

ARASTIRMA MAKALESİ /RESEARCH ARTICLE

**HAVA FOTOĞRAFLARI KULLANILARAK ARKEOLOJİK ALANLARIN DEĞİŞİM
ANALİZİ: HATTUSA ÖRNEĞİ**

İ. Murat OZULU¹, Metin ALTAN²

ÖZ

Arkeolojik alanların bulunması, belgelenmesi, bunların herhangi bir kazı işlemine başvurulmadan bilimsel yöntemlerle incelenmesi ve toprak üstündeki kalıntılarının belirlenip yorumlanması, "yüzey araştırması" olarak isimlendirilir. Planlı olarak yapılan bu araştırma, arkeolojik çalışmanın ilk basamağını oluşturur. Uzaktan algılama (UA) tekniklerinin arkeolojide kullanılması, yüzey araştırması çalışmalarında araziye bağımlı olan arkeologlara büyük bir kolaylık sağlamıştır. Arkeolojik alan üzerinde, değişik yüksekliklerden alınmış siyah-beyaz, renkli veya kızılötesi fotoğraf çekimleri, çalışma alanı hakkında güncel durumu tüm gerçekliği ile verirken, aynı zamanda yorumlama teknikleri kullanılarak gözden kaçan ayrıntıların ortaya çıkarılması sağlanmaktadır. Yapılan bu çalışmada, UA teknikleri yardımı ile örnek olarak seçilen Hattusa'ya ait hava fotoğraflarının değerlendirilmesi yapılarak, farklı tarihlerdeki görüntüler üzerinden fiziksel değişim incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Hava fotoğrafı, Arkeoloji, Uzaktan algılama, Değişim analizi.

**CHANGE DETECTION ANALYSIS ON ARCHAEOLOGICAL FIELDS BY USING AERIAL
PHOTOS: HATTUSA AS AN EXAMPLE**

ABSTRACT

Determining and interpreting the remains on soil, finding and to document of archaeological fields and examine these without digging but scientific methods, named as "surface survey ". This planned research forms the first step of archaeological study. Using remote sensing (RS) technologies in archaeology obtain facility in working to archaeologists who are depending to land in surface survey study. The photos that taken on archaeological fields with varied altitudes, black-white, color or infrared give current case of archaeological field with all reality. At the same time using of interpretation techniques prove revealing of details that not have been noticed. In this study, appreciate airphotos belong to sample study area with assist of RS technologies and examine physical changing's of image that on various dates.

Keywords: Aerial photos, Archaeology, Remote sensing, Change detection.

¹, Hitit Üniversitesi, Çorum Meslek Yüksekokulu, Çorum.

², Anadolu Üniversitesi, Fen Fakültesi Fizik Bölümü, Yunussemre Kampüsü, Eskişehir.

1.GİRİŞ

MÖ 1600-1200 yıllarında Anadolu'nun büyük bir bölümü ve Suriye'nin Kuzeyi Hattuşa'dan yönetilirdi. Hattuşa/Boğazköy çevresindeki ilk yerleşim, Kalkolitik Çağ'da (MÖ. 6. bin) ortaya çıkar. Daha sonra Hattuşa/Boğazköy'de bir Hatti yerleşmesi oluşur ve böylece İlk Tunç Çağın geç dönemlerinde, şehir bölgesinde sürekli yerleşim başlar. Hattuş şehri MÖ. 1700'lerde Kuşarlı kral Anitta tarafından tahrip edilir ve lanetlenir; ancak şehrin konumu, su kaynaklarının bolluğu gibi etkenler, kısa zamanda yerleşmecileri yeniden buraya çeker. MÖ. 17. yüzyılın ikinci yarısında bir Hitit kralı burayı başkent olarak seçer ve "Hattuşa'lı" anlamına gelen Hattuşili adını alır. Böylece Hititlerin Hattuşa'sı doğar.

Surlarla çevrili şehrin boyutları 0,9 x 1,2 km. kadardır. En geç Hitit İmparatorluk döneminde güneydeki yükseltiler üzerinden 3,3 km. uzunluğunda yeni bir surun inşasıyla şehrin büyüklüğü iki katına çıkarılır. Bin tanrılı şehir adıyla anılan Hattuşa hem siyasi başkent, hem de ülkenin kült merkezi olmuştur.

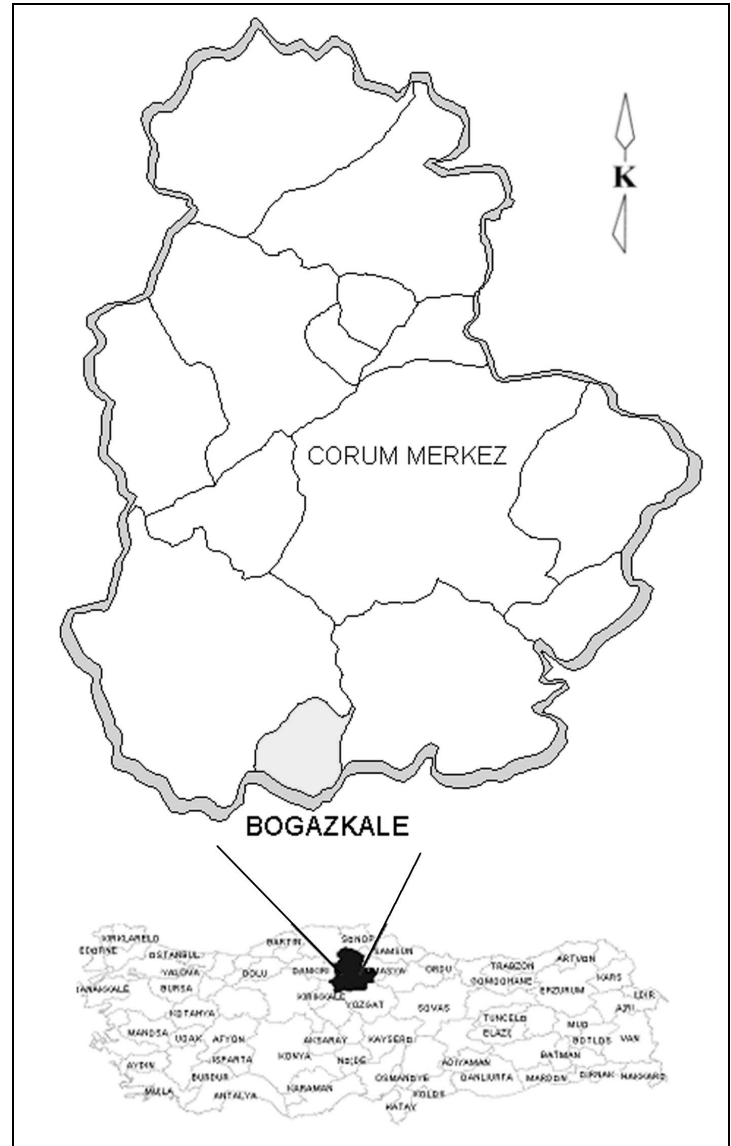
M.Ö. 1200 civarında Büyük İmparatorluğun yıkılması ile başkent gücünü ve siyasi, ekonomik ve dini merkez rolünü yitirir. Böylece İç Anadolu'da Tunç Çağı son bulur ve Demir Çağı başlar. Yavaş yavaş terk edilen başkent harabelerinde, Erken Demir Çağında yeni bir başlangıcın izleri vardır [4]. Dışarıdan gelenlerin kurduğu köy yerleşimi, gelecek yüzyıllarda gelişerek, MÖ 7.-6. yüzyılda yerel bir merkez haline gelir. Daha sonraları Galat/Hellenistik, Roma ve Bizans dönemi yerleşimlerine sahne olan yerde 18. yüzyılda Boğazköy adıyla kurulan Türk köyü, şimdi Boğazkale adıyla ilçe olmuştur.

Böylesine güçlü ve önemli bir tarihe sahip olması nedeni ile, günümüz arkeoloji çalışmalarının önemli bir bölümü, bu bölgede gerçekleştirilmektedir. Dünya çapında yürütülmekte olan arkeoloji çalışmaları incelendiğinde, yeni teknolojilerden etkin bir şekilde yararlanıldığı görülür. Özellikle hava fotoğrafı ve uydu görüntülerinden yararlanılarak çalışma alanlarının sayısal ortamda çok daha geniş açıdan değerlendirilmesi, çalışmayı daha kapsamlı ve nitelik boyutlara taşımaktadır. Farklı ayırım gücüne ve tarihlere sahip görüntülerin birlikte incelenerek analiz ve modellemelerinin yapıldığı Uzaktan Algılama teknikleri ile çalışma sürecinde gerçekleştirilen bilimsel bulguların ve çalışılan alanın değişiminin takip edilmesi ve değerlendirilmesi yapılmaktadır. Ayrıca kazı alanlarının ayrıntılı incelenmesi ile, dönem ve ortamın fiziki, jeopolitik ve sosyal etkileşimleri de göz önünde bulundurularak, arkeolojik alan olma olasılığı yüksek olan yerlerin belirlenmesi Uzaktan Algılama tekniklerinin kullanılması ile mümkün olabilmektedir. Uzaktan Algılama çalışmalarından elde edilen ürünlerin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile değerlendirilerek sayısal ortamda veritabanı etkileşimli hazırlanması, arkeolojik çalışmaların kalitesini bir kat daha arttırmaktadır. Özellikle elde edilen haritaların 2 ve 3 boyutlu analiz ve modellemeleri ile çalışılan dönemin ve arazinin

değişik açılardan ayrıntılı değerlendirilmesi yapılarak bilimsel, tarihsel ve arkeolojik yorumlara sunulmaktadır.

Çalışmanın Amacı: Günümüz teknolojisinin gelişimine paralel gelişen Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemlerini, Çorum ve çevresine ait farklı tarihlerdeki hava fotoğraflarına uygulayarak, bölgedeki arkeoloji çalışmalarının sayısal ortamda değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

Çalışma Alanı: Hititler'in başkenti Hattuşa, Anadolu'nun ortasında, Çorum iline yaklaşık 87 km. mesafede ve 34 derece 36 dk. doğu boylamları ile 40 derece 00 dk. kuzey enlemlerinde, Ankara'nın yaklaşık 150 km doğusunda bulunmaktadır.



Şekil 1. Bulduru Haritası.

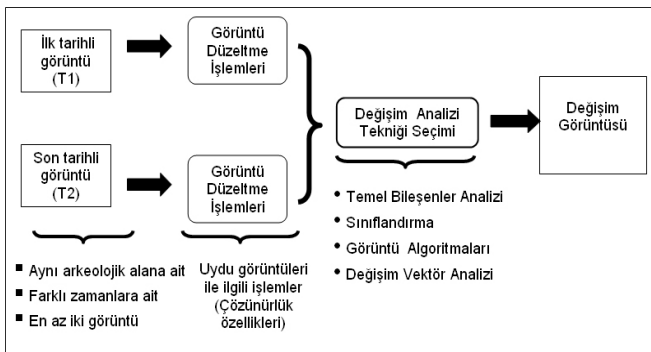
2. YÖNTEM

Uzaktan Algılama Çalışmaları: Temas olmaksızın, aktif veya pasif enerji kaynaklarından gelen elektromanyetik dalganın, yeryüzü ile etkileşimi sonucu

algılayıcı sistemler tarafından toplanarak işlenmesi, yorumlanarak analiz ve modellemelerin yapılması çalışmalarıdır. Arkeolojik çalışmalarda uydu görüntüleri ve hava fotoğrafları kullanılarak, değişim analizi teknikleri ile değişimin sayısal olarak saptanması ve görüntülenmesi sağlanmaktadır. Çalışma alanına ait farklı tarihlerdeki görüntülerin sayısal ortamda harita koordinatlarında incelenmesi ile aynı yerdeki cisimlerin fiziksel durumundaki farklılıkların değerlendirilmesi ve yorumlanması mümkün olmaktadır. Uzaktan algılama ile değişimin izlenmesi klasik yöntemlere kıyasla daha az zaman almakta ve daha az maliyetli olmaktadır. Ayrıca çok büyük alanların çalışılması da rahatlıkla yapılabilmektedir. Yapılan çalışmalar sonucunda sayısal ortamda elde edilen proje modelinde, arazi çalışmaları başlamadan projenin sonucu incelenerek, aksaklıklar önceden görülebilmekte, gerekli tedbirler alınmakta ve yeni düzenlemelerle projenin daha sağlıklı yürütülmesi sağlanmaktadır.

Yeryüzündeki değişim, her ölçekte, farklı detaylarda hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri kullanılarak incelenebilir. Değişimin detaylarının iyi anlaşılabilmesi ve ileriye dönük arazi planlarının yapılması Yersel, Bölgesel ve Ulusal düzeyde gerçekleştirilebilir (Şekil 2). Görsel Yorumlama, değişim analizlerinde en sık kullanılan tekniktir. Diğer değişim analizleri ile de beraberce kullanılabilir. Görsel yorumlama da, kullanıcı, bilgisayar ortamındaki iki farklı tarihli görüntüyü gözle kıyaslayarak yada birbiri üstüne çakıştırarak yorum yapar. Aynı ayrı kıyaslamada farklı tarihlerde alınan iki görüntü bilgisayar ortamında yan yana getirilir. Görsel olarak her iki görüntü kıyaslanarak değişikliğe uğramış olan alanlar işaretlenir. Daha sonra çalışma alanı içerisinde gözden kaçan farklılıklar ortaya çıkarılabilir.

Arkeolojik Çalışmalarda Hava Fotoğrafından Yararlanma: Fotogrametriye esas olan matematiksel geometrik model, merkezi izdüşümdür. Geometrik bakımdan resim ölçme problemi, bir cisim düzlem perspektiflerinden yeniden inşa etmektir. Problemin matematiksel analizi, çözüm için gereken analitik ve geometrik yöntemleri sağlar. Çoğunlukla fotogrametrinin çalışma alanı, yer yüzeyi olduğundan, klasik jeodezik işlerin yanında, yorumlama işlemlerinin de yapılmasını gerekmektedir.



Şekil 2. Değişim Analizi İşlem Akışı.

Hava fotoğrafı özel araştırmalar için değerli olabilen, fakat kartografik arazi gösterimleri için çoğu zaman geçerli olmayan bir çok detay içerir. Hava fotoğrafı çekimleri, kalıcı ve geçici, karakteristik ve tesadüfi görüntüler arasında ayırım yapmadan gerçekleştirilir. Örneğin genel olarak bitki örtüsünün yapısını verdiği gibi, aynı zamanda bitkinin karakteristiğini ani ve mevsimsel değişimine paralel, detaylarını vermektedir. Temel nitelik ve geometrik farklarına rağmen hava fotoğrafı ile harita arasında birçok ortak nokta mevcuttur. Bu nedenle tek kare hava fotoğraflarının bir harita gibi kullanılması bir çok çalışmada yeterli olabilmektedir. Fakat haritalar çeşitli amaçlara uygun olarak üretildiklerinden, bazı veriler göz ardı edilmiş veya detaylandırılmamış olabilir. Harita, çalışma alanında yapılması planlanan uygulamaları yönlendirmek amacı ile hazırlanan kaliteli bir resimdir. Bu resim üzerinde çalışma amacına yönelik elemanlar detaylandırılır, diğer gereksiz elemanlar göz ardı edilir. Fakat hava fotoğraflarında detaylar, çekim ölçeği ve ayırım gücüne bağlı olarak belirlenir. Çalışmanın amacına göre, hava fotoğrafında incelenen detayların seçilme esnekliği, tek bir kare üzerinde birden fazla kullanıcının değişik uğraşlar için çalışmasına kolaylık sağlamaktadır. Kadastr haritalarından bir arkeoloğun çalışma amacına uygun yeterli bilgi alması mümkün olmamakta iken, bir fotoğrafın yorumundan kadastral anlamda bir şey ifade etmeyen detaylar yüzyıllar öncesine ışık tutabilmektedir. Bu nedenle yapılan bu çalışmada, fotogrametriye yönelik uygulamalar gözardı edilerek, hava fotoğrafları ile arkeolojik açıdan önemli alanlar, kazıların zamansal değişimlerin takibi ve çalışmaların planlanması sırasındaki önemi incelenmiştir.

Hava Fotoğrafı Yorumlama ve İşleme; Arkeolojik anlamda hava fotoğraflarının kullanılması, "hava arkeoloji" şeklinde isimlendirilmekte ve arkeolojide ayrı bir anabilimdalı olarak kendini göstermektedir. Yapılan bu çalışmada kullanılan fotoğraflar, arkeolojik hava fotoğrafı olmayıp, standart harita yapımında kullanılmak üzere çekilmiş fotoğraflardır. Özel resim çekme koşullarının kullanıldığı hava arkeolojisi çalışmaları sırasında yapılan fotoğraf çekimlerinde, arkeolojik bulgular çok daha ayrıntılı ve hassas belirlenebilmektedir. Arazi çalışmalarında yararlanılan zemin işaretleri fotoğraf üzerinde daha belirgin hale gelmektedir. Özel resim çekme koşullarında karşılaşılan çekim anındaki ışık durumu, mevsim, bitki örtüsü, çekim saati gibi kriterlere bağlı olarak ortaya çıkan, resim üzerindeki yorumlama izleri (toprak izi, bitki izi ve gölge) belirlenebilmektedir.

Fakat değişik amaçlarda (kadastral, istihbarat, vb) normal koşullar altında çekilmiş fotoğraflarla yapılan çalışmalarda da arkeolojik anlamda çok fazla bulgular elde edildiği bilinmektedir. İngiltere, İtalya, Ürdün ve Irak'da önceden alınmış fotoğraf kareleri ile kısa bir çalışma yapılarak daha önce kayıtlara geçirilmemiş arkeolojik alanlarla karşılaşılmıştır.

BULGULAR VE YORUMLAR

Çalışma alanına ait 1977 ve 1990 yıllarının değişik ölçekli hava fotoğrafları öncelikle aynı koordinat sistemi içerisinde rektifiye edilerek fotoğrafların çakışması sağlanmıştır. İncelenen bölge içerisinde detaylar kesilerek çıkarılmıştır. Kesilen bu parçalara görüntü iyileştirme işlemleri uygulanmıştır. Görüntü iyileştirme, uzaktan algılamada kullanılan sayısal verilerin, bazı işlemler sonucunda daha iyi görünmesini sağlayan ve gözle yorum yapılabilmesi için kullanılan bir yöntemdir. Görüntü üzerinde bazı özellikler daha etkin hale gelirken diğerleri bastırılıyor olabilir. İyileştirme yapılmış görüntü, orijinalinden daha yorumlanabilir nitelikteki kaliteye ulaşmış olur.

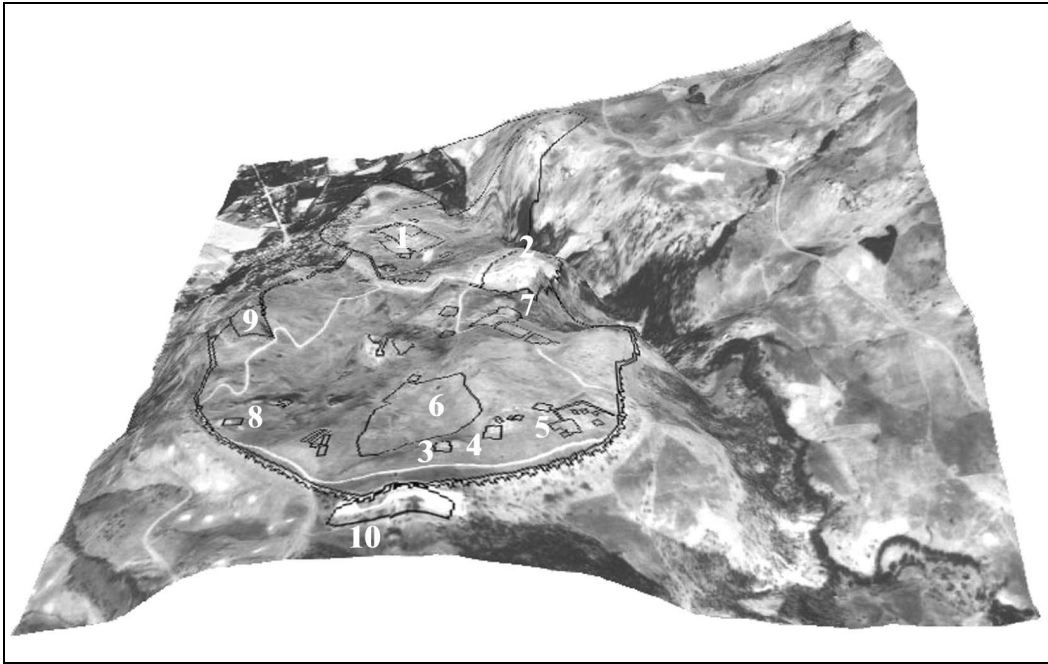
Fotoğraflar üzerinde görüntü iyileştirme işlemlerinde, tek bantta histogram değişimleri kullanılmıştır. Histogram resmin kontrastı ve kalitesi hakkında bilgi verir. Genel olarak dar bir histogram kontrast azlığını gösterir. Görüntüdeki her piksel değeri, yeni bir piksel değerine karşılık gelecek şekilde görüntünün histogramı istenilen biçime dönüştürülebilir ve kontrast iyileştirme işlemleri ile kalite değiştirilebilir. Geometrik Düzeltmeler; Geometrik düzeltme işlemi ile görüntü, bulunduğu koordinat sisteminden (resim koordinatları) olması gereken harita koordinatlarına taşınır. Görüntünün geometrik düzeltme işlemleri için, homojen dağılmış yer kontrol noktaları belirlenmelidir. Bu noktalar, koordinatları yardımıyla bir altlık üzerine işlenir. Görüntü üzerinde kontrol noktalarına karşılık gelen noktalar işaretlenerek, görüntünün koordinat düzlemi ile çakışması sağlanır. Bu işleme haritadan yararlanarak görüntüyü koordinatlandırma (image-to-map registration) adı verilir.

Ayrıca geometrik düzeltme, koordinat düzlemi yerine, aynı alana ait farklı bir görüntüden yararlanılarak da yapılabilir. Bu işleme; görüntüden görüntüye koordinatlandırma veya görüntü çakıştırılması (image-to-image registration) adı verilir.

Çalışmada aynı alana ait iki ayrı fotoğraf kullanıldığından, öncelikle bu fotoğraflar coğrafi koordinatlar yerine kendi koordinat sisteminde (resim koordinatları) kalacak şekilde bir resim diğerine göre koordinatlandırılmıştır. Böylelikle değişik zamanlarda değişik ölçek ve yüksekliklerden çekilmiş fotoğrafların aynı koordinat sistemine girmesi sağlanmıştır. Fotoğraflar üzerinde alınan parçaların mümkün olduğu kadar aynı noktalardan kesilmesi işlemi için bu çalışma özellikle gerçekleştirilmiştir.

Çalışma alanında, incelenmesi yapılacak bölgeler, farklı tarihlerdeki hava fotoğraflarından kesilerek bir araya getirilmiş ve aynı anda aynı alanın farklı tarihlerdeki detaylarının incelenmesi sağlanmıştır. Çalışma alanı içerisinde aynı bölgeye ait yan yana görülen soldaki fotoğraf 1977 tarihli hava fotoğrafından alınan parçayı, sağ tarafta görülen ise 1990 tarihli fotoğraftan alınan parçayı temsil etmektedir.

Bu örnek bölgelerin seçiminde, alana ait fiziksel özellikler ve arkeolojik açıdan önemi dikkate alınmıştır. Bu nedenle alanın tümü yerine, küçük parçalarının detaylı çalışılması daha faydalı olmuştur. Çalışma alanının tümünü içeren hava fotoğrafı üzerinde, incelenen alanların numaralarını belirten bir anahtar plan hazırlanmıştır. İncelenen bölgelerin birbirleri ile üç boyutlu konumsal ilişkilerinin değerlendirilebilmesi için, bölgenin hava fotoğrafı sayısal arazi modelinin üzerine giydirilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Hava Fotoğrafı Üzerinde Çalışma Alanları.

1 numaralı alan; M.Ö.14. ve 13. yy'da kullanılmış ve yapay bir teras üzerine oturtulmuş, şehrin en büyük dini yapısı olan Büyük Tapınak, konum itibariyle şehrin büyük bir kısmına hakimdir. Bu şekildeki alan, Aşağı Şehir'in tamamına yakınına içerisine almaktadır. Hava fotoğrafları incelendiğinde, Büyük Tapınak ve etrafındaki yapı kompleksi, net bir şekilde belli olmaktadır. Soldaki fotoğraf ile sağdaki fotoğraf arasında kazı alanı üzerinde herhangi bir değişiklik görülmemektedir. Bununla beraber, kazı alanının girişinde bir düzenleme çalışması, yol çalışması, ayrıca sağdaki resim üzerinde yol kenarında beyaz leke olarak görülen çakıl dökülmüş park alanı farklılık olarak öne çıkmaktadır (Şekil 4).

Özellikle kompleks içerisindeki beyaz izler, en çok üzerinde gezilen ve taş döşenmiş alanları belirtmektedir. Bunun nedeni taş döşenmiş olan iç sokakların, fotoğrafta parlak ve beyaz olarak görülmesidir (Şekil 5). Dikkat edilmesi gereken başka bir nokta ise, özellikle yükselti farklarının çok olduğu alanlardaki izlerin belirginliğinin kaybolmasıdır. 1990 yılına ait fotoğrafın tamamı incelendiğinde, geçen süre zarfında şehrin erozyon tehdidi altında olduğu görülmektedir. Bölgenin jeofiziksel durumu göz önünde bulundurulduğunda, genel olarak alanın yükseklik farkının çok olması ve yüzey toprağını tutacak bitki örtüsünün bulunmaması, ayrıca sert rüzgarlara maruz kalması erozyonu hızlandıran sebeplerdir.



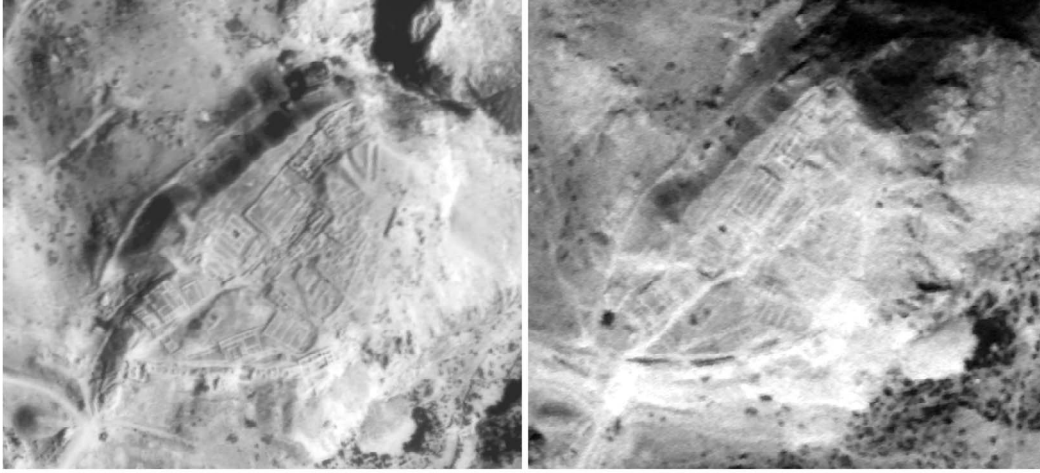
Şekil 4. Plan Üzerindeki 1 Numaralı Alan (Aşağı Şehir ve Büyük Tapınak Alanı).



Şekil 5 Büyük Tapınakın Güncel Görüntüsü.

2 numaralı alan; Büyükkale, kral sarayı yapmak için ideal bir konuma sahiptir. Yaklaşık 250 x 140 metre boyutlarındaki bu az engebeli düzlük, dört tarafı sarp kayalık yamaçlar ile doğal olarak korunmaktadır (Şekil 3). MÖ. 3. binin sonlarında, İlk Tunç Çağı'nda burada ilk yerleşim kuruldu. Hititler de burayı zamanla büyük bir surlu kompleks haline dönüştürdüler.

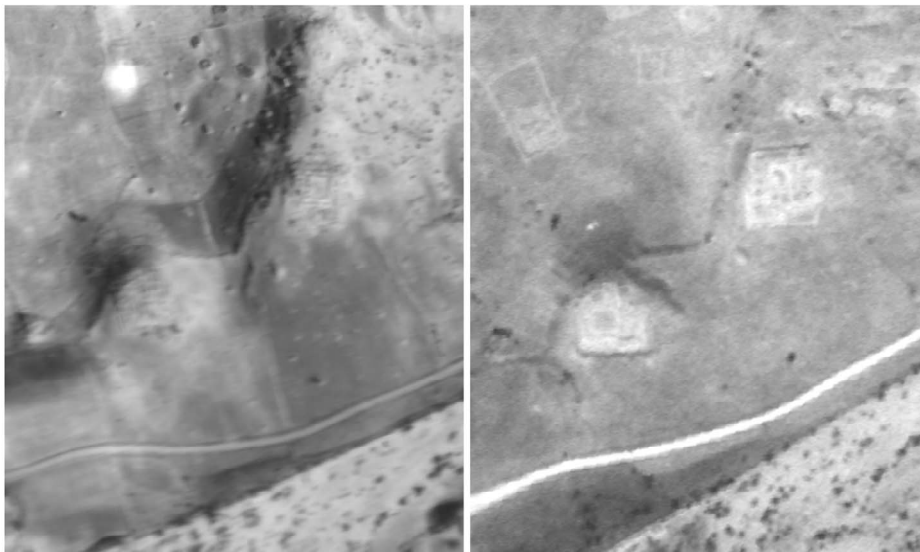
Büyükkale bölgesinde taşların fazla olması sebebi ile, yol ve temel taşları fotoğrafta beyaz izler olarak belirginleşmiştir. Bu izlerin bir kısmı yeni yapılan güncel yolları ifade ederken, kompleks içerisinde kalanlar en çok kullanılan gezinti parkurları olarak karşımıza çıkmaktadır. Soldaki fotoğraf üzerinde bulunan küçük siyah noktaların, diğer fotoğrafta daha da büyüdüğü görülmektedir. Yapılan incelemelerde bunların, ağaç oldukları belirlenmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Plan Üzerindeki 2 Numaralı Alan (Büyükkale).

3 ve 4 numaralı alan; Özellikle bu fotoğraf zamansal değişimin nasıl gerçekleştiğini göz önüne koyması açısından önemlidir. Soldaki fotoğraf üzerinde sadece iz olarak belli olan 3 ve 4 numaralı tapınaklar, geçen süre içerisinde üzerlerindeki topraklar alınarak gün yüzüne çıkarılmış ve temizlenerek kazı sonlandırılmıştır (Şekil 3). Sağdaki fotoğraf incelenerek, tapınak temelleri ve mimari yapısı hakkında ayrıntılı çalışmalar yapmak mümkündür. Fotoğraf üzerinde sağ altta görülen yola paralel çizgisellik, iki alan arasında bir sırt oluşturmaktadır.

Normal topoğrafyayı bozan bu çizgisellik, fotoğraf üzerinde iki yamaç arasında ton farklılıklarına sebep olarak kendini ortaya çıkartmaktadır. Bu çizgiselliğin nedeni, bütün şehri çevreleyen 6 km uzunluğa sahip surdur. Bu surun yer yer genişliği 8 m.yi bulmaktadır. Hava fotoğraflarındaki toprak izi, bitki izi, gölge gibi özelliklerden yararlanılarak, arkeolojik alan olma olasılığı yüksek bölgelerin belirlenmesine örnek, soldaki fotoğraf üzerindeki 3 ve 4 numaralı tapınak yerleri verilebilir. Böylelikle, standart harita üretimi amacı ile çekilmiş olan bu fotoğraflardan yararlanılarak da, arkeolojik yorumların yapılabileceği görülmektedir (Şekil 7).



Şekil 7. Plan Üzerindeki 3 ve 4 Numaralı Alan.

5 numaralı alan; Yerkapı'dan Kral Kapı'ya giderken, Yukarı Şehrin en büyük üç tapınağının yakınından geçilmektedir. 2 ve 3 no.lu tapınaklar, merkezi Tapınak Mahallesi'nde, 5 no. lu tapınak ise daha doğuda ve aşağıda, Kral Kapı yakınında yer almaktadır.

Soldaki karede görülen alan içerisinde sadece bazı izler varken, sağdaki kare içerisinde bu izlerinde bina temelleri ve binaları çevreleyen duvarların oldukları görülmektedir. Arkeolojik alanların belirlenmesi amacı ile yapılan bir çok çalışma, yüzey araştırmaları ile yürütülmekte olmasına rağmen, bazı durumlarda havadan alınan fotoğraflar bu alanların daha kolay ve daha hızlı bir şekilde ortaya çıkarılmasını sağlamaktadır.

Hava fotoğrafı alımı için arkeolojide genellikle yerden kontrollü balonların kullanıldığı bilinmektedir. Yerden, izlerin hangi yönde gittiklerini veya nereye kadar uzadıklarını kestirmek zorken, hava fotoğrafları üzerinde özellikle doğrusallıkların ve kendine özgü desenlerinin çıkarılması kolay olmaktadır. Ayrıca surun devamı net bir şekilde görülmektedir. Fakat özellikle surun üzerinde bulunan ve yolun kurpunun ortasına denk gelen kesiklik dikkat çekicidir. Bu kesiklikten önce ve sonra, sur üzerindeki değişiklik burasının giriş çıkış noktası olabileceği işaretini vermektedir. Gerçekten de yapılan çalışmalar sonucu burası Kral Kapısı olarak adlandırılmıştır. Ayrıca surun dışarısından kapı'ya doğru gelen yol da bunu doğrulamaktadır (Şekil 8, 9).

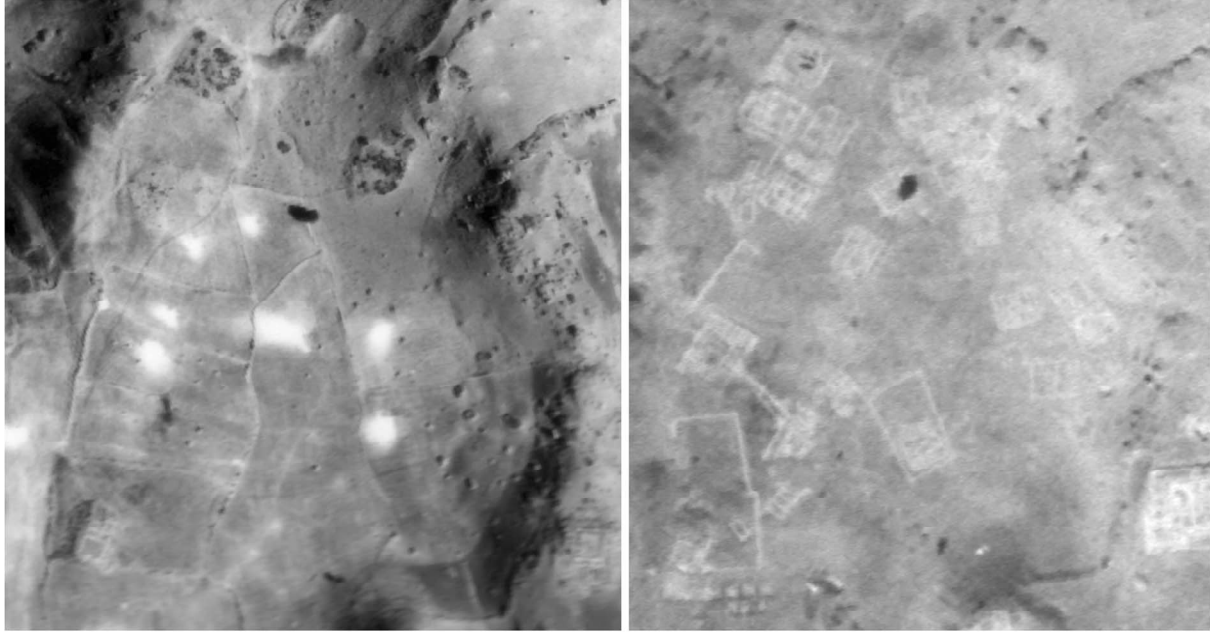


Şekil 8. Plan Üzerindeki 5 Numaralı Alan.



Şekil 9. 5 Numaralı Tapınak ve Geri Planda Kral Kapısı'nın Son Durumu.

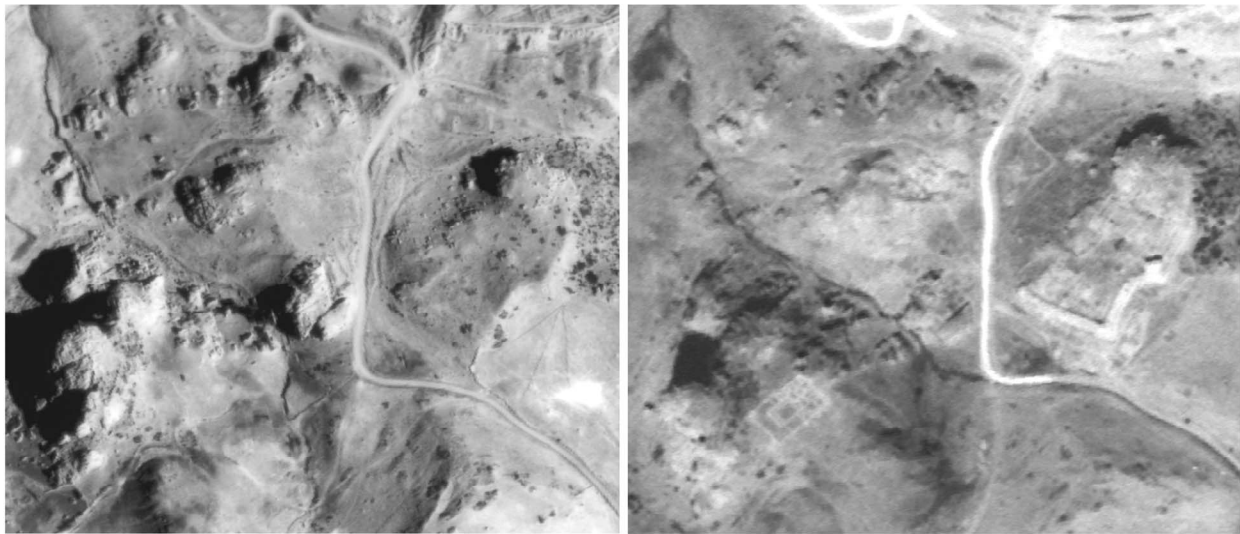
6 numaralı alan; Yerkapı'nın hemen aşağısındaki düzlükte bulunan yapıların temellerinin çoğu Hitit tapınaklarına aittir. Yukarı Şehir'de 30 tapınak tespit edilmiştir, ama daha başka tapınakların da bulunacağı düşünülmektedir. Zamansal değişimin en güzel örneği olarak sunabileceğimiz bu alan içerisinde, 1977 yılından önce kazı çalışmalarının olmadığı açıkça görülmekte ve geçen süre içerisinde, çok sayıda binadan oluşan bir kompleksin ortaya çıkarıldığı belli olmaktadır.



Şekil 10. Plan Üzerindeki 6 Numaralı Alan (Yukarı Kentteki Tapınaklar).

7 numaralı alan; Sağdaki fotoğraf incelendiğinde, yolun her iki yanında bulunan tepelerin üzerine yerleştirilmiş olan binalar yolun sağ ve solunda beyaz çizgiler halinde görülmektedir (Şekil 11). Soldaki fotoğrafta sadece iz olarak belli olan alanlar, zaman içerisindeki çalışmaların sonucunda, diğer fotoğrafta belirgin beyaz çizgiler halinde görülmektedir.

İki tepe arasındaki boğazdan devam eden güvenli yol etrafında kurulmuş bu yapılar, sağlam zemine oturmuş binalardan oluşmaktadır. Ayrıca yolun hemen yanında bulunan ve yola göre daha ince olan diğer bir iz, dere yatağını göstermekte ve alanın su kaynakları açısından zengin olduğunu düşündürmektedir.



Şekil 11. Plan Üzerindeki 7 Numaralı Alan.

Bugün Hattuşa'da görülen Hitit dönemine ait olmayan pek az sayıdaki kalıntılardan biri olan Güney Kale, MÖ. 700'den sonra inşa edilmiş bir Frig kalesidir.

Hitit kral sarayının bulunduğu Büyükkale üzerinde de büyük bir Demir Çağ kalesi vardı (Şekil 12).



Şekil 12. Güney Kale'nin Güncel Görüntüsü.

8 numaralı alan; Şekil 8'de tanımlanan ve sur olduğu tahmin edilen ton farklılıkları bu bölgede de görülmekte, şehir surlarının batı kısmını oluşturan parçası fotoğraf üzerinde açıkça belli olmaktadır (Şekil 13). Bu sur üzerinde de dışarıdan gelen bir yol bulunmakta ve sur ile kesiştiği görülmektedir. Bu kesişim noktasında Aslanlı Kapı bulunmaktadır. Yine her iki karede de sağ altta kalan üçgenimsi alanın düzgün yapısı dikkat çekmektedir. Bu alanda 2000-2002 yılları arasında yapılan çalışmalarda, güney havuzları bulunmuştur.

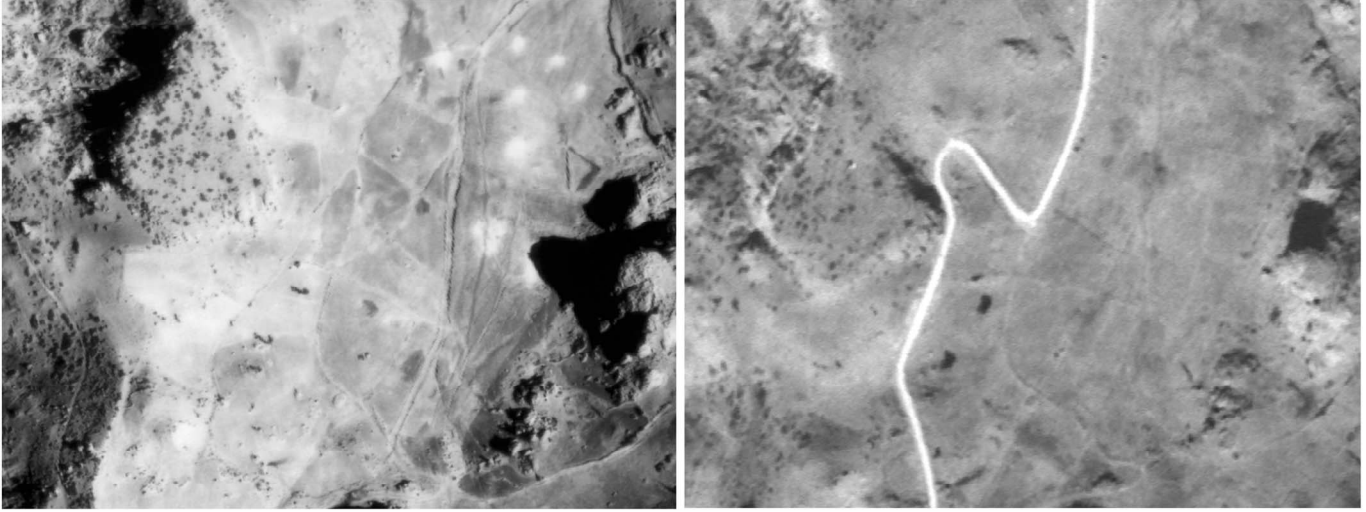
Her iki fotoğraf da güney havuzlarının alt tarafında arkeolojik alan belirtileri gözlemlenmektedir (Şekil 13). Fakat günümüze kadar bu alan içerisinde herhangi bir çalışma yapılmamıştır. İleri ki yıllarda bu alanda çalışma yapılması sonucunda yeni bina ve bina komplekslerinin ortaya çıkması muhtemeldir. Çünkü alanın düzgün yapısı Aslanlı kapı ve havuzlara yakınlığı alanın önemini artırmaktadır.



Şekil 13. Plan Üzerindeki 8 Numaralı Alan (Aslanlı Kapı).

9 numaralı alan; Fotoğrafta görülen en büyük değişim, yol olarak karşımıza çıkmaktadır. Alanı ikiye ayıran yolun sağ tarafında 2003 yılından sonra kazılara başlanılmıştır. Bu alan üzerinde kalın bir toprak katmanının bulunması görsel yorumlama yapılmasına izin vermemektedir. Alan üzerinde arkeojeofizik çalışmalarda bulunmuş ve toprak altındaki yapıların yerleri belirlenerek kazılara başlanılmıştır.

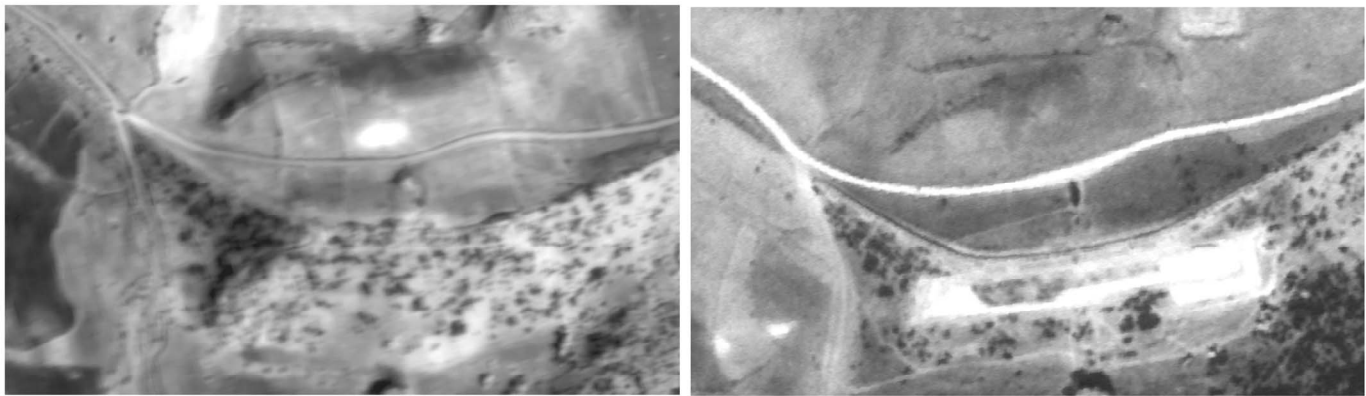
Kazılar halen devam etmektedir. Kalıntıların üzerindeki toprak katmanının kalın olması, burasının erozyon sonucunda toplanma bölgesi olduğunu göstermektedir. Fotoğraf üzerinde sağ kısımda kalan yaklaşık kare şeklindeki alan, şehir surlarına yakın ve şehre hakim yapısı ile değerlendirmeye alınması gereken bir yer olarak görülmektedir (Şekil 14).



Şekil 14 Plan Üzerindeki 9 Numaralı Alan.

10 numaralı alan; Şehrin en güneyinde ve en yüksek noktasında Yerkapı bulunur (Şekil 3). Batıda Aslanlı Kapı'dan, doğuda Kral Kapı'dan geniş bir yay çizerek şehrin en yüksek kesimine ulaşan sur, burada yapay olarak yığılmış toprak setin üzerinden geçer. Şehrin en yüksek noktasında bulunan 10 numaralı alan, çalışma alanının en görkemli yapısına sahiptir. Bu bölgede bulunan Güney Kapısı doğal bir yükselti üzerine yığma taşların bir araya getirilmesi ile oluşturulmuştur.

Hava fotoğrafının yorumlanmasında surların ve güncel yolun belirginliği yanısıra, taşların üzerindeki temizlik ve düzenleme çalışmaları açıkça belli olmaktadır. Ayrıca zaman içerisinde kapı olarak kullanılan alanın sağ yanında sur üzerinden geçen ve etraftaki köylere ulaşımı sağlayan farklı bir yol oluşturulmuştur. Kazılar başlamadan önce Boğazkale etrafındaki köylerin bu yolla ulaşımının sağlandığı bilinmektedir. Ayrıca bu yol, şehrin güneyindeki ormanlık alana ulaşmaktadır.



Şekil 15. Plan Üzerindeki 10 Numaralı Alan (Yerkapı).

ÖNERİLER

Arkeolojik alan üzerinde yapılan yüzey araştırmaları, arazinin topoğrafik ve iklimsel koşulları, zaman, ekonomik destek, teknik donanım, personelin bilgi, tecrübe ve performans yeterliliği gibi bir çok açıdan

farklı problemleri beraberinde getirmektedir. Teknolojik gelişimin ürünleri ile gelişen uzaktan algılama teknikleri, bu aşamada arkeolojik çalışmalara gerekli desteği sağlamaktadır. Değişik platformlardan alınan farklı çözünürlükteki hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri, çalışma alanının güncel durumunun belirlenerek

genel yorumların yapılmasını ve çalışmanın amacına ve kapsamına göre kritik bölgelerin belirlenmesini sağlamaktadır. Uzaktan Algılama tekniklerinin kritik bölgelerde uygulanması ile fiziksel ayrıntılar ortaya çıkarılmakta ve tarihsel detaylar ile desteklenerek yorumlanmaktadır. Uzaktan algılama teknikleri kullanılarak yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen genel ve bölgesel nitelikteki alanlarda bulunan yapılar, Coğrafi Bilgi Sistemleri ile veritabanı etkileşimli sayısal haritalarda derlenmektedir. Fiziksel ve tarihsel öznitelik bilgilerini, sayısal harita üzerinde ait oldukları grafik veriler ile etkileşimli kullanıma sunan bu tekniklerle sorgulama, analiz ve modelleme çalışmaları yapılarak araştırma projesinin her aşaması sayısal ortamda değerlendirilebilmektedir. Böylelikle yüzey araştırmalarında karşılaşılan problemler sayısal ortamda belirlenebilmekte ve sağlıklı çözümler kısa sürede ve düşük maliyetle üretilebilmektedir.

Yapılan bu çalışmada, Çorum il sınırları içinde bulunan, tarihsel ve arkeolojik önemi dünya literatüründe kabul edilmiş Boğazkale bölgesinin farklı tarihlerdeki hava fotoğrafları, Uzaktan Algılama teknikleri ile incelenmiştir. Çalışma kapsamında arkeolojik alanların zamansal değişimi gözlenmiş, elde edilen kritik bölgelerin ayrıntıları, tarihsel içerikleri çerçevesinde yorumlanmış, sadece yer üstündeki fiziksel belirtiler değil aynı zamanda toprak altındaki yapıların belirtileri incelenmiştir. Bu çalışmanın devamı olarak Uzaktan Algılama çalışmaları ile elde edilen tüm sonuçların Coğrafi Bilgi Sistemleri ile değerlendirilerek sayısal ortamda kullanıma sunulması önerilmektedir. Böylelikle çalışma alanında bulunan yapıların geçmişteki ve günümüzdeki fiziksel durumlarının sayısal ortamda haritalanması ve bulgulara ait fiziksel ve tarihsel öznitelik bilgilerinin veritabanı ortamında arşivlenmesi sağlanarak kullanıcılara sunulabilecektir. Arkeolojik bulguların sayısal ortamda hem grafik çizimlerinden, hemde öznitelik bilgilerinden yararlanarak yapılan sorgulama, analiz ve modelleme çalışmaları ile elde edilen ürünlerin arazi topoğrafyası ile birlikte değerlendirilmesi ile, arkeolojik bulguların fiziksel özellikleri, öznitelik bilgileri ve üç boyutlu konumsal ilişkileri sayısal ortamda bir arada incelenebilecektir.

KAYNAKLAR

- Neve, P., "Hitit Krallığı'nın Başkentin Hattusa'da Konut", Tarihten Günümüze Anadolu'da Konut Ve Yerleşme, Tarih Vakfı Yayınları, İstanbul, 99-115,1996
- Seher, J., "Boğazköy: Pteria? Tavium? Hattuşa! Hitit Başkentinin Keşfi", Boğazköy'den Karatepe'ye, Yapı Kredi Yayınları İstanbul, 98-116,2001
- Riley, D.N., Air Photography & Archaeology, Gerald Duckworth & co Ltd., London , 1987
- Avery, E.T., Berlin, L.G., Fundamentals Of Remote Sensing And Airphoto

İnterpretation, Macmillan Publishing Company Newyork, 2002

Seher-Baykal, A., "Hitit Dünyasına Kısa Bir Bakış", Boğazköy'den Karatepe'ye, Yapı Kredi Yayınları İstanbul, 14-20,2001

Fintensterwalder, R., Hofmann, W., Fotogrametri, İ.T.Ü. Kütüphanesi Yayınları Sayı:1242, İstanbul 1983

Örüklü, E., Uzaktan Algılama, Yıldız Üniversitesi Yayınları Sayı:198, İstanbul, 1988

<http://www.hattuscha.de/turk/> Alman Arkeoloji Enstitüsü Tarafından Yürütülen Hattuşa Kazı İnternet Sitesi

Aktüre, S., Anadolu'da Bronz Çağı Kentleri, Tarih Vakfı Yurt Yayınları, İstanbul, 139-168, 1997



İbrahim Murat OZULU, 1970

Nevşehir doğumlu olup evli ve iki çocuk babasıdır. 1991 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği bölümünü bitirerek Lisans Diplomasını almıştır. 2005

Yılında Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ana bilim dalından Yüksek Lisans Diploması almıştır. 18.07.2000-17.03.2006 yılları arasında Gazi Üniversitesi Çorum Meslek Yüksekokulu Harita Kadastro Programı, Öğretim Görevlisi olarak görev yapmıştır. 17.03.2006 tarihinde, Hitit Üniversitesi Meslek Yüksekokulu, Harita Kadastro Programında başladığı Öğretim Görevlisi görevini halen sürdürmektedir.



Metin ALTAN, 1970

Eskisehir doğumlu olup evli ve bir çocuk babasıdır. Lisans derecesini Anadolu Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümünden, yüksek lisans derecesini Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri

Enstitüsünden ve Doktora derecesini Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünden almıştır. 1994-2006 yılları arasında Anadolu Üniversitesi Uydur ve Uzay Bilimleri Araştırma Enstitüsü'nde görev yapmış, halen Anadolu Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümünde Yard. Doç. Dr. olarak görev yapmaktadır.