibi tarafından önerilmektedir. Belirli kod ve sistematikte toplanan detay verileri, CAD ortamındaki çizim aşamalarında büyük kolaylıklar sağlamaktadır.

2.3.2. Ölçmelerin Değerlendirilmesi

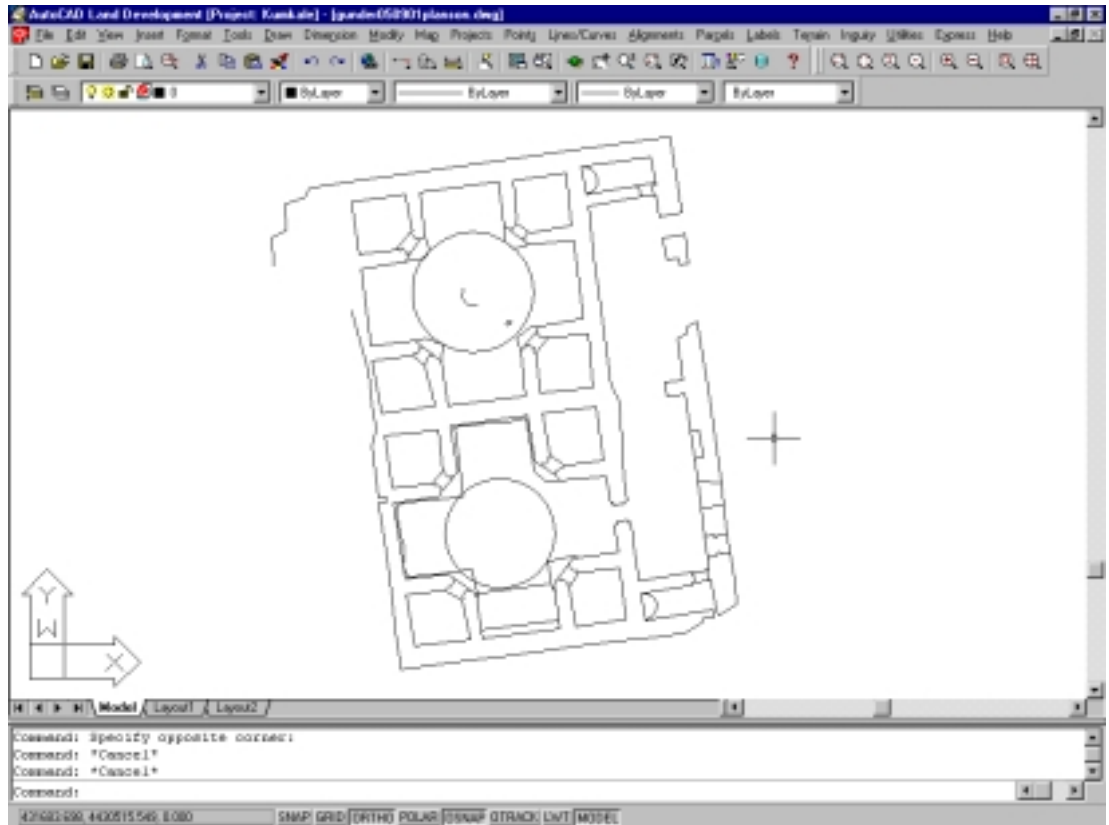
Ölçüler ve hesaplanan koordinatlar “MS Excel” ortamında düzenli bir şekilde tutulmakta ve tüm veriler ile yapılan hesaplar bilgisayar ortamında saklanmaktadır. Arazide ölçüler ve koordinatlar birlikte kayıt edilmektedir. Hesaplanan koordinatlar ölçme anında kayıt edilen koordinatlarla karşılaştırılmaktadır. Ölçme aletinde olabilecek hesap algoritma hatalarına ya da operatör hatalarına karşın ölçüler kayıt edilmekte ve bunun birçok yararı da görülmektedir. CAD ortamındaki çizimler “AutoCAD Land Development Desktop” yazılımı kullanılarak üretilmiştir.

Kalelerin ve yakın çevrelerinin büyük ölçekli harita ve planlarının üretilmesi için tüm kampanyalarda yüksek teknolojiyi barındıran jeodezik ölçme yöntemleri uygulanmıştır. Amaç olarak aynı, yöntem ve uygulanış olarak birbirinden çok farklı jeodezik ölçme yöntemlerinin birbirleriyle santimetre doğrulukta entegrasyonunun sağlanması ve bunun binlerce nokta için uygulanması bu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir.

Şekil 2.8, farklı kodlarla toplanan verilerin CAD ortamına yansımısını, Şekil 2.9 ise bu yöntemle üretilen mimari çizimi göstermektedir.



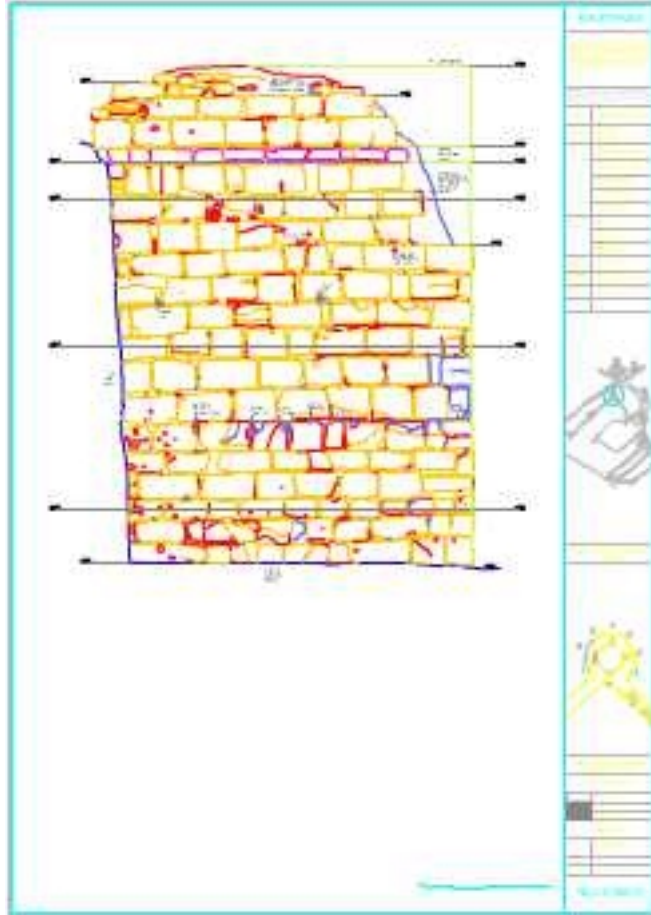
Şekil 2.8: Farklı kodlarla toplanan verilerin CAD ortamındaki gösterimi



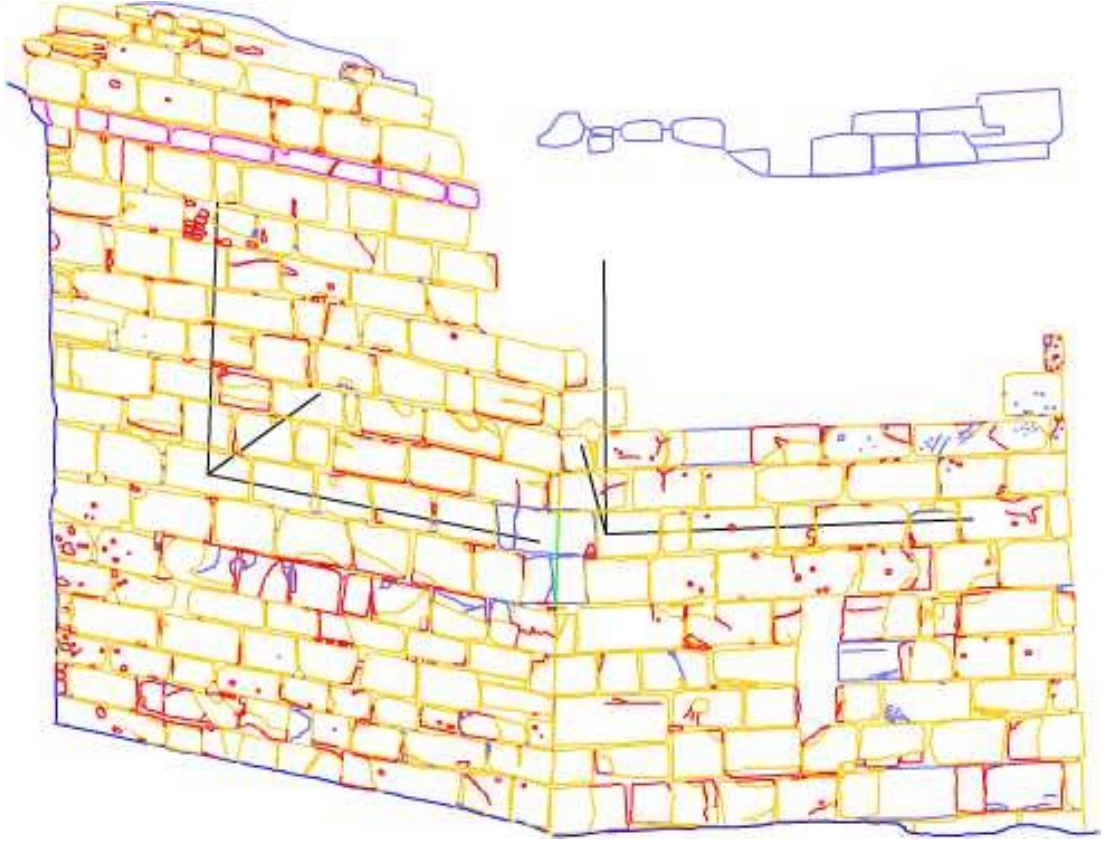
Şekil 2.9: Farklı kodlarla toplanan verilerle üretilen mimari çizim

2.3.3. 2D & 3D Verilerin Sunumu ve Mimari Planların Üretilmesi

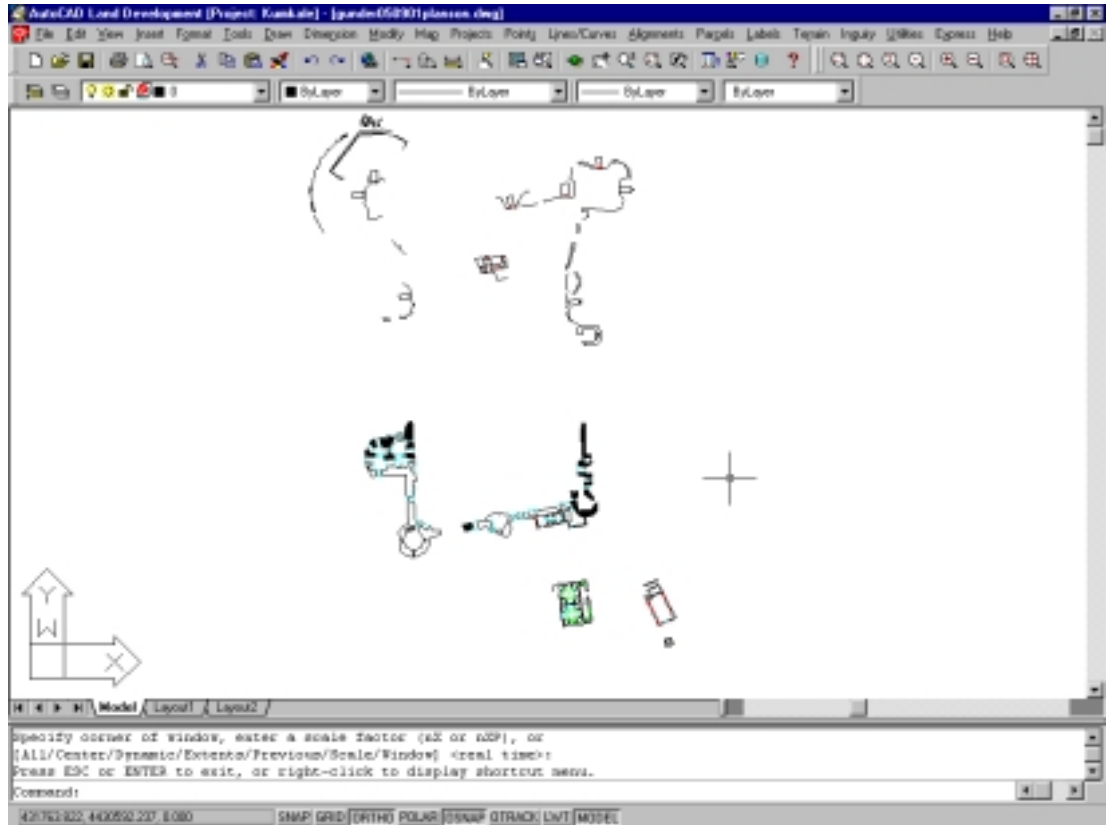
Mimarların istediği, jeodezik ölçme ekibinin ölçtüğü detay noktalarının 3D ITRF datumundaki Gauss-Krüger projeksiyon koordinatları “AutoCAD Land Development Desktop” yazılımına aktararak mimarlara sunulmuştur. Onlar da arazide tuttukları krokileri, çekilen fotoğrafları kullanarak büyük ölçekli (1:10 ya da 1:20) mimari planları üretmektedir. Büyük ölçekli bu mimari planlar bir sonraki aşamada kale bilgi sistemi içerisinde kullanılmaktadır. Hazırlanan bu haritalar ve planlar daha sonra yapılacak bir kazı, restorasyon ya da koruma çalışmasına altlık oluşturacak durumdadırlar. Şekil 2.10, projede 2D üretilen mimari planlara, Şekil 2.11, 3D üretilen çalışmalara örnektir. Şekil 2.12 ise, Kumkale’deki tüm tarihi yapıları plan düzleminde gösteren CAD ortamındaki çizimdir.



Şekil 2.10: İki boyutlu olarak üretilen mimari plan



Şekil 2.11: Üç boyutlu olarak üretilen mimari plan



Şekil 2.12: Kumkale'deki tarihi yapıları gösteren CAD çizimi

3. COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİ UYGULAMALARININ GELİŞTİRİLMESİ

3.1. Projede Geliştirilmekte Olan Coğrafi Bilgi Sistemi Uygulamalarının Altyapısı

“*Bilgi (knowledge)*”, bir kimsenin belirli bir konu veya alan hakkında bildiklerinin tümüdür. “*Veri (data)*”, bilginin temsil biçimidir. “*Bilgi (information)*” ise işlenmiş ve aktarılan veridir. [8]

Sistem, ortak bir amaç için etkileşimli faaliyetlerin ve varlıkların oluşturduğu bir gruptur. Örneğin bir araba, bütün bileşenleri ile birlikte taşımayı sağlamak için hareket eden bir sistemdir. [8]

“*Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS, Geographic Information System-GIS)*”;

kullanıcıların (user), konum bilgisine dayalı sorgulama ve analizleri daha kolay yapmalarını, haritaları tam ihtiyaçlarına göre üretmek doğru, verimli karar verilebilmesini ve daha önceden sahip olunmayan bilgilere ulaşılmasını vb.

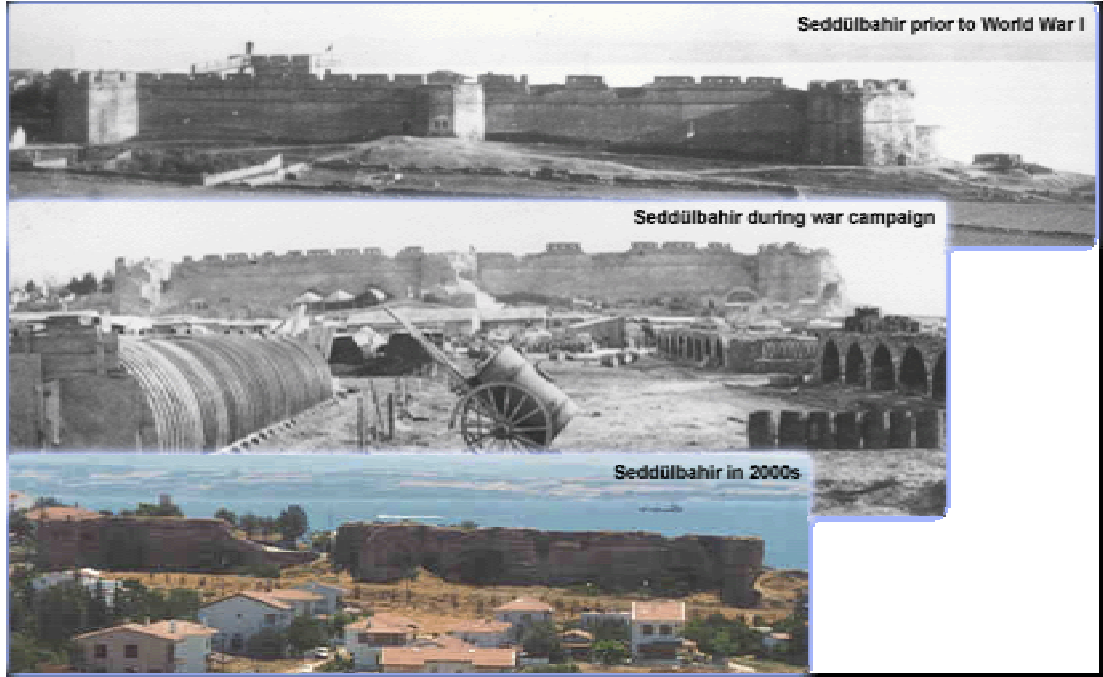
karar vericilerin (decision maker), mekansal nesnelerin optimum yönetimini gerçekleştirebilmelerini, daha hızlı ve etkili karar verebilmelerini, daha iyi hizmet edebilmelerini, operasyon masraflarını azaltmalarını vb. sağlamaktadır. [9]

Farklı disiplinlerden kimseler, yukarıda belirtilen özellikler dikkate alındığında CBS kullanmakta ya da kullanmak istemektedir. Tarih bilimi de bunlardan biridir. Tarihi kalıntıların konumsal dağılımları, zaman ve çevre etkenleri dahilinde insan kararlarının bir sonucudur. Kültürel mirasların konumsal analizleri, “ne, nerede, ne zaman, nasıl?” sorgulamaları CBS kullanılarak çok daha kolay, hızlı, görsel, verimli ve ucuz bir biçimde yapılabilmektedir.

Kalelerin Coğrafi Bilgi Sistemi uygulamasını geliştirmedeki temel amaç, kalelerin yaşamını doğru bir şekilde sanat tarihi ve mimari açıdan modelleyebilmektir. Böyle bir yaşam da ancak zamanla değişen verilerin çok iyi yönlendirilmesi ile oluşturulabilir. Zaman ilerledikçe kalelerin yaşamı büyük değişikliklere uğramakta

ve bundan dolayı da dinamik bir yapıya sahip, konum verilerinin zaman verisi ile birlikte yorumlandığı “Temporal GIS” uygulaması geliştirilmektedir. Zaman bileşeni ile birlikte kalelerin CBS uygulaması dört boyutlu (4D) olmaktadır. Sistemin jeodezik altyapısı da, “3D+zaman (3D+t)” yani 4D konum verisi sunmakta ve CBS uygulamasını 4D yapıya getirmektedir. Geliştirilmekte olan model konumsal-zamansal veri tabanı (spatio-temporal database) üzerine kurulmaktadır.

Genel bir CBS uygulaması “*ne, nerede, nasıl?*” sorularına cevap ararken, “temporal GIS” uygulaması, “*ne, nerede, nasıl, ne zaman?*” sorularına yanıt vermektedir. Örneğin, “Birinci Dünya Savaşı”nın öncesinde ve sonrasında kalelerin halihazır durumu ve kalelerdeki yerleşim nasıldı?” sorgulaması, “Birinci Dünya Savaşı’nın öncesinde ve sonrasında” zamansal ifadeleri eklenmezse anlamsız olacaktır. Şekil 3.1, kalelerin zaman içinde nasıl değiştiğini göstermektedir.



Şekil 3.1: Kalelerin zaman içindeki değişimleri

17. yüzyıldan günümüze kaleler özellikle yaşadığı savaşlar ile hem mimari hem de sosyal olarak büyük değişikliklere uğramışlardır. Geçen bu zaman diliminde kaleler ile ilgili sorulara en işlevsel, en ekonomik ve de en hızlı cevap verecek sistem bir bilgi sistemidir. Tüm bu bilgiler proje ekibi için konumları ile birlikte önemli olduğundan kaleler için bir CBS uygulaması geliştirilmektedir. Farklı disiplinlerin yürüttüğü çalışmalar ve araştırmalar sonucunda elde edilen veriler bu sistem içerisinde birbirleri ile ilişkisel hale getirilmektedir. Gerek tarihçilerin gerek kalelere

ilgi duyan herkesin, kaleler ile ilgili bilgilere, istedikleri zaman internet üzerinden kolayca erişebilmelerine yönelik çalışmalar yapılmaktadır.

Geliştirmekte olan kalelerin CBS uygulaması, öncelikle proje ekibindeki sanat tarihçileri, Osmanlı tarihçileri, arkeologlar ve mimarlar için sonrasında kaleler ile ilgilenecek herkes için geliştirilmektedir. Proje ekibinin bu sistemi kullanarak aşağıda belirtilen hedeflere ulaşması beklenmektedir:

her bir disiplinin, topladığı verilere kolay ve hızlı bir şekilde ulaşabilmesi,

her bir disipline ilişkin araştırmalarda sorgulama ve analizlerin gerçekleştirilebilmesi,

sonuçların tematik haritalarla görselleştirilebilmesi,

elde edilen bilgilerin projedeki karar mekanizmalarında (making the decision) kullanılabilmesi,

tüm bunların internet üzerinden yapılabilmesi.

Proje ekibi kullanıcıları (user) dışında, kaleler ile ilgilenecek herkes (end user) de sistemde var olan bilgilere internet üzerinden ulaşabilecek ve çoğulortam (multimedia) desteği ile kalelere gitmeksizin kaleleri gezebilecektir.

Amaçları ve hedef kullanıcıları yukarıda belirtilen CBS uygulamasının başarıya ulaşabilmesi için, projedeki Jeodezi disiplini dışındaki diğer disiplinlerin CBS kavramının ne olduğu, ne gibi yararlar sağlayacağı, nasıl kullanılacağı konusunda bilgi sahibi olmalı ve kendilerinin ne şekilde katkılar koyacaklarını çok iyi anlamalıdır. Ancak kendilerini sistemin parçası olarak hissettiklerinde CBS uygulaması başarılı olacaktır. Birçok disiplinin birlikte ürettiği bu projede, CBS uygulamasının geliştirilmesi aşamasında takım olmak sorun olmamıştır. Bu sistemde bilginin tanımı, projedeki disiplinlerin özellikle de sanat tarihçilerin sordukları soruların cevaplarıdır. Projedeki diğer disiplinlerin kaleler ile ilgili merak ettiği konular ve sordukları sorular sistemi şekillendirmektedir.

Projedeki CBS geliştiricileri, gerekli verileri topladıktan ve diğer disiplinlerin hangi konular üzerinde nasıl uygulamalar yapılmasını istediklerini anladıktan sonra, kurulan sistemin nasıl görselleştireceği üzerinde çalışmalar yapmaktadır. Oluşturulan sistemin kullanılabilirliğini ve verimliliğini arttırmak için çalışmadaki CBS uygulamaları ile çoğulortam uygulamaları bütünleştirilmeye çalışılmaktadır. Fakat günümüzde ne

CBS yazılımları çoğulortam uygulamalarını desteklemekte, ne de çoğulortam yazılımları CBS uygulamalarını desteklemektedir. Yazılım üreten firmalar farklı bu iki teknolojiyi bir araya getiren yazılım geliştirmedikleri gibi CBS yazılımlarının üç boyutlu uygulamalarda yapabilirlikleride sınırlıdır. Çalışmada bu iki teknolojinin ilişkisinin kurulmasında çözüm olarak internet arayüzü kullanılmaktadır. Geliştirilen CBS uygulaması internet ortamına taşındıktan sonra, çoğulortam uygulamaları da internet ortamına getirilmiş ve yazılan “Java Script” kodlarla ilişkileri sağlanmıştır. Bundan sonraki adımda çoğulortam uygulamaları, animasyonlar ve simülasyonlarla desteklenmelidir.

Çalışmada yer referanslı (geo-referenced) bilgiler, çoğulortam destekli CBS uygulamasının grafik arayüzleri ile sunulmakta ve bu arayüzler kullanılarak dokümantasyon sorgulamaları ve analizleri gerçekleştirilmeye çalışılmaktadır.

Güncel olmayan bir CBS uygulaması düşünölemeyeceği için, üzerinde durulan diğer bir konu da sistemin güncel olarak devamlılığının sağlanabilmesi ve bunun otomasyon yapısı içinde oluşturulabilmesidir. Sistemdeki herhangi bir veriyi güncellemek gerektiğinde, sistemin bu veri ile ilgisi olan her bir parçasını düzeltmek yerine, sadece veritabanında bu veriyi düzeltmek ve bu veri ile ilgili tüm parçalarda güncelleme işleminin gerçekleşmesi üzerinde çalışılmaktadır.

Teknolojinin ilerlemesi ile birlikte bilgiye erişim hızının önemi gün geçtikçe artmakta, internet ortamındaki çoğulortam destekli CBS uygulamalarının hızının nasıl arttırılacağı üzerinde de çalışmalar yapılmaktadır.

3.2. Metodoloji

Gerçekleştirilen CBS uygulaması birçok katmanda var olan aşağıdaki verileri kapsamaktadır:

- topografya verileri (eş yükselti eğrileri, sayısal yükseklik modelleri ve sayısal arazi modelleri),
- halihazır verileri (takeometrik veri) (tarihi yapılar, yollar, ağaçlar, deniz kıyısı),
- mimari veriler (kültürel varlıkların iki ve üç boyutlu mimari planları),
- toprak kullanımına ait veriler (yerleşim, tarım, bitki örtüsü),
- kamu hizmeti verileri (su ve kanalizasyon sistemi, ısı sistemleri),
- kadastral veriler (mülkiyet),
- sanat tarihi verileri,

Osmanlı tarihi verileri,
sözlü tarih verileri,
arkeolojik veriler,
eski haritalar ve planlar.

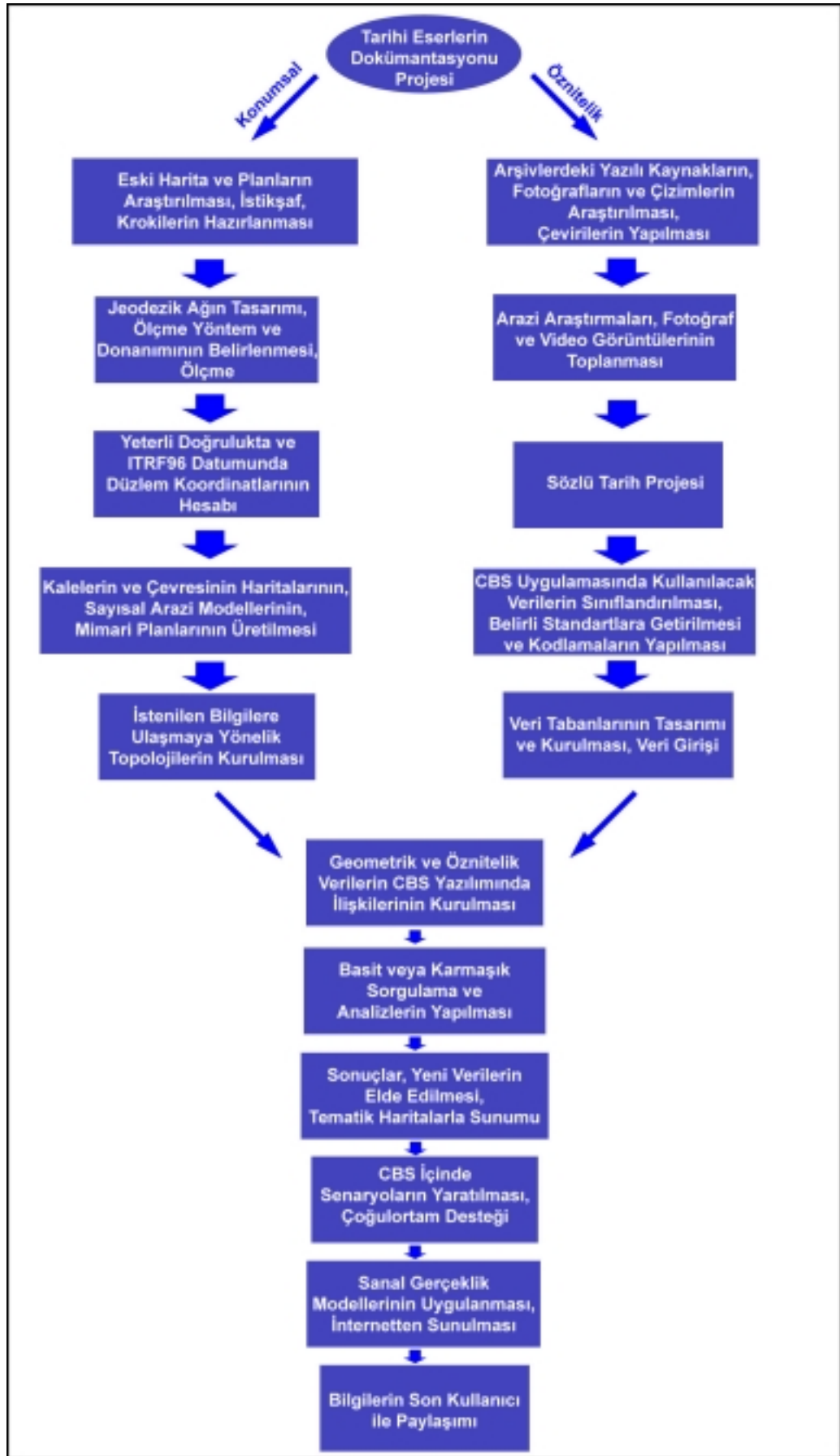
Bu veriler ve kombinasyonları ile ilgili bilgiler, tematik haritalarda sunulmakta, ilişkisel olarak yorumlanmakta, insanoğlunun seçimlerini ve yaptıklarını ortaya çıkaracak tanımlanabilen örnekleri açığa çıkarmaktadırlar. Sorgulama ve analizler çeşitli topolojiler üzerinde gerçekleştirilerek araştırmacıların çeşitli bilgilere ulaşması sağlanmakta ve kolaylaştırılmaktadır.

Kalelerin “temporal GIS” uygulaması aşağıda belirtilen dört adımda geliştirilmektedir:

- Birinci adım, bölgenin üç boyutlu sayısal haritalarının ve tarihi yapıların mimari planlarının üretilmesidir,
- İkinci adım, tarihi yapılarla ilgili tüm konumsal olmayan verilerin toplanması, belirli standartlara getirilmesi, hızlı ve kolay ulaşım için depolanmasıdır,
- Üçüncü adım, geometrik verinin sözel veri ile ilişkisinin sağlanması, istenilen sorgulama ve analizlere yönelik olarak sistemin tasarlanmasıdır,
- Dördüncü adım, tüm bu sistemin internetten yayınlanmasıdır.

Belirli formatlarda yeterli doğrulukta toplanan konum ve öznitelik bilgileri ilişkisel veritabanında kullanışlı bir şekilde organize edilip, geometrik ve öznitelik veri ilişkileri sağlanmaktadır. Bilginin görselliği, kullanışlılığı ve internette yayınlanarak paylaşımı üzerinde çalışılmaktadır. Tüm bunlar geliştirilen çoğulortam uygulamaları ile desteklenmektedir.

Şekil 3.2, çalışmadaki CBS uygulamalarının geliştirilmesinde izlenen yolu göstermektedir.



Şekil 3.2: Geliştirilen CBS uygulamalarında izlenen iş akışı

3.2.1. Konumsal Olmayan Verilerin Elde Edilmesi

Bir taraftan kalelerin şimdiki durumlarını gösteren büyük ölçekli haritalar ve mimari planlar üretilirken diğer taraftan da yerli ve yabancı arşivlerde yapılan araştırmalar ile kalelerin yapılışından günümüze kadar olan durumunu ve değişimlerini gösteren haritalar, çizimler, gravürler, sözel veriler ve fotoğraflar toplanmaktadır. Böylece günümüze kadar kalelerde meydana gelen değişiklikler belirlenebilecek, bu değişikliklere yol açan politik, sosyal, kültürel, ekonomik ve doğal etmenlerin neler olduğu ve ne şekilde etki ettiği, tarihimizdeki diğer önemli ayrıntılarla birlikte gün ışığına çıkarılabilecektir.

Geniş bir arşiv araştırması ve çeviri çalışması proje ekibindeki tarihçiler tarafından yapılmaktadır. Kalelerin 17. yy ortalarında yapılmasından itibaren, mimari değişiklikler Osmanlı zamanında, Osmanlıdan sonra, günümüze kadar birçok kaynaktan izlenmektedir. İstanbul, Venedik, Paris, Londra ve Amerika Birleşik Devletleri'ndeki bir çok arşiv araştırılmakta, fotoğraflar ve gravürler toplanmaktadır. [2]. Şekil 3.3, araştırmalar sonucunda bulunan gravürlere bir örnektir.



Şekil 3.3: Arşiv araştırmaları sonucunda bulunan gravürlerden bir tanesi

Kaleler ile ilgili en önemli iki arşiv “Hatice Turhan Sultan Vakfiyesi” ve “Tamirat Defterleri”dir. Hatice Turhan Sultan Vakfiyesi’nde, Kumkale ve Seddülbahir

kalelerinde ne tür yapıların hangi amaçla yapıldıkları, daha sonra ne gibi değişikliklere uğradıkları ve nasıl kullanıldıkları hakkında bilgiler bulunabilmektedir. Osmanlı Tamirat Defterleri'nde yapılardaki fiziksel değişiklikler, onarımlar, eklenmeler belirtilmiş, bunlar için ne kadar, hangi tür malzeme kullanıldığı ve ne kadar ücret ödendiği bilgileri verilmiştir. Ayrıca Avrupalı ve Osmanlı gezginlerinin çizimleri, notları da arşiv araştırmaları sırasında incelenmiştir. Sözlü tarih çalışmalarından elde edilen veriler de sistem içerisinde kullanılmaktadır.

Yabancı arşivlerde yapılan araştırmalar da harita bulunabilirken, Osmanlı arşivlerinde harita olmadığı gibi, yapılar ile ilgili konum bilgilerine de rastlanamamaktadır. Yabancı arşivlerde ölçü değerleri bile bulunabilirken, Osmanlı'da konum bilgisi içeren kayıt bilgileri olmaması bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır.

Kalelerde kullanılan malzemelerin kimyasal analizleri, karşılaştırılmaları, kullanılan malzemelerin (harç, ahşap, metal vb) nerelerden getirildiği üzerine de araştırmalar yapılmaktadır. [2]

Yapılan arşiv araştırmaları ile öncelikle Kumkale ve Seddülbahir kalelerinin birbirleri ile sonrasında Osmanlı askeri mimarisinin, Ege ve Akdeniz bölgesindeki diğer mimariler ile karşılaştırılmasına olanak verecek veri gruplarının oluşturulmasına çalışılmaktadır. Askeri yaşamın toplum yaşantılarına etkisi, askeri teknolojilerin kale tasarımlarını nasıl etkilediği konularında da veriler toplanmakta ve tüm bunlar CBS uygulaması içerisinde değerlendirilmektedir.

Kalelerin CBS uygulamalarının oluşturulmasında dikkat edilmesi gereken diğer bir nokta da öznitelik verilerinin belirli standartlara uygun formatlarda toplanmaları ve sisteme entegre edilmeleridir. Çok yoğun veri grubu bulunan çalışmalarda, veri toplanmaya başlamadan önce bu standartların belirlenmesi gerekmektedir. Aksi takdirde yoğun veri grubu içerisinde ilişkilerin kurulması, doğru ve güvenilir sonuçlara ulaşılması gerçekleştirilemez. Belirli standartlarda toplanan veriler CBS ortamında depolanırken de belirli kodlamalar yapılmakta ve bu kodlar kullanılarak grafik veri ile ilişkileri kurulmaktadır. Ancak bu şekilde toplanan verilerin veritabanı çöplüğünde yok olmaları engellenebilmekte, istenildiğinde verilere kolayca ulaşılabilen ve güncellenebilmektedir. Kullanılacak standartlar, "Uluslararası Standart Belirleme Servisi (ISO)"nden alınabileceği gibi bu çalışmada "Büyük

Ölçekli Sayısal ve Basılı Haritaların Üretim Teknik Yönetmeliği Taslağı”ndan alınmaktadır.

Proje kapsamında veri tabanı olarak MS Access yazılımı kullanılmaktadır ve CBS yazılımı olan AutoCAD Map ile de sorunsuz çalışmaktadır.

Belirli standartlar içinde format birliğinin sağlanması için araziye çıkılmadan önce her bir disipline özgü veri toplama formları hazırlanmalıdır. Proje elemanları bu formlara uygun veri topladıklarında, CBS uygulamasındaki veri entegrasyonu kolaylaşacaktır. Veri girme hatalarını da ortadan kaldırabilmek için, formlar sayısal ortamda hazırlanmalı, bir avuç içi bilgisayarına (Palm PC) yüklenmeli ve arazide veri toplayan proje elemanları bu avuç içi bilgisayarlarındaki elektronik formlara (e-form) sadık kalarak veri toplamalıdır. Hazırlanan elektronik formlara veri girmeye ek olarak nesne ile ilgili farklı verilerin, fotoğrafların, çizimlerin de toplanmasına olanak verecek altyapı geliştirilmelidir. Bu sayede istenilen standartlarda, sistematik, hızlı, doğru veri toplanmış olacaktır. CBS uygulamalarında diğer önemli konulardan birisi de veri kalitesidir. Bu yöntemle veri kalitesi de arttırılabilir.

Özellikle disiplinler arası çalışmalarda farklı kaynaklardan elde edilen verilerin ilişkilendirilmesi, CBS uygulamasının en önemli sorunlarından biridir. Gerçek dünyaya ait konum, öznitelik ve meta verilerinin değişimi için belirli standartlar tanımlı olmalıdır. Standardizasyondaki ana amaç verinin ve veri değerlendirme araçlarının kullanılabilirliğini, taşınabilirliğini arttırmaktır. Öznitelik verilerinin belirli standart kodlar içinde olması kendine özgü veri tabanlarının transferini bile mümkün kılmaktadır.

Çalışma kapsamında CBS uygulamalarına başlanmadan önce veriler için belirli kodlamalar üretilmeye çalışılmıştır. Veri gruplarına, fotoğraflara, gravürlere, arşivlere vb. ayrı ayrı kodlar verilmiştir. Bu kodlara ilişkisel veri tabanlarına da işlerlik kazandırılmış ve proje başlangıcında belirlenen standartlara tüm uygulama boyunca sadık kalınmıştır. Tabii ki bu yaklaşımın hazırlanması çok zaman alan bir çalışma olmakla birlikte CBS uygulaması geliştirilirken yapılması gereken temel işlemlerdendir.

CBS tanımlarına bakıldığında, her türlü kaynaktan gelen verinin toplandığı, ilişkilerinin kurulduğu uygulamalar olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışmada kalelere ait konum ve öznitelik verileri değişik formatlarda (metin, fotoğraf, ses ve müzik

kayıtları-bunlar sözlü tarih niteliğindeki bilgilerdir, çizimler-ölçekli ya da ölçeksiz, gravürler vd.) toplanmaktadır. Tüm bu verilerin CBS ortamında nasıl düzenlenmeden, uygun formatlara getirilmeden birleştirilebileceği çözümlenememiştir. Onun yerine tüm veriler düzenlendikten ve gerekli formatlara getirildikten sonra CBS uygulamasında gerekli yerlere yerleştirilmişlerdir.

3.3. Sorgulamalar ve Analizler

Bir CBS uygulamasının uzun hesaplara gerek kalmaksızın yanıtlayabileceği soruların toplamı, o CBS uygulamasının sorgulama uzayı olarak adlandırılmaktadır. Bu uzayın gerek genişliği gerekse yanıt verme süresinin başarımı, büyük ölçüde verinin depolandığı mantıksal ve fiziksel coğrafi veri yapısının bir fonksiyonudur.

Kale CBS uygulamasında gerçekleştirilen sorgulamalar aşağıda belirtilmektedir:

Grafikten veri tabanına sorgulamalar: Grafik ortamdan seçilen bir elemana ya da belirli bir alan içinde bulunan grafik elemanlara karşılık gelen veri tabanında kayıtlı tüm bilgilere ulaşılabilir.

Veri tabanı sorgulamaları: Veri tabanında bulunan sözel veriler arasında sorgulamalar yapılabilir. Çoğunlukla SQL (Structured Query Language) sorgulama dili kullanılmaktadır. Sorgulama sonuçları yeni bir tabloda listelenebildiği gibi rapor halinde yazıcıdan çıktı da alınabilir.

Veri tabanından grafiğe sorgulamalar: Veri tabanında yapılan sorgulamaların sonuçları grafik ortamda farklı görselleştirme teknikleri ile elde edilebilir.

Metrik sorgulamalar: Grafik elemanlar arasındaki metrik ilişkiler kullanılarak sorgulamalar yapılabilir.

Topolojik sorgulamalar: Grafik elemanlar arasındaki geometrik ilişkiler ve komşuluklar üzerine kurulan topoloji bilgileri kullanılarak sorgulamalar yapılabilir.

Diğer disiplinlerin analiz yapma yönünde taleplerinin olmaması ve CBS geliştiricilere bu yönde bilgi ve vizyon sağlayamaması nedeni ile kalelerin CBS uygulamasında analizler şu an yapılamamaktadır.

3.4. oğulortam Uygulamaları

oğulortam bilginin iletişiminde, ses, görüntü, grafik, fotoğraf, animasyon ve metin gibi birçok medya formunu birleştirmektedir. Birkaç medyanın birleştirilmesi ile daha güçlü, zengin ve ilgi çekici bilgi sunumları hazırlanabilmektedir. Diğer taraftan CBS uygulamaları salt kendi başına konumsal verinin toplanmasında, depolanmasında, dönüştürülmesinde, yönetilmesinde ve sunulmasında güçlü bir araçtır. Bu iki teknolojinin birleştirilmesi ile tarihi yapıların dokümantasyonu çalışmalarının kullanışlılığı, kalitesi ve verimi arttırılacaktır. Sorgulama ve analizler sonucunda elde edilen tematik haritalar, interaktif görüntüler, metinler, sesler, animasyonlar ve diğer formattaki verilerle desteklenerek zenginleştirilmektedir.

Mevcut CBS programları, kullanıcılara sorguladıkları veya analiz ettikleri bilgilere en hızlı ve en doğru şekilde ulaşmalarını sağlamaktadır. Fakat diğer taraftan CBS kullanıcıları bilgi sistemindeki verilere, bilgilere, sorgulamalara ve analiz sonuçlarına değişik şekillerde görselleştirilmiş, dikkat çekici bir biçime getirilmiş, kendilerine sistemin bir parçası olduklarını hissettiren ve sisteme daha bilinçli soru sormalarını sağlayan çoğulortam uygulamalarından yoksun kalmaktadır.

CBS uygulamalarının kalite göstergelerinden biri de kullanıcı arayüzünün kartografik nitelikleri ve kullanılma kolaylığı açısından tasarımıdır. Kullanıcılar CBS hakkında fikir sahibi olmak zorunda değildir, fakat sistemin yararlı ve kullanışlı olabilmesi için kullanıcı sistemde istediklerine rahatlıkla ulaşabilmesi gerekmektedir. Gelişen teknoloji ile birlikte kullanıcı arayüz tasarımılarında etkin görselleştirmeler yapılabilir.

oğulortam destekli CBS (multimedia/hypermedia GIS) uygulamasında, yer referanslı ses, görüntü, animasyon gibi çeşitli medya formlarının harita üzerindeki veriler ile ilişkileri kurulmaktadır ve genişletilmiş ilişkisel veri tabanlarında ya da nesne veri tabanlarında saklanabilmektedir. Geliştirilen sistem sayesinde kartografik bir altlıktan herhangi bir detayın (feature) zerine gelindiğinde, istenilen orijinal metin bilgilerine, tablolar halindeki envanter bilgilerine, o yapıya ait tarihi fotoğraflara, yapının bugünkü durumunu yansıtır fotoğraflara, video görüntülerine ve objeye ilişkin diğer bilgilere ulaşılabilmektedir.

Geliştirilen çoğulortam destekli CBS uygulaması ile, internet üzerinden bilgisayar başında oturan herhangi bir kimsenin kalelere gitmeksizin kaleleri gezebileceği şekilde görselleştirmeler üzerine çalışılmaktadır.

Çalışma kapsamında çoğulortam uygulamaları “Macromedia Flash MX”, “Swift 3D”, “3D Studio Max”, “Photoshop 7.0” yazılımları kullanılarak hazırlanmaktadır. CBS kurulumu “AutoCAD Map” yazılımında gerçekleştirilirken, sistemin internetten yayınında “Autodesk Map Guide 6.0” yazılımı ve “Java Script” kodları kullanılmaktadır.

Projede, CAD yazılımı olarak “AutoCAD Land Development Desktop” ve CBS yazılımı olarak da “AutoCAD Map” programlarının seçilmesinin nedenleri arasında grafik veriler için DWG formatının tüm benzer amaçlı programlarda tanımlı olması, bu yazılımın varolan çizim programları arasında CAD yönü en kuvvetli programlardan biri olması ve proje için gerek jeodezik ölçmelerden harita üretilmesi gerekse de mimari planların çiziminde bunun önemli bir unsur olmasıdır. Birden farklı disiplinin bulunduğu bu projede herkesin bir parça da olsa tanıdık olduğu çizim programının AutoCAD yazılımı olması gösterilebilir. En önemli nedeni ise “AutoCAD Land Development Desktop” ve “AutoCAD Map” programlarının kullanıcıya uygulamalarını daha verimli hale getirebilecek, programın tanımlanmış (default) özelliklerinin dışında kullanılabilmesini sağlayacak program parçacıkları (LISP) yazma ve bunları sisteme entegre etme olanağını vermesidir.

Kullanıcıların ilgisini çekmek, verimli çalışmasını sağlamak, sistemi daha kolay yönlendirmesine olanak vermek amaçlarıyla oluşturulan çoğulortam destekli CBS uygulamasında bir sonraki adım ise tüm bunların bir senaryo içerisinde, herkesin paylaşabilmesi ve yararlanabilmesi için internetten sunulmasıdır.

Projenin pilot uygulaması olan Kumkale Mezarlığı CBS uygulamasında; “AutoCAD Land Development Desktop” yazılımı kullanılarak oluşturulan 3D arazi modeli, 3D doğal nesneler ile” Studio MAX 4.0” yazılımı kullanılarak oluşturulan 3D mezar taşları, “AutoCAD Map” yazılımında bir araya getirilerek sorgulamalar ve analizler üç boyutlu bir ortamda çok daha görsel ve gerçeğe uygun olarak yapılmaktadır. Mezarlık için geliştirilen 3D CBS uygulaması kaleler için dört boyutlu olarak geliştirilmektedir. Çünkü kalelerin zaman içindeki değişimlerinin belirlenmesinde zaman da bir boyut olarak değerlendirilmek durumundadır. Örneğin kalelerin 1.

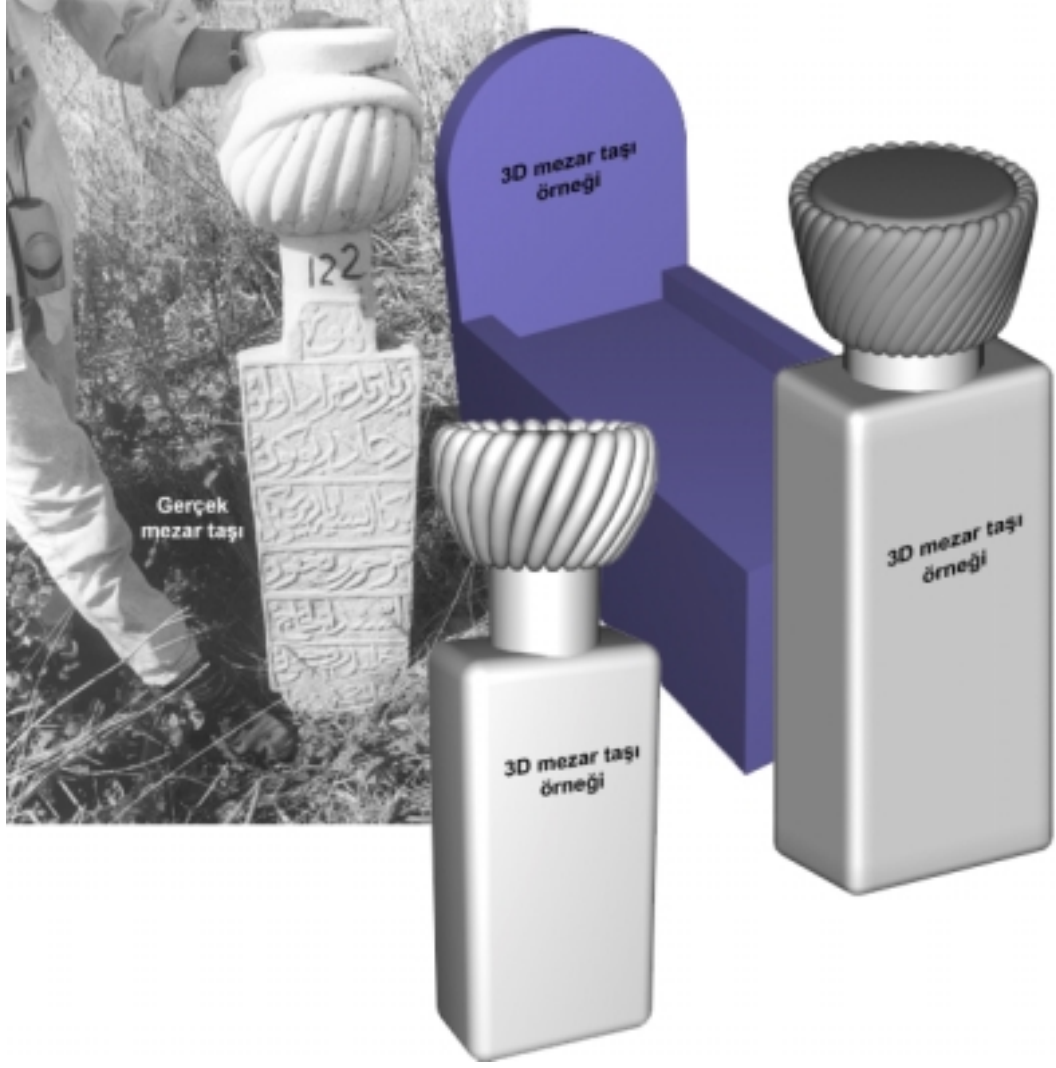
Dünya Savaşı öncesi ve sonrası baz alınarak yapılacak karşılaştırmalarda zaman bir boyut olarak ele alınmaktadır.

Çalışma kapsamında yaratılan sanal karakterler ile kalelerin yaşamının internet ortamında çoğulortam destekli CBS uygulaması olarak sunulması için çalışmalar sürdürülmektedir. Üç boyutlu karakterler “3D Studio Max” yazılımında üretilmektedir. “GeoHistory” adı verilen karakter internetten kalelere ulaşan herkesin gözü ve eli olmakta, ekran başında kaleler ile ilgili düşündüklerini GeoHistory karakterine yaptırmaktadırlar. 3D arazi modeli üzerindeki 3D tarihi yapılar arasında dolaşan karakterlerin sorgulamalar yapmasına, dokunulan yüzeyden bilgi almasına yönelik çalışmalar sürdürülmektedir. Bu tür animasyonların geliştirilmesi, sanal gerçeklik uygulamaları “Virtual Reality Modelling Language (VRML)” kullanılarak yapılacaktır. Böylece sistemi kullanan kişinin CBS, SQL, VRML gibi konuları bilmesine gerek kalmaksızın istediklerine interaktif ve görsel olarak ulaşması sağlanacaktır. Kullanıcıya sunulan birden fazla senaryo ile kullanıcının kaleler ile ilgili daha farklı ve ayrıntılı şeyler düşündürülmesi sağlanabilecek, kullanıcının sistemin bir parçası olduğu hissettirilecektir.

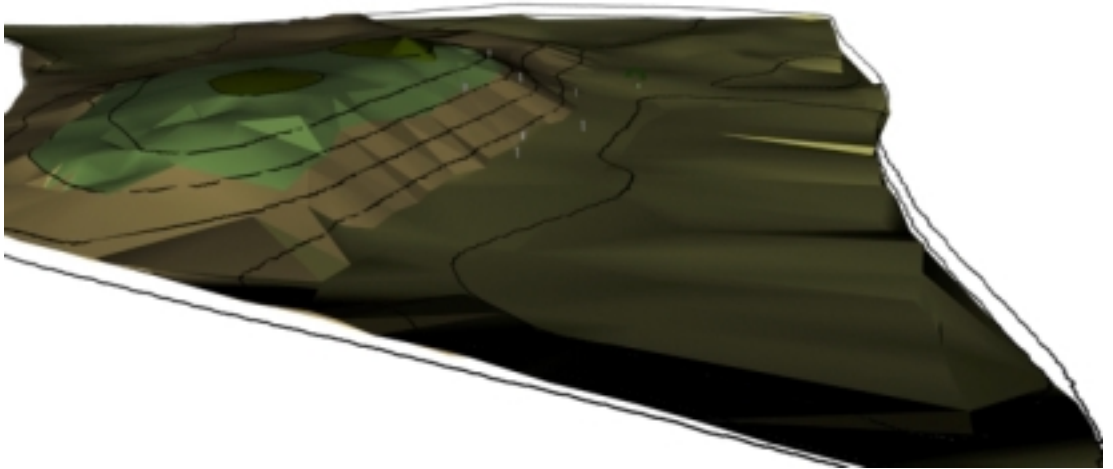
Şekil 3.4, “Studio Max” yazılımı kullanılarak üretilen 3D mezar taşlarını göstermekte, Şekil 3.5 ise, 3D mezarlık animatif uygulamasını göstermektedir.

Sanal gerçeklik simülasyonları (virtual reality simulations) ile uygulamayı destekleyebilmek için kalelerin ve çevresinin video görüntülerine, panoramik resimlere ve tarihi yapıları gerçeğe uygun kaplamak için fotoğraflarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Bir diğer üzerinde çalışılan konu ise “gerçek zamanlı CBS (real-time GIS)” uygulaması oluşturabilmektir. Bunun için gereksinim duyulan teknolojiler avuç içi bilgisayar (PALM PC), avuç içi bilgisayara entegre edilebilecek bir OEM GPS alıcısı ve bu cep bilgisayarı için özel hazırlanmış çoğulortam destekli CBS uygulamasıdır. Kaleleri ziyaret edenler bu teknolojik aletleri kullanarak kalelerde dolaşacak, dolaşırken kendilerini harita üzerinde izleyebilecek, bir yapının önüne gelip bilgi almak istediklerinde ekrana dokunacak ve istedikleri bilgilere ulaşabileceklerdir. Örneğin yapının çizimleri, haritadaki yeri, tarihi bilgileri, eski görünüşleri vb.



Şekil 3.4: “Studio Max” yazılımı kullanılarak üretilen 3D mezar taşları



Şekil 3.5: “Studio Max” yazılımı kullanılarak geliştirilen 3D animasyon

3.5. Örnek Uygulama: Kumkale Mezarlığı Bilgi Sistemi

Kalelerdeki ölçmelerin tamamlanması sonrasında Kumkale yakınlarındaki Osmanlı mezarlığının ölçülmesine geçilmiştir. Kumkale mezarlığı, Kumkale'ye yaklaşık 750 m uzaklıkta olup, 276 mezar taşı bulunmaktadır. Mezar taşları teker teker numaralandırılmış, GPS tekniği ile konumları belirlenirken mezar taşlarına verilen bu numaralar nokta numarası olarak alınmış ve mezarlık CBS uygulamasında da grafik ve sözel veriyi eşleştirmede kullanılmıştır.

Mezar taşlarının her birinin fotoğrafı çekilmiştir. Taşın büyüklüğü hakkında bilgi edinilebilmesi için bazılarının fotoğrafı, yanına mira tutularak çekilmiştir. Taşların çoğu kırık ya da yerde uzandığından hepsinde bu yöntem uygulanamamıştır.

Mezar taşlarının üzerindeki yazılar Osmanlıca olduğundan projedeki Osmanlı tarihçisi tarafından çevirileri yapılmış, elde edilen bilgilerden önemli olanları seçilip MS Excel programına her bir mezar taşı için girilmiştir. Mezar taşlarının hepsi tam olmadığından, önceden belirlenen MS Excel yazılımının veri sütunlarının altı tamamen doldurulamamıştır. Tarihçilerin CBS uygulaması için oluşturduğu bu veriler projedeki CBS geliştiriciler tarafından düzenlenmiş, kodlamalar geliştirilmiş ve sorgulamalara hazır bir formata getirilmiştir.

Kumkale'deki nirengi noktalarından K102 referans alınarak mezar taşları, münferit ağaçlar ve arazinin karakteristik noktalarının konumları gerçek zamanlı olarak ve dur ve git yöntemi kullanılarak GPS tekniği ile belirlenmiştir. Topografya ölçmeleri de gerçek zamanlı kinematik yöntemi ve GPS tekniği kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Kumkale mezarlığının topografyası, 574 noktanın gerçek zamanlı ve kinematik GPS tekniği kullanılarak ölçülmesi ile belirlenmiştir. Mezarlığın sınırının belirlenmesi ve topografyanın oluşturulabilmesi için yapılan GPS ölçmelerinde beş metrede bir uydu sinyali kayıt edilmiştir.

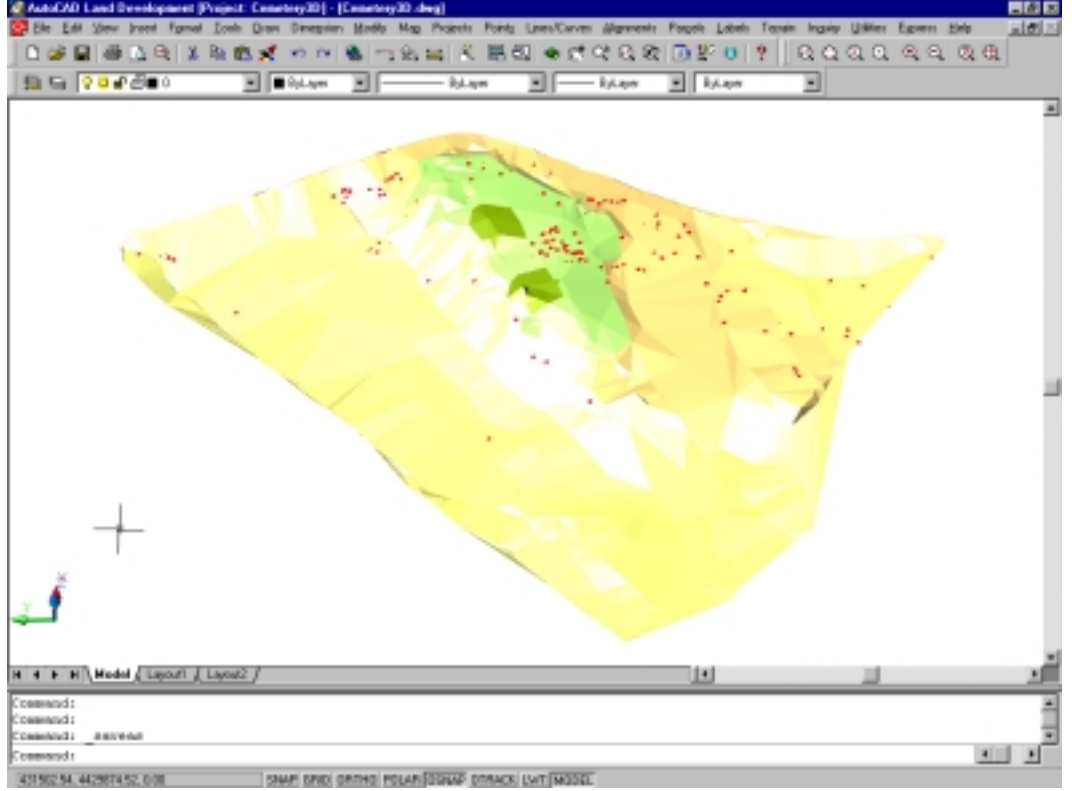
Bütün mezar taşlarının, sınır noktalarının ve topografik detayların konumları Gauss Krüger projeksiyonunda 27° dilim orta meridyeni ve 3° dilim genişliği alınarak düzlem koordinatları olarak elde edilmiştir. Yapılan ölçmeler kontrol edilip gerekli düzeltmeler uygulandıktan sonra önce eş yükselti eğrili haritalar, sonrasında ise CAD ortamında 3D arazi modeli oluşturulmuş ve gerek arazideki doğal objeler (ağaç, çalılık vb.) gerekse de her bir mezar taşı arazi modeli üzerine 3D olarak yerleştirilmiştir.

TIN (Triangulated Irregular Network) yöntemiyle “AutoCAD Land Development Desktop” yazılımı kullanılarak oluşturulan arazi modelinde noktalarda yapılan düzenleme sonucu 574 noktadan 30 tanesi TIN modeli dışında bırakılmıştır. Model dışında tutulan bu noktalar sadece yüksekliklerinde sorun olan noktalar değil, eğrileri girintili çıkıntılı yapan yeterinden fazla noktaları da içermektedir. Ayrıca, TIN enterpolasyon modelinin verimli kullanamadığı noktalar da bulunmaktadır. “AutoCAD Land Development Desktop” yazılımında yaklaşık 550 noktaya dayalı mezarlığın 3D TIN simülasyonu gerçekleştirilerek, oluşturulan model yine “AutoCAD Land Development Desktop” yazılımında kaplanmıştır.

Şekil 3.6, Kumkale Mezarlığı’nın arazi modelini oluşturabilmek için yapılan GPS ölçmelerini, Şekil 3.7 ise, bu ölçmeler sonucunda üretilen 3D arazi modelini ve 3D mezar taşlarını göstermektedir.



Şekil 3.6: Kumkale Mezarlığı sayısal arazi modeli için GPS tekniği ile veri toplama

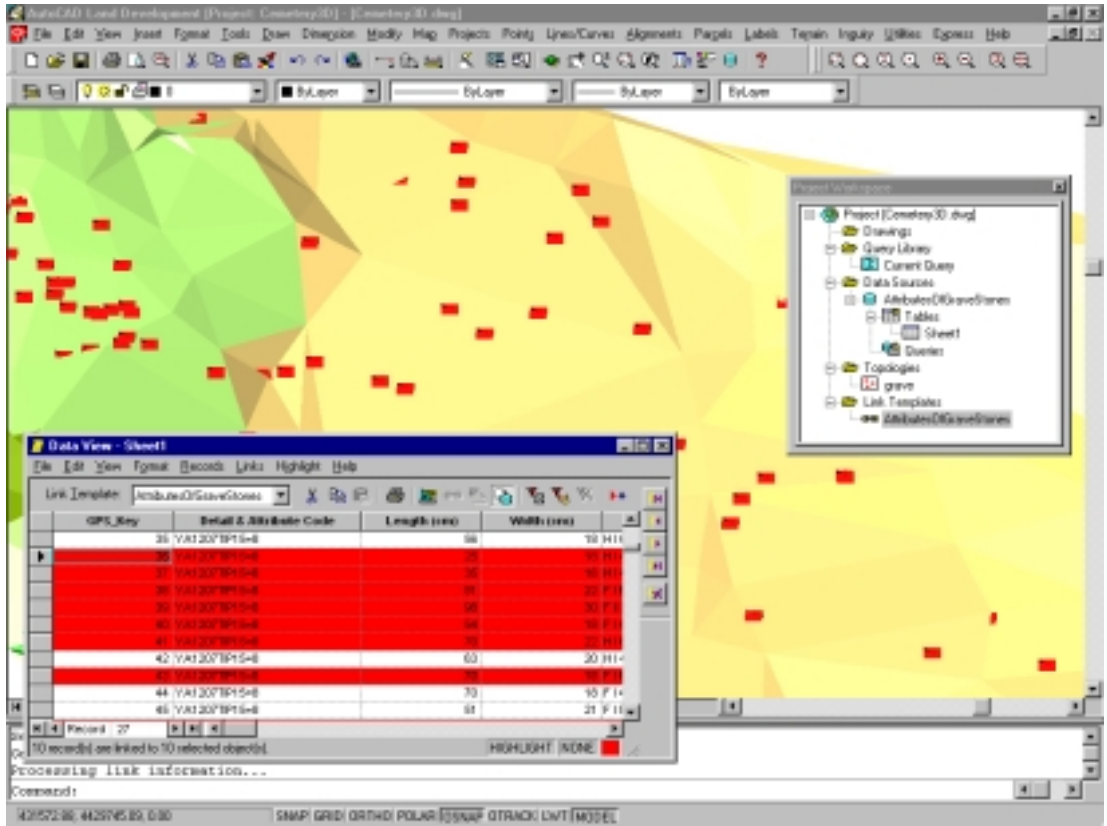


Şekil 3.7: Kumkale Mezarlığı 3D sayısal arazi modeli ve 3D mezar taşları

“SKI-Pro V1.1” yazılımında elde edilen mezar taşlarının koordinatları “MS Excel” ve “DOS” editörü olan “PE2” kullanılarak “AutoCAD Land Development Desktop” yazılımına aktarılmıştır.

CAD ortamında oluşturulan mezar taşları yine bir “Autodesk” ürünü ve CBS yazılımı olan “AutoCAD Map” programına aktararak CBS uygulaması gerçekleştirilmiştir. Coğrafi verileri bilinen mezar taşlarının öznitelik verileri “MS Access” veri tabanına girilmiş ve düzenlenmiştir. AutoCAD Map yazılımında konumsal ve konumsal olmayan veriler eşleştirilmiş, her bir mezar taşının daha önceden taranmış fotoğrafı mezar taşlarıyla ilişkilendirilmiştir. “SQL” sorgulama dili kullanılarak istenilen bilgilere kolay ve hızlı bir şekilde ulaşılmaktadır. Sorgulama sonuçları yazılım olanakları dahilinde en iyi şekilde görselleştirilmeye çalışılmıştır.

Şekil 3.8, Kumkale Mezarlığı için üretilen 2D CBS uygulamasını, Şekil 3.9, geliştirilen CBS uygulamasında yapılan bir sorgulamayı, Şekil 3.10 ise, Mezarlığın 3D CBS uygulaması ile bu ortamda yapılan sorgulamaları göstermektedir.



Şekil 3.10: Kumkale Mezarlığı 3D CBS uygulaması ve 3D sorgulamalar

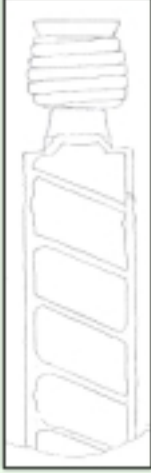
Çeşitli grafik yazılımları kullanılarak her bir mezar taşı için görsel bilgi formları oluşturulmuştur. Bu sayısal bilgi formlarında; mezar taşının fotoğrafı, 1/10 ölçekli el çizimi, sayısal ortamda hazırlanmış 3D modeli, akan bir yazı biçimiyle öznitelik bilgileri, mezar taşı üzerindeki yazılar (epigraph) ve mezar taşı hakkında bilgiler veren kaplumbağa animasyonlu bir ses dosyası bulunmaktadır. Şekil 3.11, mezar taşları için üretilen sayısal formlara örnektir.

Bu uygulamada bir senaryo içinde üretilen çoğulortam desteğinin sisteme entegrasyonu üzerinde de çalışılmıştır. Mezarlar ve kaleler hakkında yapılan sözlü tarih çalışması bu konuda önemli bir katkı sağlamaktadır. Kaleler ya da mezarlıkta gömülü kişiler hakkında köy halkının, beldenin ileri gelenleri ile yaşlılarının sahip olduğu bilgiler röportaj olarak kaydedilmiştir ve bu verilerin sisteme eklenmesi üzerinde çalışılmaktadır. Bunun yanında çekilen fotoğraflar ve kaydedilen video görüntüleri de kullanılmaktadır. Ayrıca “3D Studio Max” yazılımında hazırlanan küçük animasyonlar da eklenmektedir.

TOMBSTONE #10



EPIGRAPH
 İdris-i İzzet-ül Haki
 "Azrail can-ı azize dest
 unub almayınca ölüm acısı
 bilimsiz husna gelmeyece
 merham
 ve meğfir Kırkagaçlı
 Cavusade Osman aga
 rubiyûn offatika
 sene 1210







OTHER INFORMATION

Reference Made To: father
 Family Name: cavusoglu
 Geo-Origin: kırkagaç
 Father: N/A
 Gender: male
 Spouse: N/A

Şekil 3.11: Her bir mezar taşına ait sayısal bilgi formu

Kalelerin Coğrafi Bilgi Sistemi çalışmasına geçmeden önce pilot çalışma olarak geliştirilen Kumkale Mezarlığı Coğrafi Bilgi Sistemi uygulamasında, kullanıcıları mezarlıktaki bir kaplumbağa yönlendirmektedir. Proje ekibi, tarihi Kumkale Mezarlığına gerçekleştirdiği keşif sırasında dut ağacı yanında ağız çevresinde dut lekeleri olan şirin bir kaplumbağayı farketmiştir. İki sene boyunca gerçekleştirilen mezarlık ölçme kampanyalarında da kaplumbağanın mezarlıkta olduğu ve ağız çevresinde yine dut lekeleri bulunduğu gözlenmiştir. Şekil 3.12, Mezarlık bilgi sistemi uygulaması için geliştirilen senaryoyu internet ortamında kullanıcılara aktaran “Flash” uygulamasıdır.

Sözü edilen dut ağacı, mezarlık ve çevresindeki en büyük ve en yaşlı canlı olarak göze çarpmaktadır. Proje yürütücülerinden Dr. Lucienne Thys-Şenocak, dut ağacını “düt ağacı” olarak telaffuz edebildiği için, tüm ekip ağacı esprili bir şekilde “düt ağacı” olarak adlandırmıştır. Bu bağlamda, mezarlık için oluşturulacak çoğul ortam destekli coğrafi bilgi sistemi uygulamasında kaplumbağa ve düt ağacı karakterlerinin yer alabileceği düşünülmüş ve senaryo şu şekilde kurulmuştur.



Şekil 3.12: Kumkale Mezarlığındaki senaryoyu anlatan “Flash” Uygulaması

Düt ağacı yaşlı bir ağaç olduğundan her şeyi bilen ve meyveleri çok lezzetli bir ağaçtır. Kaplumbağa, düt ağacı ile mezar taşları arasında gidip gelerek mezar taşlarından aldığı tüm bilgileri düt ağacına iletmektedir. Böylece düt ağacı mezarlıkta gelişen tüm olayları takip edebilmektedir.

Oluşturulan çoğulortam uygulamasında kullanıcı, mezarlıkla ilgili bilgilere düt ağacı üzerinde akan yazılarla ulaşabilmekte, kaplumbağa sihirli sopası ile taşlara dokunarak taşların fotoğraflarına ve küçük animasyonlara ulaşılmasını sağlamakta ve konuşarak da o mezar taşı ile ilgili önemli bilgileri vermektedir.

Şekil 3.13, Kumkale Mezarlığı çoğulortam uygulamasını, Şekil 3.14, çoğulortam uygulamasındaki mezar taşı bilgilerini ve Şekil 3.15’te, ilk üretilen çoğulortam uygulamasını göstermektedir.



Şekil 3.13: Kumkale Mezarlığı çoğulortam uygulaması



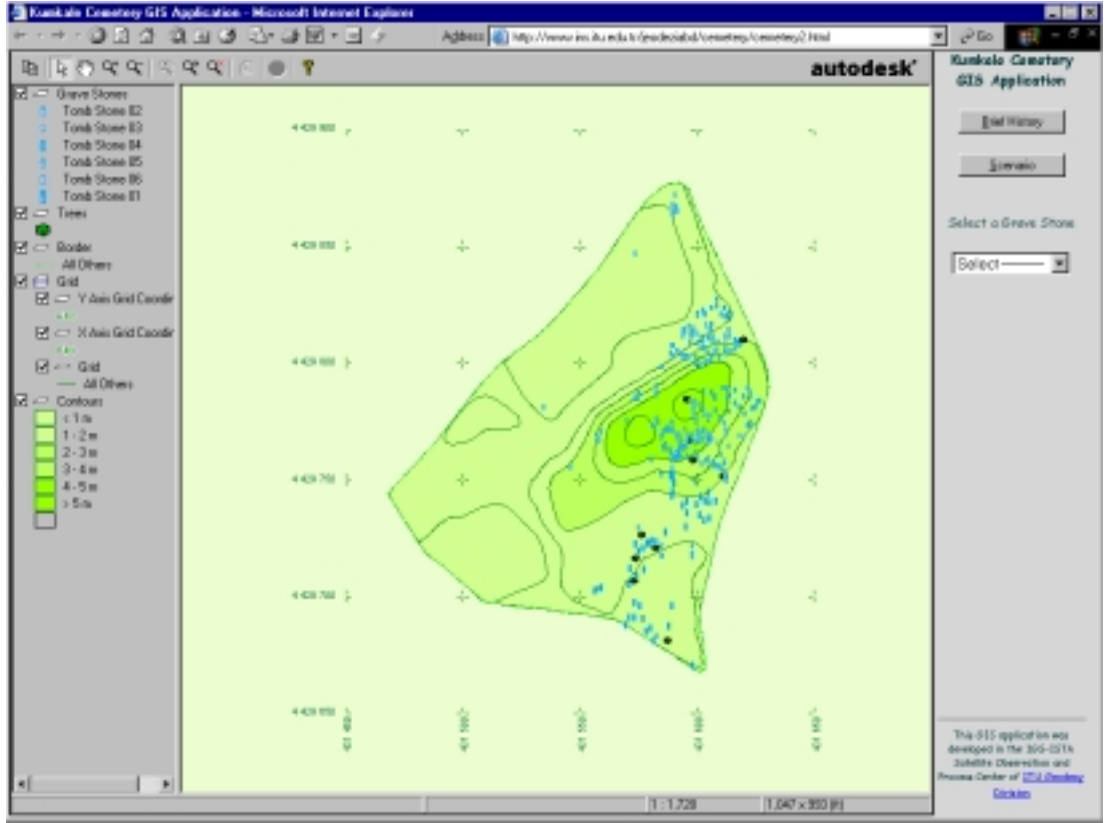
Şekil 3.14: Kumkale Mezarlığı çoğulortam uygulaması ve mezar taşı bilgileri



Şekil 3.15: İlk oluşturulan Kumkale Mezarlığı çoğulortam uygulaması

Burada amaç CBS uygulamasını bir senaryo içinde sunmak, çoğulortam uygulamaları ile destekleyebilmek ve bu sistemi kullanacak kişilerin sistemden amaçlarına en uygun ve verimli bir şekilde yararlanabilmelerini sağlamaktır. Buradaki yaklaşımla, kullanıcılarla sistem arasında etkileşimli bir iletişim kurulması ve “kaplumbağa”, “düt ağacı” gibi nesneler aracılığıyla kullanıcıların elde ettikleri bilgileri akılda tutabilmelerinin sağlanması amaçlanmıştır. Kullanıcı bu ve benzeri araçları kullanarak kendisine verileni daha iyi anlamakta, kendisini sistem içerisinde daha iyi yönlendirebilmekte ve sisteme doğru soruları sorabilmektedir.

Herhangi bir kullanıcının ya da proje ekibindeki tarihçilerin CBS yazılımı kullanarak, SQL sorgulamaları gibi sorgulamaları ya da analiz altyapılarını hazırlamaları beklenmemelidir. Ayrıca kullanıcılar bu bilgilere sadece bir bilgisayarın sabit diskinden değil, internet üzerinden, herhangi bir bilgisayardan ulaşabilmelidirler. Bu uygulamada “Autodesk Map Guide” yazılımı ve “Java Script” kodları kullanılarak yukarıdaki problemlere yönelik çözümler geliştirilmeye çalışılmıştır. Şekil 3.16, çoğulortam destekli Kumkale Mezarlığı CBS çalışmasının internetteki uygulamasını göstermektedir.

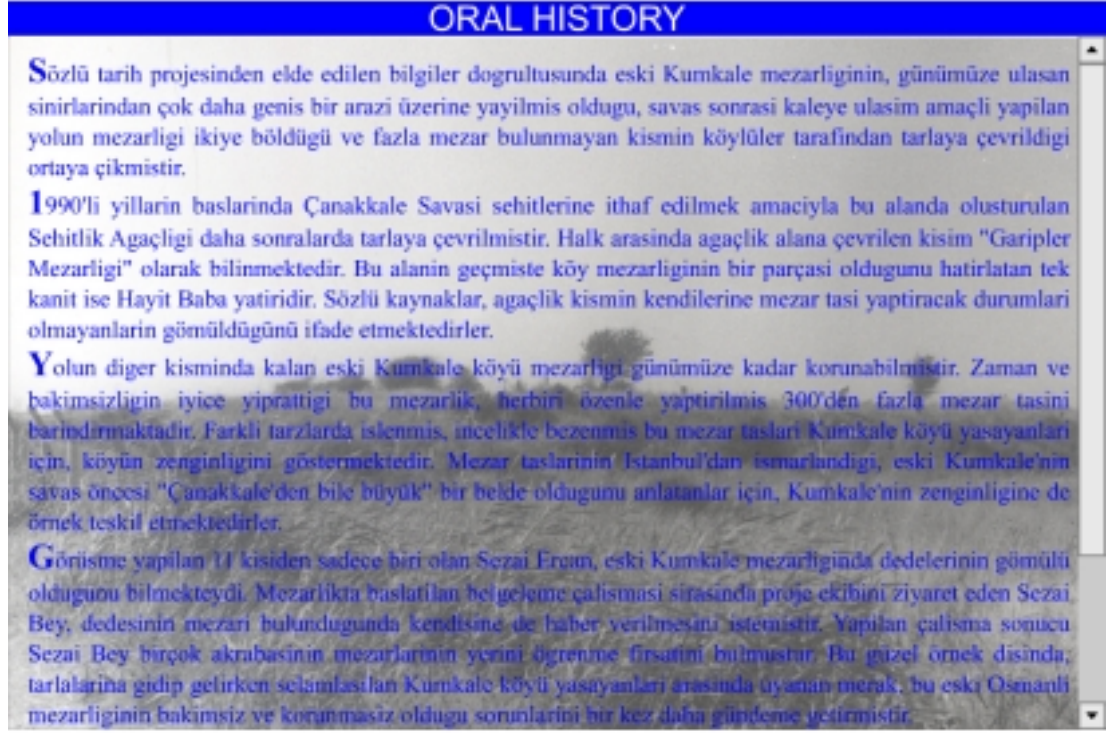


Şekil 3.16: Çoğulortam destekli Kumkale Mezarlığı CBS uygulamasının internetten görünümü

Mezarlık bilgi sisteminin geliştirilmesi kale bilgi sistemleri için pilot uygulama özelliğini taşımaktadır. Şu açıktır ki kaleler için yapılacak çalışmanın mezarlıktan çok daha kapsamlı olacağı ve daha çok zamana gereksinim duyulacağı kaçınılmazdır. Bununla birlikte mezarlık bilgi sisteminde karşılaşılan sorunların çözümü yolundaki çalışmalar kale bilgi sisteminin kurulması için önemli bir deneyim kazanılmasını sağlamıştır.

Kumkale mezarlığında yapılan araştırmanın temel amaçlarından biri, mezar taşlarının geniş bir dokümantasyonunu çıkarmaktır. Mezar taşları, doğanın ve insanoğlunun kırıcı etkisi ile çok yıpranmış, yerleri değişmiş, parçalara ayrılmış durumdadır. Ayrıca hırsızların ve define avcılarının etkisine de maruz kalmaktadırlar. Kumkale mezarlığı çalışmasının bir diğer amacı da Kumkale kültürel ve sosyal yapısı hakkında çıkarımlar yapabilmektir. Kaleden kimlerin mezarlığa gömüldüğü, Kumkale'nin sosyal hayatı ile ilgili mezar taşlarında ne gibi yazıların bulunduğu araştırılmaktadır. Ayrıca bu mezarlıkta toplanan veriler ile diğer mezarlıklar karşılaştırıldığında sosyal, kültürel, politik yaşamın mezarlıklara etkisi görülebilmektedir.

Ölçme kampanyaları süresince Kumkale yaşayanları ile yapılan sözlü tarih çalışması sonucunda bir çok bilgiye ulaşılmıştır. Gerek sözlü kaynaklardan gerekse de arşivlerden elde edilen veriler de CBS uygulamasında kullanılmaktadır. Şekil 3.17, sözlü kaynaklardan elde edilen verilerin CBS uygulamasındaki kullanımını göstermektedir.



Şekil 3.17: Çoğulortam destekli Kumkale Mezarlığı CBS uygulamasındaki sözlü tarih kısmı

Mezar taşı yazılarındaki bilgiler kadar, taşların şekilleri, sembolleri, yazı formatları da önemli çıkarımlar sunmaktadır. Bundan dolayı taşların sembolik analizleri yapılmakta ve süslemeleri de incelenmektedir. Sözlü kaynaklardan elde edilen bilgilere göre, farklı tarzlarda işlenmiş, incelikle bezenmiş bu mezar taşları Kumkale köyü yaşayanları için, köyün zenginliğini göstermektedir. Mezar taşlarının İstanbul'dan ısmarlandığı, eski Kumkale'nin savaş öncesi "Çanakkale'den bile büyük" bir belde olduğu ve Kumkale'nin zenginliğine de örnek teşkil ettiği ifade edilmektedir.

Kumkale Mezarlığı CBS uygulamasına ilişkin sorular çeşitlilik göstermektedir. Mezarlıkta özel bir çeşit mermerin bulunması, taş ocakları, atölyeler ve müşteriler arasındaki ticaret yollarını göstermekte midir? Mezar taşlarının tasarımı, süslenmesi

toplumdaki sosyal ilişkileri, politik hiyerarşiyi belirtmekte midir? Halkın hangi işlerle uğraştığına ve cinsiyetine bağlı olarak mezar taşları, yazıları ve sembolleri şekillenmekte midir? şeklinde sorular sorulabilmekte ve bu yönde analizler yapılabilmektedir. Analiz sonuçlarından elde edilen bilgiler tematik haritalar kullanılarak görselleştirilmektedir.

Gerçekleştirilen bir diğer analiz de aynı aileye mensup mezar taşlarının konumlarına göre yakınlık ilişkilerinin incelenmesidir. Buradan elde edilen bilgiler, günümüzde insanlar için önem taşıyan bazı sosyolojik olguların o zamanda var olup olmadığını ortaya çıkarmaktadır.

Oluşturulan mezarlık CBS uygulaması sayesinde projedeki tarihçilerin ve arkeologların mezarlık ile ilgili bilgilere, sorgulamalara ve analiz sonuçlarına çok kolay biçimde ulaşmaları ve bilgi sistemi içindeki görselleştirme fonksiyonu sayesinde sonuçları çok daha iyi analiz etmeleri sağlanmaktadır. Tamamen kağıtlar üzerinde çalışmaları ve yorumlamaları gereken büyük miktardaki bilgiler sayısal ortamda konumsal adresli, düzenli, çekici ve kolay çalışılır hale getirilmiştir.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Gelişen teknoloji ve artarak çeşitlenen insanoğlunun problemlerini ortaya koyma, sorgulama, çözme, analiz etme, simülasyonlar gerçekleştirme ve tüm bunları internet ortamında paylaşma CBS ile gerçekleşmektedir. Haritacılar için de harita son ürün olmaktan çıkmakta, ürün olarak ortaya konması gereken bir CBS uygulaması olmaktadır.

Farklı disiplinlerin bir arada çalıştığı bu ve benzeri CBS projeleri artık kaçınılmazdır. Globalleşen dünyada tek bir disiplinin diğer disiplinlerle ortak çalışma yürütmeksizin yapabileceği bir çalışma yok gibidir. Disiplinler, birlikte çalışarak insanlık yararına nasıl bir üretim yapılacağı üzerinde tartışmakta ve bunun yolunun Coğrafi Bilgi Sistemi uygulamalarından geçtiği sonucuna ulaşmaktadırlar. Bu da konumsal veri, harita, veri yönetimi, veri kalitesi ve standartlar kavramlarını vitrine çıkarmaktadır. Bu projede de tarih, sanat tarihi, Osmanlı tarihi, arkeoloji, mimarlık, ve jeodezi disiplinleri birlikte çalışmakta, her geçen gün daha da yıpranan tarihi yapıları koruma ve kurtarma yolunda sorumluluklarını yerine getirmektedirler.

Başlangıçta dokümantasyon projesi olarak başlayan proje bugün CBS uygulaması sayesinde bir çok kullanıma altlık olabilecek duruma gelmektedir. Dokümantasyonun en modern yolla yapıldığı bu CBS uygulaması, bir çok bilgiyi bakımsız tarihi yapılardan, tozlanmış raflardan alarak herhangi bir kimsenin bilgisayar aracılığıyla istediği zaman ulaşabileceği birer kaynağa dönüştürmektedir.

Bu çalışma, kullandığı modern jeodezik ölçme teknolojisi, CBS uygulaması geliştirme teknolojisi ve uygulamaya bakış açısı bakımından Türkiye'deki ilk tarihi dokümantasyon projesidir.

Kültür varlıklarının dokümantasyonunun CBS ortamında oluşturulması kültür varlıklarımız ve onların gelecek nesillere aktarılması adına atılmış büyük bir adımdır. Bu bilgi araçlarının kullanıcılara ve sorumlu mercilere sağlamış olduğu yararlar da son derece açıktır. Bu proje sayesinde de bu bir kez daha vurgulanmıştır ki önemli

olan, CBS uygulamalarının kültür varlıklarının korunmasındaki önemini kavramak ve bu konuda yapılan çalışmalara hız verip yenilerini eklemektir.

Diğer bir önemli konu ise oluşturulmakta olan CBS uygulamalarında tarihçilerin isteklerine uygun sorgulama ve analizleri hazırlayabilme problemidir. Öncelikle bilgi sistemi kavramının ne olduğu ve nasıl kullanılabileceği onlara anlatılmalı, ardından onların neler istediği ve sistemden beklentileri belirlenip bu amaçlar doğrultusunda sistem tasarlanmalıdır. Aksi takdirde yapılan uygulama, verilerin görselleştirilmesinden ileri gidemez.

Seddülbahir-Kumkale projesi disiplinlerarası bir proje olduğundan, farklı disiplinler arasında fikir paylaşımları ve görüş ayrılıkları yaşanmış, bilgi alışverişleri olmuştur. Farklı disiplinlerin problemlere ilişkin yaklaşımları, çözüm stratejilerinin gözlemlenmesi olanağı da elde edilmiştir. Özellikle CBS uygulamalarında disiplinlerin birbirlerini anlayabilmesi çok önemlidir. Haritacıların diğer disiplinlerin ne istediğini yorumlayabilmesi için, diğer disiplinlerin CBS uygulamaları ile nelerin yapılabileceği, bunun için hangi standart ve formatta veri toplaması gerektiği vb. konularını çok iyi kavramaları gerekmektedir.

Bu çalışma göstermiştir ki, CBS uygulamaları yalnız haritacıların yaptığı bir uygulama değil farklı disiplinlerin bir arada yarattığı bir sistemdir. Bununla birlikte CBS uygulamalarında en önemli veri haritalar ile sağlanmaktadır. Koordinat sistemi, datum, projeksiyon gibi harita ve harita ile ilgili bilgileri doğru bir şekilde kullanıp yorumlayacak disiplin Jeodezi ve Fotogrametri mühendisliğidir. Bundan dolayı bu tür çalışmalarda vazgeçilmeyecek elemanlar Jeodezi ve Fotogrametri mühendisleridir.

Bu proje farklı disiplinlerin Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği ile ne denli birebir çalıştıklarını ve mesleğimizin uygulama alanlarının ne kadar geniş olduğunu bir kez daha göstermektedir. İşsizlik sorunları yaşayan sektörümüz bu tür uygulamalara da eğilim göstermelidir. Türkiye’de yapılan kazı, restorasyon ve benzeri çalışmalarda genelde yurt dışından gelen ölçme ekipleri çalışmaktadır.

Projenin pilot CBS uygulaması olan Kumkale Mezarlığı Bilgi Sistemi tamamlanmıştır. Kazanılan deneyimler, uygulanan yöntemler kalelerin CBS uygulamasını geliştirmekte kullanılmaktadır.

Kalelerle ilgilenen herhangi bir kimse internetten çoğulortam destekli mezarlık ve kalelerin CBS uygulamalarına ulaştığında, kalelerin büyüleyici geçmişini yaşayıp, şu an karşılaştığı problemler hakkında bilgi sahibi olabilecektir.

Seddülbahir-Kumkale Projesi kapsamında kalelerin haritaları ve mimari planlarının üretilmesi bitirilir bitirilmez restorasyon çalışmaları başlamalıdır. Çünkü kaybedilen her dakika, her saniye ile korumadan yoksun bu tarihi eserlerden birçok bilgi tarihin karanlıklarına gömülmektedir.

1997 yılından itibaren yapılan jeodezik ölçme kampanyalarında yaklaşık 30000 noktanın konumunu belirleyecek ölçmelerin yapılması, saklanması, hesaplanması, haritaların ve mimari planların üretilmesi ve CBS uygulamalarında kullanılması büyük veri grupları ile çalışmada ve bu veri gruplarının yönetilmesinde iyi bir deneyim olmuştur.

Tüm bu noktaların konumları ITRF96 datumunda, TUTGA'ya bağlı olarak Gauss Krüger projeksiyonunda Sağa ve Yukarı değerler olarak ve de lokal deniz seviyesinden olan kotları ile birlikte 3D olarak hesaplanmışlardır.

Kalelerde kurulan jeodezik altyapı, geliştirilmekte olan CBS uygulamaları için en önemli kısmı oluşturmaktadır. Amacına uygun olmayan ve beklenen doğruluğu vermeyen bir jeodezik referans sistemine sahip bir Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) uygulaması, boşa harcanmış zaman, para ve işgücüdür. Dünyada ve ülkemizde bu şekilde oluşturulmuş ve hayal kırıklığı yaratmış bir çok örnek bulunmaktadır. Coğrafi Bilgi Sistemi uygulaması için oluşturulacak jeodezik altyapı, sistemin geliştirilmesine ve değişik şekillerde yönlendirilmesine olanak vermelidir. Bu çalışmada tüm bunlar göz önünde bulundurularak öncelikle gerekli ve yeterli jeodezik altyapı kurulmuş sonrasında CBS uygulaması geliştirilmeye başlanmıştır.

Kurulan jeodezik altyapının datumunun ITRF96 olması ve bu datumun global bir datum olması nedeniyle kalelerdeki koordinat sistemi ile dünyanın herhangi bir yerindeki kalelerin koordinat sistemleri arasında ilişkiler rahatlıkla kurulabilecek ve karşılaştırmalı analizler büyük bir hesap yükü olmadan gerçekleştirilebilecektir. Örneğin Akdeniz'de aynı döneme ait bir Venedik kalesi ile Kumkale aynı jeodezik sistemde ölçüldüklerinde ilişkileri rahatlıkla herhangi bir dönüşüme gerek duyulmadan kurulabilecektir.

Sistemin dinamik bir sistem olması özelliği sayesinde noktaların koordinatlarına yıllık hız vektörleri uygulanabilmektedir. Bu sayede, aradan uzun bir süre geçmiş olsa da, kurulmuş olan jeodezik sistem güncelliğini koruyor olacaktır.

Bu projeden sonra başka ekiplerce yine bu kaleler ya da çevresindekiler ile ilgili daha ayrıntılı çalışmalar yapılmak istenildiğinde, ekipler kullanabilecekleri hazır bir jeodezik altyapı bulabilecekler ve çalışmalarını bu sistemde herhangi bir ölçme tekniğini kullanarak sürdürebileceklerdir. Yine bu bölgede gerçekleştirilmesi düşünülen “Gelibolu Barış Projesi” bu kaleler için yapılan çalışmaları temel alabileceği gibi kendi bünyesindeki jeodezik sistem de rahatlıkla entegre edilebilecektir. Proje yaşama geçtiği takdirde kullanılması gereken sistem TUTGA sistemi olmalıdır.

3D konumları hesaplanan tüm noktaların yükseklikleri, lokal deniz seviyesine indirgenmiştir. Bu işlem için lokal deniz seviyesinde bulunan KD1 noktası GPS tekniği ile ölçülmüştür. Bu noktada lokal geoit ondülasyonu, noktanın elipsoidal yüksekliğine eşittir. Kalelerdeki tüm noktaların elipsoidal yüksekliklerinden, KD1 noktasındaki lokal geoit ondülasyonu (elipsoidal yüksekliği) çıkarıldığında, tüm noktaların lokal deniz seviyesinden olan kotları elde edilmektedir. Böylece deniz kenarında bulunan kaleler için üretilecek haritalar ve planlarda, elipsoidal yükseklik değerleri olan 40 m gibi değerler yerine, doğrudan lokal deniz seviyesinden olan gerçek kot değerleri üretilen haritalardan ve planlardan alınabilecektir. Tek noktaya dayalı lokal bir geoit yaklaşımı olarak kabul edebileceğimiz bu pratik çözüm, küçük alanlı benzer amaçtaki projeler için önerilmektedir.

Ölçme sırasında birçok farklı özellikteki yapıda farklı özellikteki detay noktaları ölçülmektedir. Bu detaylar daha arazide ölçülürken belirli formatlarda kodlanmaları gerekmektedir. Bu çalışma kapsamında standart bir kodlama kullanılmamıştır. Bununla beraber yakın bir tarihte çıkacak olan “Büyük Ölçekli Sayısal ve Basılı Haritaların Üretim Teknik Yönetmeliği”nde bulunan “Detay Öznitelik Kataloğu”nun bu ve benzeri işler için kullanılmasının uygun olacağı Jeodezik Ölçme Ekibi tarafından önerilmektedir. Belirli kod ve sistematikte toplanan detay verileri, CAD ortamındaki çizim aşamalarında büyük kolaylıklar sağlamaktadır.

Haritaların üretilmesine ve CBS uygulamasının geliştirilmesine “İTÜ Jeodezi Anabilim Dalı IGS-ISTA Uydu Gözlem ve Değerlendirme Merkezi”nde devam edilmektedir. Proje ile ilgili daha ayrıntılı bilgilere, çoğulortam destekli CBS

uygulamalarına, resmi proje internet sayfası olan <http://www.seddulbahir-kumkale.com> adresinden ya da <http://www.seddulbahir-kumkale.cjb.net> adresinden ulaşılabilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] **Cenker, I. C., Thys-Şenocak, L.,** 2000. If These Walls Could Talk... Different voices: The Fortress of Seddülbahir, *Proceedings of the XI. International Oral History Congress*, Istanbul, June, 708-714.
- [2] **Thys-Şenocak, L.,** 1999. The Ottoman Fortresses of Seddülbahir and Kumkale, *Essays in Honor of Aptullah Kuran*, pp. 311-323, Eds. Thys-Şenocak L. & Kafescioglu C., Yapi Kredi Yayınları, İstanbul.
- [3] **Çelik, R. N., Güney, C., Özöner, B., Erol, S., Akyılmaz, O.,** 2001. Precise Geodetic Measurements of Historical Sites in Çanakkale, *Proceedings of the Fourth International Symposium Turkish-German Joint Geodetic Days*, Berlin, April 3-6, Vol. 2, 607-614.
- [4] **Güney, C., Özöner, B., Duman, M., Uylu, K., Çelik, R. N.,** 2001. MM-CBS'nin Tarihi Dokümantasyon Çalışmasına Uygulanması, *Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri*, Fatih Üniversitesi, İstanbul, 13-14 Kasım.
- [5] **Güney, C.,** 2001. Seddülbahir-Kumkale Projesi 2001 Jeodezik Ölçme Raporu, İstanbul.
- [6] **Wescott, K. L., Brandon, R. J. (Eds.),** 2000. A Predictive Modelling Toolkit, *Practical Applications of GIS for Archaeologists – A Predictive Modelling Toolkit*, Taylor & Francis, Great Britain.
- [7] **Duran, Z., Güney, C., Şeker, D. Z., Toz, G.,** 2002. Using GIS Technology for the Documentation of Historical Monuments, *Proceedings of the XXII Congress of International Federation of Surveyors*, Washington, April 19-26.

- [8] **Şeker, D. Z.**, 1996. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin “B”si, Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, İstanbul.
- [9] **Frank, A. U. (Ed.)**. GIS Organization, *GEOINFO - Geographic Information Systems – Materials for a Post-Graduate Course*, Department of Geoinformation at Technical University Vienna, Vienna.
- [10] **Güney, C.**, 2001. Çoğul Ortam Destekli Bilgi Sistemi Uygulaması: Osmanlı Kaleleri Bilgi Sistemi, *Sanal Gazete*, **6**, 13.
- [11] **Güney, C.**, 2000. Seddülbahir-Kumkale Projesi 2000 Jeodezik Ölçme Raporu, İstanbul.
- [12] **Özöner, B., Çelik, R. N., Güney, C., Erol, S., Akyılmaz, O.**, 2001. Geodetic Measurements in Historical Sites, *Proceedings of International Symposium and Exhibition on Geodetic, Photogrammetric and Satellite Technologies – Development and Integrated Application*, Sofia, November 8-9, 414-418.
- [13] **Özöner, B., Çelik, R. N.**, 1999. High Technology Saves History, An Example: Seddülbahir Fortress, *Proceedings of the Third International Symposium Turkish-German Joint Geodetic Days*, Istanbul, June 1-4, Vol. 2, 615-623.
- [14] **Özöner, B.**, 1998. Anıtların Dokümantasyon Ölçmelerinde GPS ve Elektronik Takeometrenin Entegrasyonu, *Lisans Bitirme Çalışması*, İTÜ Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- [15] **Sağiroğlu, L. T., Yamaç, M.**, 2001. Kumkale’nin Jeodezik Ölçme Yöntemleri ile Dokümantasyonu, *Lisans Bitirme Çalışması*, İTÜ Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- [16] **Şahin, C., Reşitoğlu, B.**, 2001. Kumkale Mezarlığı Mezarlık Coğrafi Bilgi Sistemi, *Lisans Bitirme Çalışması*, İTÜ Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, İstanbul.

- [17] **Thys-Şenocak, L.**, 2000. The Architectural Survey of the Ottoman Fortress of Seddülbahir, *TC Kültür Bakanlığı Anıtlar ve Müzeler Genel Müdürlüğü 17. Araştırma Sonuçları Toplantısı*, Ankara, Cilt 1, 155-162.
- [18] **Thys-Şenocak, L., Güney, C.**, 2000. <http://www.seddulbahir-kumkale.com>, Seddülbahir-Kumkale Projesi Resmi İnternet Sayfası, 2001, 12 Ekim.
- [19] **Kraak, M. J., Ormeling, F. J.**, Cartography Visualization of Spatial Data.
- [20] **Aksoy, A., Ayan, T., Çelik, R. N., Demirel H., Deniz R., Gürkan O.**, 1999. Güncel Gelişmeler Işığında Mekansal Bilgi Sistemleri İçin Jeodezik Altyapı ve Problemler, *Harita Mühendisliğinde 50 Yıl Konferansı*, İstanbul, 28 Mayıs, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi Yayını.
- [21] **Yomralıoğlu, T.**, 2000. Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar, Akademi Kitapevi, Trabzon.
- [22] **Ayhan, M. E., Lenk, O., Demir, Ç., Kılıçoğlu, A., Kahveci, M.**, 2001. Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı – 1999 (TUTGA-99) Teknik Rapor, Harita Genel Komutanlığı Jeodezi Dairesi, Ankara, Şubat.
- [23] **Anonim**, 2000. Ulusal Bilgi Sistemi, TC Başbakanlık İdareyi Geliştirme Başkanlığı Yönetim Bilişim Sistemi Merkezi, Ankara, Mayıs.

ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında Bursa’da doğmuştur. İlk öğrenimini Bursa Mithat Paşa İlkokulu’nda, orta öğrenimini Bursa Erkek Lisesi’nde tamamlamıştır. 1994 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü’nü kazanmış ve 1999 yılında lisans eğitimini tamamlamıştır. Aynı yıl İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Programı’nda yüksek lisans eğitimini yapmaya hak kazanmış ve İTÜ İnşaat Fakültesi Jeodezi Anabilim Dalı’na Araştırma Görevlisi olarak atanmıştır. Halen aynı Anabilim Dalı’nda görevini sürdürmektedir.