

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**TARİHSEL MEKANLARIN ANALİZİNDE UZAKTAN ALGILAMA VE CBS
UYGULAMALARINDA ENTROPİ YAKLAŞIMI: “KSANTHOS ANTİK KENTİ
ÖRNEĞİ”**

Esra ÖLMEZ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZİRAN 2021

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**TARİHSEL MEKANLARIN ANALİZİNDE UZAKTAN ALGILAMA VE CBS
UYGULAMALARINDA ENTROPİ YAKLAŞIMI: “KSANTHOS ANTİK KENTİ
ÖRNEĞİ”**

Esra ÖLMEZ

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

HAZİRAN 2021

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARİHSEL MEKANLARIN ANALİZİNDE UZAKTAN ALGILAMA VE CBS
UYGULAMALARINDA ENTROPİ YAKLAŞIMI: “KSANTHOS ANTİK KENTİ
ÖRNEĞİ”

Esra ÖLMEZ

UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 25/06/2021 tarihinde jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Mustafa ERTÜRK (Danışman)

Doç. Dr. Ebru AKKÖPRÜ

Doç. Dr. Osman ÇEPNİ

ÖZET

TARİHSEL MEKANLARIN ANALİZİNDE UZAKTAN ALGILAMA VE CBS UYGULAMALARINDA ENTROPİ YAKLAŞIMI: “KSANTHOS ANTİK KENTİ ÖRNEĞİ”

Esra ÖLMEZ

Yüksek Lisans Tezi, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mustafa ERTÜRK

Haziran 2021; 98 sayfa

Birçok disiplini kapsayan çalışma alanı ile Uzaktan Algılama, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve sayısal yöntemler ile tarihi kentlerin mekânsal analizi yapılabilmektedir. Ksanthos Antik Kenti'ne ait mekânsal alan ve yapıların kent içi önem derecesini tespit etmek amacıyla oluşturulmuş bu tez çalışmasında; İnsansız Hava Aracı sayesinde elde edilen hava fotoğrafı ile kentin dokusu CBS altyapısında çıkarılmış ve görüntüdeki mekânsal unsurlar; parça-bütün ilişkisine dayalı GLCM tekstür parametresi algoritması olan “entropi” yöntemi ile analiz edilmiştir. Düzensizliğin ölçüsü olarak kabul edilen entropi ile; antik kentteki mekânsal unsurlar kent vaziyet planına bağlı kalınarak tek tek hesaplatılmış ve kentin orijinal görünümüne göre olan değişimi sayısal ölçekte analiz edilmiştir. Yapılan bu analiz ile kentte yer alan hangi mekansal yapı ve alanın kent için ne önem ifade ettiği, yazılım dili aracılığı ile oluşturulmuş YSA tahmin yöntemine göre istatistiki dokümantasyonlar ile ispatlanmıştır.

Bu çalışma ile; entropi yönteminin tarihsel mekanların tanımlanmasındaki önem derecesi vurgulanmış ve çalışma sonuçlarına göre; birçok çalışma alanı türüne yönelik yapılacak mekansal analizlere yeni bir bakış açısının oluşturulması hedeflenmektedir.

ANAHTAR KELİMELER: Antik kent, Coğrafi bilgi sistemleri, Entropi, GLCM, Mekansal analiz, Tekstür, Uzaktan algılama, YSA

JÜRİ: Prof. Dr. Mustafa ERTÜRK

Doç. Dr. Ebru AKKÖPRÜ

Doç. Dr. Osman ÇEPNİ

ABSTRACT

ENTROPY APPROACH IN REMOTE SENSING AND GIS APPLICATIONS IN THE ANALYSIS OF HISTORICAL PLACES: “THE CASE OF ANCIENT CITY OF XANTHOS”

Esra ÖLMEZ

**MSc Thesis in Remote Sensing and Geographical Information Systems
Departments**

Supervisor: Prof. Dr. Mustafa ERTÜRK

June 2021; 98 pages

Spatial analysis of historical cities can be made with Remote Sensing, Geographical Information Systems and numerical methods with a field of study covering many disciplines. In this thesis study, which was created to determine the importance of the spatial areas and structures of the ancient city of Xanthos; with the aerial photograph obtained by the Unmanned Aerial Vehicle, the texture of the city was extracted in the GIS infrastructure and the spatial elements in the image; the part-whole relationship-based GLCM texture parameter algorithm was analyzed with the “entropy” method. With entropy, which is accepted as a measure of disorder; the spatial elements in the ancient city were calculated one by one, adhering to the city site plan, and the change in the original appearance of the city was analyzed on a numerical scale. With this analysis, which spatial structure and area in the city are important for the city has been proven with statistical documentation according to the ANN estimation method created by the software language.

With this work; the importance of the entropy method in defining historical places was emphasized and according to the results of the study; it is aimed to create a new perspective on spatial analyzes to be made for many types of study areas.

KEYWORDS: ANN, Ancient city, Entropy, Geographical Information Systems, GLCM, Remote Sensing, Spatial analysis, Texture

COMMITTEE: Prof. Dr. Mustafa ERTÜRK

Assoc. Prof. Dr. Ebru AKKÖPRÜ

Assoc. Prof. Dr. Osman ÇEPNİ

ÖNSÖZ

Mekansal analiz çalışmalarında kullanılan teknolojik yöntemler, arkeolojik sit kapsamına giren antik kent çalışmalarında önemli derecede rol oynamaktadır. Geçmişten günümüze kadar korunmayı başaran kısımlarıyla, kentin mekansal unsurlarını oluşturan dokuları için yapılan çalışmalarda, çözülmesi zor sorulara yanıt bulunabilmektedir. Kentsel mekan analizine dair yapılan çalışmalar incelendiğinde, Ksanthos Antik Kenti'nin Likya bölgesinin en önemli kentlerinden biri oluşu, kentsel unsurların Likya dokusuna ait önemli eserleri barındırması, tarihi ve sosyo-kültürel yapısıyla ilgi çekici birçok önemli unsuru barındırması; bu çalışma için tercih edilme sebeplerini oluşturmaktadır. Entropi yöntemine yeni bir yaklaşım kazandırılarak oluşturulan bu çalışma ile, mekansal analizde direkt olarak yapıya ve kısımlara yönelik detaylı analizlerin yapılabilmesi gösterilmiştir.

Lisansüstü hayatıma adım attığım andan itibaren bana olan güvenini ve yol göstericiliğini hiçbir zaman esirgemeyen, aynı zamanda akademik hedeflerimde ve çalışmalarımındaki heyecanımı her zaman üst seviyede tutmamı sağlayan değerli danışmanım Sayın Prof. Dr. Mustafa ERTÜRK'e teşekkür ederim. Kendisiyle tanışmaktan büyük mutluluk duyduğum, çalışma saham hakkındakiengin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım ve saha arşiv verileri konusundaki yardımlarından dolayı Sayın Prof. Dr. Burhan VARKIVANÇ'a ayrıca teşekkür ederim. Tez çalışma sahasına yönelik arazi sürecimde, vakitlerini ayırarak saha hava fotoğraflarını elde etmemde ve süreç hakkındaki yardımlarından dolayı Akdeniz Üniversitesi Akdeniz Uygarlıkları Araştırma Enstitüsü Arş. Gör. Aykan AKÇAY'a ve Arş. Gör. Betül GÜREL'e ve Ksanthos Antik Kenti kazı başkanı Sayın Doç. Dr. Erdoğan ASLAN ve ekibine teşekkür ederim. Tez çalışma sürecimde tezimin araştırma yöntemini şekillendirmemdeki yardımı ve desteğiyle kendilerinden çok şey öğrendiğim Sayın Doç. Dr. Ahmet MERT'e ve Prof. Dr. Ecir Uğur KÜÇÜKSİLLE'ye teşekkür ederim. Hedeflerime ulaşma yolumda bana eşlik eden, sabrını ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen ve bildiği her şeyi benimle paylaşmaktan geri durmayan Arş. Gör. Gökhan GÖKDEMİR'e ayrıca teşekkür ederim.

Katılımcı olarak aralarında yer almaktan büyük keyif aldığım ve tez çalışmama önemli derecede katkılar sağlayan, TÜBİTAK 2237-A Bilimsel Eğitim Etkinlikleri kapsamında desteklenen: Doğal Ekosistemler İçin CBS ve Uydu Görüntüleri Kullanılarak Çevresel Altlıkların Hazırlanması (Proje No: 1129B371900852), Analitik Doğa Kümeleme ve Ordinasyon Teknikleri (Proje No: 1129B372000372), Arazi Çeşitliliğinin Entropi Temelli Algoritmalar ile Hesaplanması ve Haritalanması (Proje No: 1129B372000749) başlıklı projelerde görev alan başta koordinatör hocalarım Prof. Dr. Serkan GÜLSOY, Doç. Dr. Ahmet MERT, Doç. Dr. Özdemir ŞENTÜRK olmak üzere tüm eğitmen hocalarıma ve TÜBİTAK'a teşekkür ederim.

Son olarak; hayatımın her anında yanımda olmaktan vazgeçmeyen, attığım her adımda tereddütsüz destek olarak bugünlere gelmemi sağlayan, varlıklarına daima şükrettiğim değerli aileme teşekkürlerin en büyüğünü borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
AKADEMİK BEYAN	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. Araştırmanın Amacı ve Konusu.....	10
1.2. Araştırmanın Problemleri.....	11
1.3. Araştırmanın Kapsamı	12
1.4. Araştırmanın Hipotezi.....	12
2. KAYNAK TARAMASI	14
3. MATERYAL VE METOT	21
3.1. Materyal	21
3.1.1. Çalışma Sahasının Konumu	21
3.1.2. Jeomorfolojik Özellikler	22
3.1.3. İklim ve Bitki Örtüsü	26
3.1.4. Toprak Özellikleri	29
3.1.5. Tarihçe.....	31
3.1.6. Sosyo-Kültürel Yapı	33
3.1.7. Mekânsal Yapı	37
3.1.7.1. Agora ve Tiyatro Kısmı	40
3.1.7.2. Likya Akropolü Kısmı	47
3.1.7.3. Surlar ve Güney Kapısı Kısmı	49
3.1.7.4. Kent Merkezi Kısmı.....	50
3.1.7.5. Katedral/ Doğu Bazilikası Kısmı	52
3.1.7.6. Nereidler Anıtı Kısmı.....	53
3.1.7.7. Tepedeki Nekropolis ve Kuzeydoğu Kısmı	54
3.1.7.8. Yukarı Şehir Kısmı	57
3.2. Metot	59

3.2.1. Uzaktan Algılamada İHA.....	59
3.2.2. Tekstür Parametresi.....	60
3.3.3. Gri Düzey Eş-Oluşum Matrisi (GLCM)	60
3.3.3.1. Entropi.....	62
3.3.4. Yapay Sinir Ağları (YSA).....	64
3.3.4.1. MATLAB'ın Temel Görüntü İşlemede ve YSA'da Kullanımı.....	65
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	66
4.1. İHA ile Modelleme	66
4.2. GLCM Entropi ile Mekansal Analiz	70
4.3. YSA ile GLCM Entropi Analiz Tahmini	81
4.4. Değerlendirme ve Tartışma.....	84
5. SONUÇLAR	87
6. KAYNAKLAR	89
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Tarihsel Mekanların Analizinde Uzaktan Algılama ve CBS Uygulamalarında Entropi Yaklaşımı: “Ksanthos Antik Kenti Örneği” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

25/06/2021

Esra ÖLMEZ

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

°	: Degree Sign
m	: Metre
mm	: Milimetre
Σ	: N-Ary Summation

“21,01” Ondalık Ayırıcı

Kisaltmalar

CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
GLCM	: Gray-Level Co-Occurrence Matrix
İHA	: İnsansız Hava Aracı
MATLAB	: Matrix Laboratory
M.Ö.	: Milattan Önce
SAM	: Sayısal Arazi Modeli
SYM	: Sayısal Yükseklik Modeli
UA	: Uzaktan Algılama
vd.	: Ve Diğerleri
YSA	: Yapay Sinir Ağı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Eski Mezopotamya ve yakın çevresi (Köroğlu 2012)	2
Şekil 1.2. Obeyd Dönemi Eridu tapınak planı (Frangipane 2002; Çevik 2015).....	3
Şekil 1.3. Uruk kent planı örnekleri; a) Uruk kent planı (Huot vd. 2000); b) Uruk ve diğer büyük Eski Çağ kentlerinin karşılaştırmalı boyutu (Nissen 2004; Çevik 2015)	4
Şekil 1.4. Uruk Anu Ziguratı (Tapınağı)'nın canlandırması (Nissen 2004; Çevik 2015).....	4
Şekil 1.5. Kaniş kent canlandırması (Lloyd 2002)	6
Şekil 1.6. Mersin'de bulunan M.Ö. 4500'li yıllara ait kale (Lloyd 2002).....	6
Şekil 1.7. Çatalhöyük konutları (Mellaart 1978; Lloyd 2002).....	6
Şekil 1.8. Hitit döneminde Anadolu (Lloyd 2002)	7
Şekil 1.9. Urartu haritası (Lloyd 2002).....	8
Şekil 1.10. Antik Dönem Anadolu bölgeleri (Lloyd 2002)	9
Şekil 1.11. Likya Haritası (Kültür ve Turizm Bakanlığı 2021); a) Likya haritası Batı kısım; b) Likya Haritası Doğu kısım.....	10
Şekil 3.1. Çalışma sahası konum haritası.....	21
Şekil 3.2. Ksanthos kent canlandırması kuzeyden görünüm (des Courtils 2003)	22
Şekil 3.3. Ksanthos Antik Kenti fiziki haritası	23
Şekil 3.4. Ksanthos ve çevresi jeoloji haritası	24
Şekil 3.5. Eşen Çayı, Ksanthos Antik Kenti Likya Akropolü'nden görünüm	25
Şekil 3.6. Eşen Ovası gelişimi ilk evreler (Öner 1995; Atalay ve Mortan 2011).....	25
Şekil 3.7. Eşen Ovası gelişimi günümüz hali (Öner 1995; Atalay ve Mortan 2011).....	26
Şekil 3.8. Ksanthos Antik Kenti bitki örtüsü; a) kuzeyden görünüm; b) güneyden görünüm	28
Şekil 3.9. Ksanthos Antik Kenti bitki türleri; a) <i>Quercus coccifera</i> ; b) <i>Pistacia lentiscus</i> ; c) <i>Euphorbia characias</i> ; d) <i>Asphodelus sp.</i>	28
Şekil 3.10. Ksanthos Antik Kenti toprak haritası	30
Şekil 3.11. Ksanthos Yazıtlı Dikme; a) genel görünüş; b) yazı ve kabartma detayları ..	34
Şekil 3.12. Likya Alfabesi (Tekoğlu 2020)	34

Şekil 3.13. Ksanthos baskısı gümüş sikke; a) ön yüz; b) arka yüz (Nieswandt 2020) ...	35
Şekil 3.14. Ksanthos Antik Kenti Nereidler Anıtı bölümü Likya sanatı örneği (Işık 2020)	36
Şekil 3.15. Ksanthos Antik Kenti mozaik döşeme örneği	36
Şekil 3.16. Likya kentleri kamu binalarının tiplere göre dağılımı (Alp 1998)	38
Şekil 3.17. Roma Dönemi Likya kentlerinde kamu binalarının kentlere olan dağılımı (Alp 1998)	39
Şekil 3.18. Ksanthos Antik Kenti vaziyet planı (des Courtils 2003)	40
Şekil 3.19. Agora ve Tiyatro kısmı kuzeyden görünüm	41
Şekil 3.20. Ksanthos Antik Kenti Roma Agorası; a) genel görünüm, sol tarafta ev tipi mezar görünmekte; b) kuzeyden görünüm	42
Şekil 3.21. Ksanthos Yazıtlı Dikilitaşı; a) agora içi konumu; b) genel görünüm	43
Şekil 3.22. Dinsel yapılar bütünü Batı Kilise (Ksanthos kazı arşivi 2018)	43
Şekil 3.23. Harpy Anıtı	44
Şekil 3.24. Payeli Mezar Anıtı; a) genel görünüm; b) Payeli Mezar Anıtı ve Harpy Anıtı tiyatrodan görünüm	45
Şekil 3.25. Ksanthos Antik Kent Tiyatrosu; a) kuzeyden görünüm; b) güneybatıdan iç görünüm	46
Şekil 3.26. Likya Akropolü kuzeyden tiyatro ve agora ile genel görünüm	47
Şekil 3.27. Likya Akropolü iç kısım	48
Şekil 3.28. Erken Bizans Konutu; a) sütun ve mozaik döşeme detaylarıyla kuzeyden görünüm; b) ziyafet salonu kuzeybatıdan görünüm	48
Şekil 3.29. Likya Konutları	49
Şekil 3.30. Kentin Güney kapısı	50
Şekil 3.31. Sütunlu Cadde	51
Şekil 3.32. Sivil Bazilika	52
Şekil 3.33. Ksanthos Katedrali; a) güneyden görünüm; b) batıdan görünüm	53
Şekil 3.34. Dansözler Lahdi; a) savaş sahnesi; b) güney yüz dansöz figürü	54
Şekil 3.35. Boğaya Saldıran Aslanlar Lahdi	55

Şekil 3.36. Akropol Payeli Mezar Anıtı; a) payeli mezar anıtı kaya mezarı ile görünüm; b) kaya mezarı iç görünüm	56
Şekil 3.37. Tepedeki Nekropolis lahit örnekleri; a) Payava Lahdi; b) Likya tipi lahit...	56
Şekil 3.38. Ahqqadi Lahdi	57
Şekil 3.39. Hac Bazilikası; a) doğudan görünüm; b) batıdan görünüm.....	58
Şekil 3.40. Yöntem akış diyagramı.....	59
Şekil 3.41. GLCM görüntü piksel değerleri kombinasyonu; a) orijinal görünüm; b) dönüştürülmüş görünüm; c) referans ve komşu piksel değerler kombinasyonu (i;satır j;sütun)	61
Şekil 3.42. Gri Düzey Eş- Oluşum Matrisi (Haralick 1973)	61
Şekil 3.43. Temel YSA örneği (Calp 2018).....	64
Şekil 4.1. Ksanthos Antik Kenti sahaya ait belirli nokta bulutu MeshLab görünümü ...	67
Şekil 4.2. Üçgen modeli ile yüzey giydirme işlemi Mesh yapısı.....	67
Şekil 4.3. Oluşturulmuş ortofotoya ait kent mekanı detayları; a) agora ve tiyatro; b) sütunlu cadde, katedral, sivil bazilika ve kent mekanı detayları; c) akropol; d) nereidler anıtı	68
Şekil 4.4. Ksanthos Antik Kenti Sayısal Arazi Modeli (SAM)	69
Şekil 4.5. Ksanthos Antik Kenti SAM kent mekanı detayları; a) Agora ve Tiyatro, Akropol ile birlikte görünüm b) Hac Bazilikası c) Katedral ve Sivil Bazilika; d) Eşen Çayı ile Likya Akropolü görünümü	69
Şekil 4.6. Ksanthos Antik Kenti dönüştürülmüş orijinal görüntü.....	71
Şekil 4.7. Ksanthos Antik Kenti gri renge dönüştürülmüş görüntü.....	73
Şekil 4.8. ArcGIS yazılımı yapısal bazda görüntüden çıkarma işlemi	74
Şekil 4.9. ArcGIS yazılımı kısım/mahalle görüntüden çıkarma işlemi	75
Şekil 4.10. Definiens yazılımı aracılığıyla hesaplanmış GLCM entropi değerleri.....	77
Şekil 4.11. Mekansal Alan Entropi Değişim Grafiği.....	78
Şekil 4.12. Mekansal Yapı Entropi Değişim Grafiği.....	81
Şekil 4.13. Girdi ve çıktı değerleri için hesaplanan değerler	82
Şekil 4.14. Girdi ve çıktıların bir kısmına ait normalizasyon değerleri	82

Şekil 4.15. YSA işlem süreci	83
Şekil 4.16. YSA regresyon grafikleri.....	83
Şekil 4.17. Çıktı değerlerinin test değerleri ile karşılaştırılması.....	84



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. GLCM işlemi öncesi görüntü normalizasyon formülü.....	76
Çizelge 4.2. Definiens yazılımı ile kullanılan parametre ve hesaplanan formül	76
Çizelge 4.3. Mekansal Alan Entropi Değerleri.....	77
Çizelge 4.4. Mekansal Alan Entropi Fark Değerleri.....	78
Çizelge 4.5. Mekansal Yapı Entropi Değerleri.....	79
Çizelge 4.6. Mekansal Yapı Entropi Fark Değerleri.....	80



1. GİRİŞ

İnsanoğlu, fiziksel varlığının yanında birçok yaşamsal ihtiyaçla birlikte var olmuştur. Yaşamlarını şekillendirirken de bu ihtiyaçları doğrultusunda hareket etmiştir. Maslow (1943)'un ortaya koyduğu ihtiyaçlar hiyerarşisinin temel basamaklarını oluşturan su, barınma, yiyecek ve güvenlik; söz konusu şekillendirmede en etkili olan ihtiyaçlardır. Dünyanın neresine gidilirse gidilsin barınma ve yiyecek gibi temel prensiplere bağlı kalınarak oluşmuş yaşam kültürleriyle karşılaşmak mümkündür. Tüm bunlar bize coğrafi ve fiziksel koşullar ayırt etmeksizin insanların temelde benzer ihtiyaçlara sahip olduğunu göstermektedir.

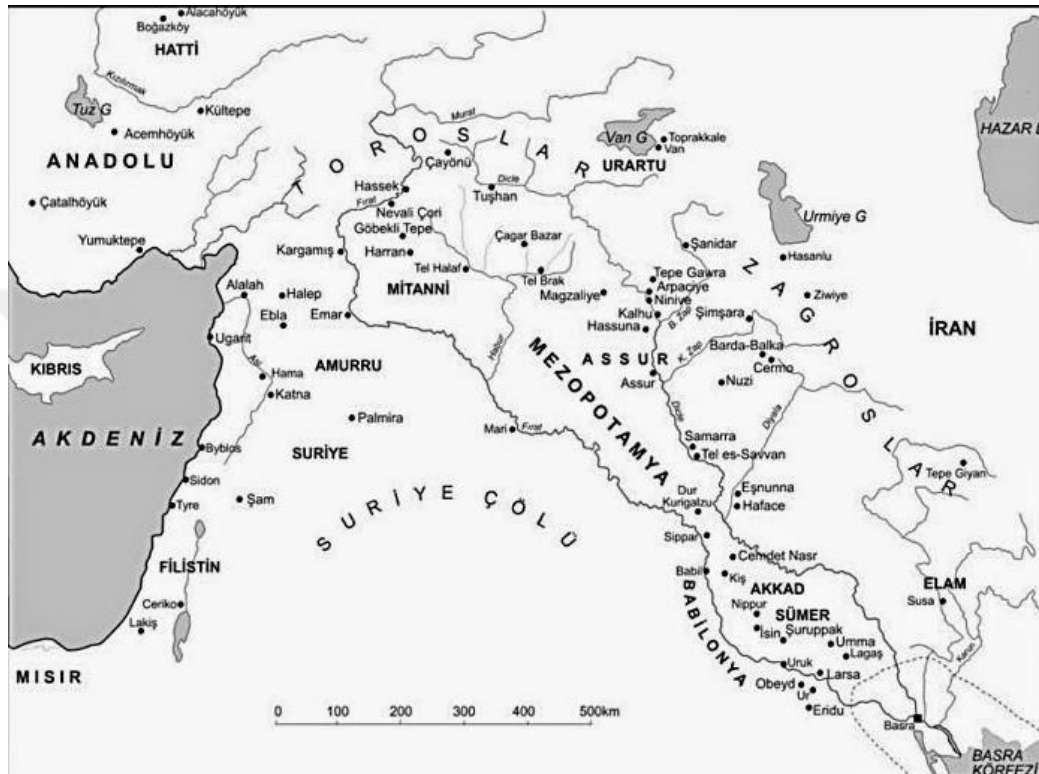
Doğa, sürekli çalıştıran ve birleştiren bir güce sahiptir. İlkçağlardan bu yana devam eden insan-doğa ilişkisinde doğa ve şüphesiz doğanın bir parçası olan insan yüzyıllar boyunca süregelen birliktelikleriyle karşımızda durmaktadır (Gül 2013). Konar göçer yaşam tarzıyla hayatını idame ettiren toplumlar, birlikte yaşam mücadelesi verirken muazzam da bir yaşam kültürü oluşturmuştur. Bulundukları doğada karşılaştıkları zorluklar karşısında hayatta kalmak için edindikleri bilgi ve deneyimlerle hem kendilerine hem de gelecek nesillere hayat vermişlerdir. Doğayla iç içe binlerce yıl süren bu göçebe yaşamla beraber insanlar yavaş yavaş bulunduğu ortamda hakimiyet kurarak yaşantılarını kökünden değiştirecek olan yerleşik düzene adım atmıştır (Huot vd. 2000).

Yerleşik hayata geçişte nerede yaşamalı sorusuyla yola çıkan insanoğlu, sorunun cevabını ararken seçilecek yerleşim alanlarının birçok özelliğini göz önünde bulundurmıştır. Bölgenin coğrafi özelliklerinin yanı sıra; civarda kullanılabilir su kaynaklarının bulunması özellikle dikkat ettikleri unsurların başında gelmiştir. Çünkü su kaynaklarına olan yakınlık canlılar için vazgeçilmez bir yaşam alanını ifade etmektedir (Arı 2011). Göçebe yaşamda yiyecek bulma ve barınma gibi temel ihtiyaçların zahmet isteyen ve zaman ayrılması gereken bir durum olduğu aşikardır. Bu sebeple yiyecek temininde zamandan tasarruf etme ve korunaklı yer ediniminde yerleşik hayatın insan hayatını kolaylaştırıcı etkisi görülmektedir.

Yerleşik hayata geçerek hayatlarındaki en büyük dönüm noktasını yaşayan insanlar, geçen zamanla birlikte düşünmek ve üretmek için fırsat yaratarak artan farkındalıklarıyla beraber birbirleriyle birçok sosyo-ekonomik ve sosyo-kültürel etkileşimde bulunmuşlardır. İlerleyen süreçte sayıca nüfusları artmış, kendi aralarında iş bölümü yaparak bitki yetiştirip, hayvan evcilleştirmeye başlamışlardır. Bu gelişmeler beraberinde besin toplayıcılığından besin üreticiliği konumuna gelinerek Neolitik Devrim yani Tarım Devrimine zemin hazırlanmıştır (URL-1).

Medeniyetin başlangıcı yerleşik hayata geçiş ile kabul edilir (Pustu 2006). Tarım ise medeniyetin ilk aşamasıdır (Aliağaoğlu 2019). Hatta öyle ki Braudel (2007)'e göre tarımın keşfi; tekerleğin icadı ve ateşin kullanılmasından daha da önemli bir yere sahip olup tarihin başlangıcını ifade etmektedir. Çünkü tarımla beraber insanoğlunun çevre algısı değişmiş, doğaya karşı hükmedici statüde yer almış ve doğayı kendi ihtiyaçları doğrultusunda aktif olarak kullanmaya başlamıştır. Yerleşik hayat ve tarımın birbirinden beslendiği bu süre zarfında insanlar, küçük birimler halindeki yaşayışlarından topluluk yaşantısına geçiş yaparak kendi yerleşim alanlarını ve nihayetinde kentleri meydana getirmiştir. Tarım devriminin beraberinde getirdiği kentleşme devrimi ile de uygarlığın temelleri oluşturulmuştur (Çevik 2015).

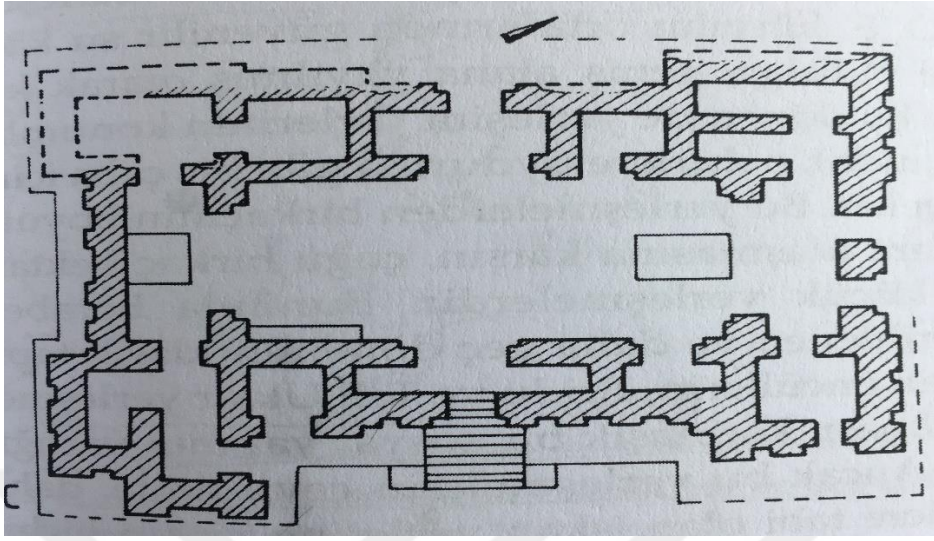
Kent ve kentleşme olgusunun ortaya çıkışı ile ilgili yapılan araştırmalar bize Mezopotamya'yı işaret etmektedir. Tarım ve hayvancılık için uygun koşulları sağlayan bu bereketli toprakların tercih edilen ilk yerleşim alanı olarak karşımıza çıktığı görülmektedir. Fırat ve Dicle nehirleri kastedilerek ifade edilen Mezopotamya, etimolojik olarak “iki nehir arası” anlamına gelmektedir. Aynı zamanda “Bereketli Hilal” olarak da adlandırılan bu bölgenin sınırlarını; kuzeyde Anadolu sıradağları, doğuda Zagros Dağları güneyde ise Arabistan Çölü ve Basra Körfezi oluşturmaktadır (Leick 2019) (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Eski Mezopotamya ve yakın çevresi (Köroğlu 2012)

Birçok medeniyete ev sahipliği yapan bu bölge ve çevresindeki kentler adına hala araştırmalar yapılmaktadır. Babil tanrısı Marduk'un yaratılış efsanesine göre kent kavramı Eridu'da başlar. Efsaneye göre Eridu kutsal bir düşünceyle oluşturulmuştur ve zemin üzerine önce tapınaklar kurulmuş, daha sonra kent bu çerçevede şekillenmiştir. Kentler tanrıların gönüllerine göre oluşturulduğu için de Mezopotamya'da yer alan kentler daima kutsaldır (Leick 2019). Eridu'daki klasik tapınak formlarının varlığı, Obeyd Dönemi'ne kadar uzanmaktadır (Şekil 1.2). Eridu tapınağının Geç Uruk Dönemi'ne kadarki süreçte anıtsal bir hale gelerek büyümesi, tapınakların toplum tarafından ne kadar önemli olduğunu ve üstünlüğünü kanıtlar durumdadır. Bu dönemde Mezopotamya tapınakları yalnızca tapım mekânı göreviyle değil, aynı zamanda ekonomik ve siyasi gücün birleştiği merkezler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durum bize; tapınakların insanlığa her dönemde hizmet veren ve birçok temsili gücü barındıran, toplum ile anlam bulan mekanlar olduğunu göstermektedir. Eridu kazıları ile bulunan kanıtlar, sosyal anlamda yapılaşmanın olduğunu işaret etmektedir. Söz konusu yerleşim alanı ve çevresinde, bu alana bağlı herhangi bir yerleşmeye dair kanıt bulunamaması sonucu Adams (1981)'a göre; bu alanın kısmi olarak yerleşmiş nüfusla etkileşim halinde

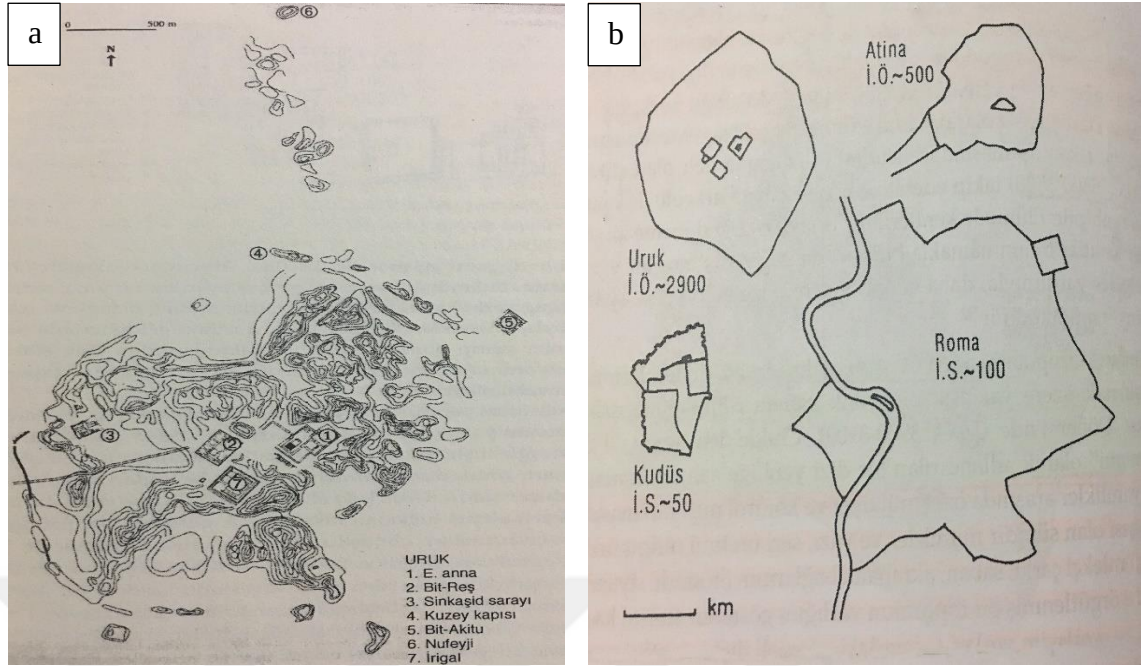
olan bölgesel merkezler olarak kabul edileceğidir. (Postgate 1972; Claiborne 1990; Roaf 1996; Çevik 2015).



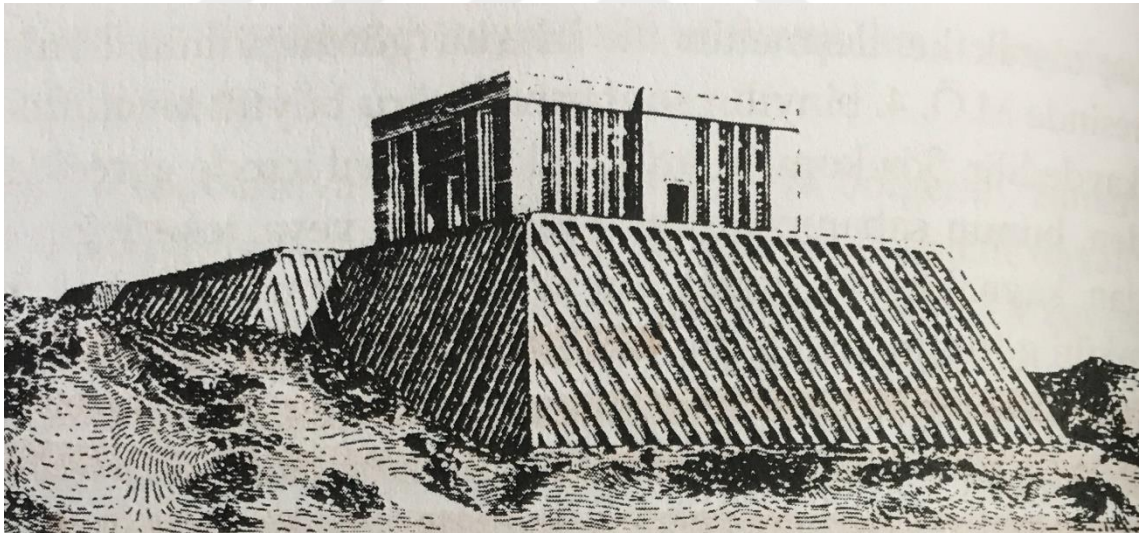
Şekil 1.2. Obeyd Dönemi Eridu tapınak planı (Frangipane 2002; Çevik 2015)

Bazı bilim insanları ise ilk kentleşme sürecinde Eriha (Jericho) yerleşmesini öne sürmektedir. Bu bölgede yapılan çalışmalara göre Eriha'nın varlığının kökeni bilinmemektedir. Arkeolojik buluntular sonucu bazı görüşlerce Eriha kent kapsamına giriyorken, karşıt görüşe göre ise tarımın bile yapılmadığı bu yerleşimin kentsel varlığı sorgulanarak kent olarak kabul edilemeyeceğidir.

Uzun süren araştırmalara konu olan yerlerden biri ise şüphesiz Uruk'tur. Günümüz adıyla Varka olarak bilinen bu antik Sümer kentinin kentleşmeye öncülük etmesi sebebiyle "kentlerin anası" sıfatıyla kabul görüp görmediği hala tartışma konusudur (Biggs 1974; Leick 2019). Uruk'ta gerçekleştirilen çalışmalarla açığa çıkarılan kalıntılar sonucunda bir kentin varlığıyla karşılaşıldığı arkeologlarca kabul edilmektedir. Kazı çalışmaları sonucu özellikle mimari yapılarıyla göze çarpan bu yerleşim alanının sadece kentsel açıdan boyutları bile öylesine bir yerleşme olmadığını göstermektedir (Şekil 1.3). Uruk'a bakıldığında, halkın genel olarak kent merkezine yerleştiği görülmektedir. Kente bağlı araziler incelendiğinde ise herhangi bir tarım arazisinin işleneceği köy gibi yerleşim alanlarına rastlanılmamıştır. Bunun sonucu olarak tarım alanlarının kentte yaşayan halk tarafından işlendiği öngörülmektedir. Tarihsel süreç içinde Uruk'tan sonra kurulan kent devletlerinin varlığı, Uruk'ta savunma ve rekabet hissi oluşturarak surların inşasına yol açmıştır. Böylece bu çevrili alan içinde kalan arazide mecburi olarak tarımsal faaliyetlerin yürütülüp, sulama sistemlerinin genişletildiği düşünülmektedir. Eridu'da olduğu gibi Uruk'ta da ortaya çıkarılan tapınak yapıları, bu merkezlerin insanlar tarafından ne derece önemli olduğunu bir kez daha kanıtlamaktadır. Yine aynı şekilde anıtsal yapı olarak karşımıza çıkan bu tapınak tabakaları ve boyutları bize; o dönem kentlerinin tapınak boyutlarıyla yerleşim alanlarının boyutlarının doğru orantılı ilişkisini sunmaktadır (Çevik 2015) (Şekil 1.4).



Şekil 1.3. Uruk kent planı örnekleri; **a)** Uruk kent planı (Huot vd. 2000); **b)** Uruk ve diğer büyük Eski Çağ kentlerinin karşılaştırmalı boyutu (Nissen 2004; Çevik 2015)



Şekil 1.4. Uruk Anu Ziguratu (Tapınağı)'nın canlandırması (Nissen 2004; Çevik 2015)

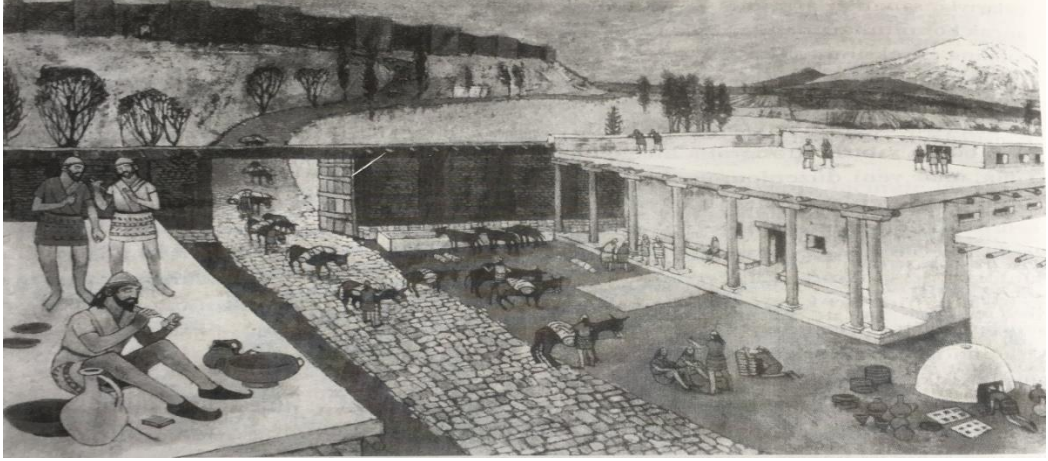
Görüldüğü üzere ilk kent ve kentleşme ile ilgili ortaya atılan görüşler oldukça değişkenlik göstermektedir. Meydana geldiği andan itibaren gerek nüfus olarak gerek büyüklük ve yapı çokluğu olarak, gerekse de sosyal yaşantı bakımından incelendiğinde hangi faktörlerin gerçek kent tanımına uygun olduğu tartışma konusudur. Bu durum bize; bu dönem toplumlarını ve kentlerini daha iyi anlamak adına arkeoloji başta olmak üzere; antropoloji, sosyoloji, mimarlık, tarih, coğrafya ve mühendislik gibi disiplinler arası çalışmaların önemli derecede rol oynadığını göstermektedir (Çevik 2015).

Kentler, insan- çevre etkileşimini toplumsal yaşantı süreçlerine yansıtan bir kültür sembolü niteliğindedir. Bu sebeple insanlık tarihi, kentlerin ve kentsel yaşayışın başlangıcıyla ele alınmakta olup insan- çevre etkileşimi, kent ve kentsel mekanlar baz alınarak araştırılmaktadır. Kentsel mekanlar insanların günlük yaşantılarını, birbirleriyle olan ilişkilerini, ihtiyaçlarını ve bunların etkileşimiyle oluşturulan yapısal donatıları kapsayan mekanlar olarak karşımıza çıkmaktadır. İçinde bulunduğu toplumların yükledikleri anlam, kişisel algı, ihtiyaç ve deneyimlerine göre inşa edilen kentsel mekanlar, bu yönleriyle hem kamusal hem de kişisel açıdan benlik ve kimlik şekillenmesine katkı sağlayarak, geçmiş medeniyetlerin izi olarak günümüze ışık tutmaktadır (Solak 2017).

Geçmiş, hep merak edilen ve edilecek olan bir kavramdır. İnsanlığın doğasında var olan merak güdüsü ile söz konusu belirsizliği açığa çıkarmak, sorulan sorulara yanıt aramak için birçok yönteme başvurulmuştur. Geçmiş dönem kent ve toplumlarının analizi konusunda yol gösterici konumunda olan arkeoloji, bu konuda en önemli yere sahiptir (Huot vd. 2000). Günümüz teknolojisi vasıtasıyla yürütülen arkeoloji çalışmalarına bakıldığında, birçok çalışma alanına imkân veren Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) yöntemlerinin arkeoloji alanında da bize hizmet verdiği görülmektedir (Ozulu ve Altan 2007). Uzaktan algılanmış bölgelerin hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri sayesinde, arkeolojik çalışma alanlarına ait yüksek çözünürlüklü bilgiler elde edilip CBS altyapısına aktarılabilir. Bu sayede arkeolojik alanların amaca yönelik haritalarının üretimi, 3 boyutlu (3D) modellemesi, bilgi sisteminin oluşturulması, mekânsal analizi gibi birçok çalışması yapılabilmektedir. Geçmiş günümüze dijital gözle aktaran bu çalışmalar sayesinde daha nitelikli ve kapsamlı sonuçlar elde edilip, kültürel mirasa yönelik bilgilerin daha geniş kitlelere ulaşması sağlanmaktadır.

Arkeolojik çalışmaların belgelenmesinde, araştırma tekniklerinin düşük maliyetli, taşınabilir ve veriye hızlı ulaşım gibi özelliklerinin olması gerekir (Remondino ve Rizzi 2010). CBS ve UA yöntemlerinin bu alanda kullanımı, söz konusu özellikleri doğrular niteliktedir. Dünyanın birçok yerinde yer alan ve hala gün yüzüne çıkarılmayı bekleyen antik kentleri ve kentsel mekâna yönelik analizleri bu tekniklerle işlemek mümkündür.

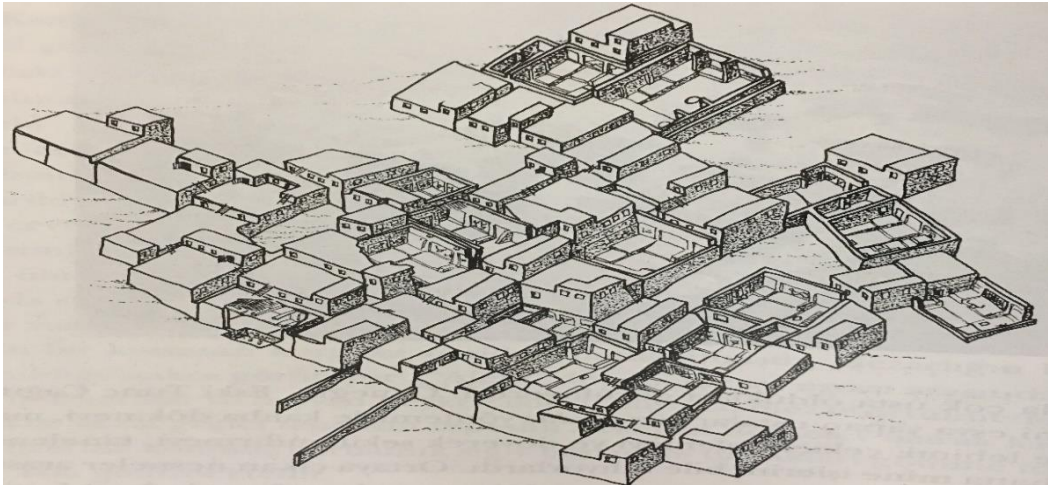
Anadolu topraklarının tarihte iz bırakmış birçok medeniyete kucak açtığı açıkça bilinmektedir. Anadolu'da bulunan ilk yazıt ve buluş; Kaniş (Kultepe) yerleşmesinde yer almaktadır. Kaniş kenti; Mezopotamya istikametinde hareket eden kervanların sıklıkla uğradığı ve Erciyes Dağı'nın perspektifiyle beraber muazzam bir görünüm sergileyen yerleşim alanıdır (Şekil 1.5). Anadolu'da yapılan çalışmalar sonucu Eski Tunç Çağı'na ait birçok mezarla karşılaşmıştır. Mezar sahiplerinin soylu ailelere ait olduğu tespit edilip, bu alanın Alacahöyük olduğu bilinmektedir. Alacahöyük keşfinden sonra Mersin'de Kalkolitik Çağ'a ait bir yerleşme bulunmuştur (Şekil 1.6). Bu yerleşmede bulunan mimari yapılar incelendiğinde yerleşmenin tamamının askeri bir kale şeklinde kurulmuş olduğu ve kendi türünün en eski örneklerinden biri olduğu tespit edilmiştir. Bu keşiflerden sonra Anadolu'da Neolitik Dönem yerleşimlerine ait bir dizi kazı çalışmaları yürütülmüştür. Çatalhöyük üzerine yoğunlaşan araştırmacılar, bu yerleşmenin bir belde olduğunu ifade etmektedir. Bu yerleşmede yer alan evlerin damları aracılığıyla insanların birbirine gidebildiği ve söz konusu damların, insanların yaşam alanlarını ifade ettiği söylenmektedir. (Şekil 1.7). Çatalhöyük'te yer alan evlerin diğer bir özelliği ise insanlar tarafından kutsal tapınma alanları olarak kullanılmış olması ile ifade edilmektedir (Lloyd 2002).



Şekil 1.5. Kaniş kent canlandırması (Lloyd 2002)

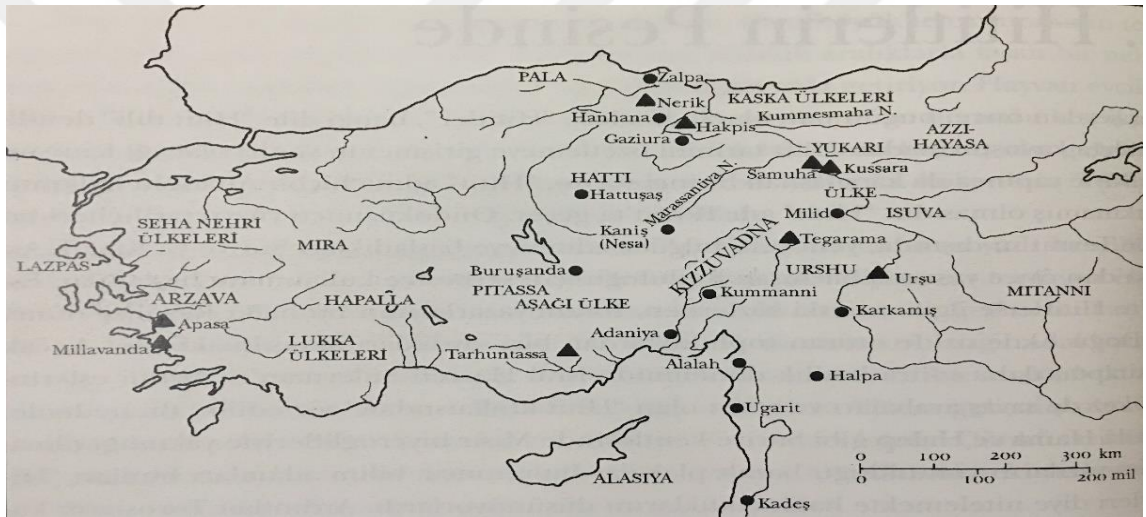


Şekil 1.6. Mersin’de bulunan M.Ö. 4500’li yıllara ait kale (Lloyd 2002)



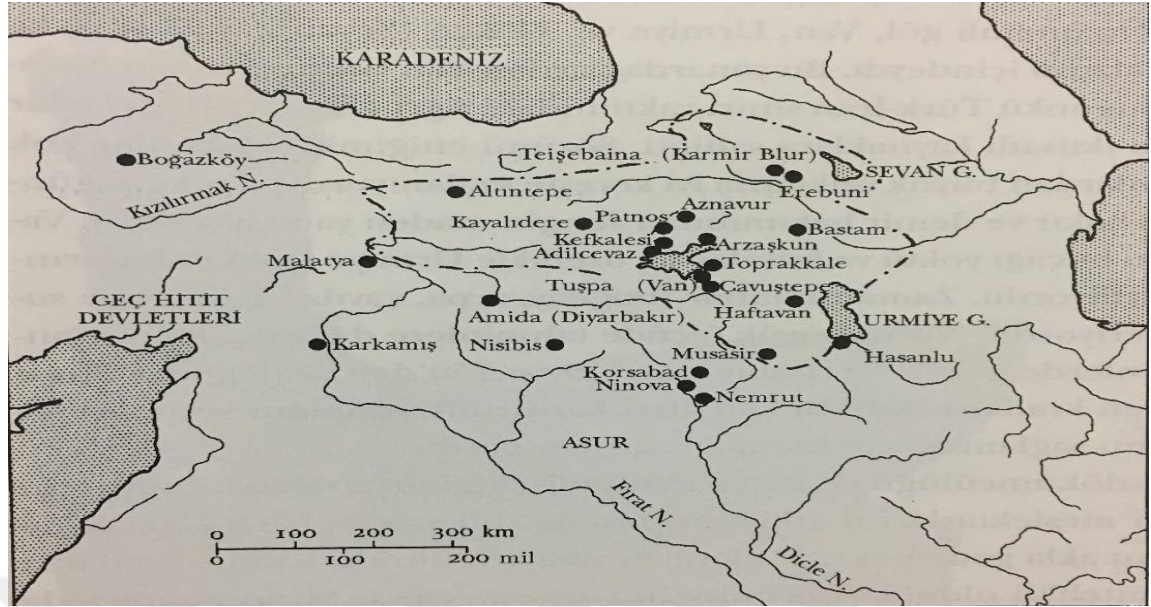
Şekil 1.7. Çatalhöyük konutları (Mellaart 1978; Lloyd 2002)

Coğrafi konumu sebebiyle birçok önemli göç faaliyetlerine tanıklık eden Anadolu; farklı kültürleri tek bünyede toplamayı başaran bir yer olarak karşımızda durmaktadır. M.Ö. 19. yüzyılda doğudan batıya doğru Anadolu'ya gelen Hititler; kendilerinden önce bu topraklarda gelişmiş bir uygarlığın varlığıyla karşılaşmışlardır. Zamanla üstünlük sağlayarak Anadolu'da yer alan kolonileri ele geçirip gerek siyasi gerek de ekonomik açıdan yükselmeye başlamış ve sınırlarını genişletmeyi başarmışlardır (Şekil 1.8). Hititlerin varlığı; Anadolu'da birçok açıdan dönüm noktasını oluşturduğu kabul edilmektedir. Kendilerine ait yasaları, sulu tarım faaliyetleri, bağcılık, hayvancılık, dillerine has Hititçe metinler ve kil tabletler örnekler arasında yer almaktadır. Tarım ve hayvancılık temeline kurulu devlet ekonomisi sayesinde diğer devletlere ürün pazarladıkları bilinmektedir. Birçok sanat alanındaki üstünlükleri, seramik ve dokuma sanatında da kendisini göstermektedir. İç Anadolu'nun sembolü olan Hitit Uygarlığı'nı özetle ifade etmek gerekirse; Anadolu'nun var olan potansiyelini her açıdan ortaya çıkarmayı başaran ve Anadolu uygarlık temel taşlarını oluşturan en önemli uygarlık olarak kabul görmektedir (Tunçdilek 1986).



Şekil 1.8. Hitit döneminde Anadolu (Lloyd 2002)

Anadolu'nun Doğu Anadolu Bölgesi'ne konumlanmış olan ve doğunun temsili olarak görülen uygarlığı; Urartu'lardır. Coğrafi konumu itibarıyla devlet yapısının da bu durumdan etkilendiği görülmüş ve varlıkları boyunca Doğu Anadolu ile Yukarı Mezopotamya arasında faaliyet göstermişlerdir (Akurgal 1959) (Şekil 1.9). Yukarı Mezopotamya'ya nazaran daha bereketli topraklara sahip oldukları bilinmektedir. Bu durum itibarıyla Urartu'ların; Doğu Anadolu'nun hayvancılık, tarla faaliyetleri ve orman bakımından oldukça zenginlik gösteren bir uygarlık olduğu açıkça görülmektedir. Urartu dönemine ait belgelere bakıldığında birçok kent ile karşılaştığı görülmektedir. Kır yerleşmesi yerine sayısız kentin varlığı; Urartu'ların Hititler ile arasındaki en önemli farkını oluşturmaktadır. O dönemden günümüze kadar varlığını korumayı başaran kentler arasında; Van, Gaziantep, Erzurum, Malatya yer almaktadır. Tarihsel süreç içinde güneyden gelen istila ve tekrar eden savaşlar nedeniyle hasar gören devlet, son olarak İskit istilasına uğramıştır (Tunçdilek 1986).



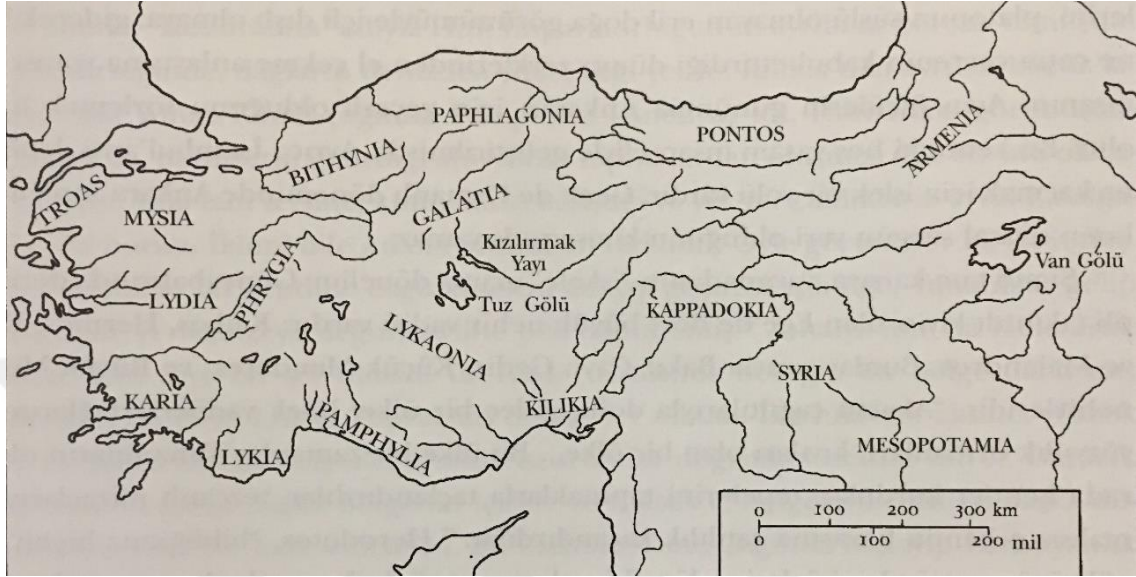
Şekil 1.9. Urartu haritası (Lloyd 2002)

Anadolu'nun batısına bakıldığında coğrafi konum itibarıyla elverişli iklim koşulları, maden kaynakları ve verimli topraklar; Frig Uygarlığı'nın bu bölgeye yerleşmesine olanak vermiştir. Frig Devleti'nin kalkınmasını sağlayan en önemli etken ise gelişmekte olan kervan yollarının bu ülkeden geçmesi olarak kabul edilmektedir. Hititlere benzer yerleşme yapısına sahip olan Frig'lerde; köy ve kent yerleşmelerinin bir arada olduğu örgütlenmeler görülmektedir. Temeli tarıma dayalı olan Frig'lerde tiftik işçiliğinin ön plana çıkması, Ankara'nın gelişiminde önemli bir rol üstlenmiştir. Zamanla dokumacılığın gelişerek devam etmesi, halı ve kilim desenlerinde ortaya çıkarak Frig'lerin herkesçe odak noktası haline gelmesini sağlamıştır (Tunçdilek 1986).

Kimmer saldırıları ile yıkılan Frig Devleti'nin akabinde hızla gelişim gösteren Lidya sınırları ; Büyük Menderes, Bakırçay Havzası, Gediz Vadisi ile Kütahya'ya kadar uzanmaktadır. Ege Bölgesi'nin tarımsal açıdan gelişimine çok büyük katkıda bulunarak dönemin en zengin devletleri arasında yer almaktadır. Lidya kentlerinin yapımında mermer kullanımının ön planda olduğu bilinmektedir. Zaman içinde birçok istilanın üstesinden gelerek sınırlarını genişletmişler lakin Med ordusu saldırıları ile yıkılarak devletin varlığı sona ermiştir (Tunçdilek 1986; Üreten 2007).

Başlangıçta sayıca az olan nüfusuyla yerleşime geçen İyon'lar, İzmir yöresi tarafına gelerek daha çok kıyı kesim yerleşmesini tercih etmişlerdir. Tek odalı ev yapılarıyla dikkat çeken bu devlet, din ile ilişkili 12 kent kurmuştur ve bunların en bilindikleri İzmir, Foça, Milet ve Efes'tir. "Polis" adı verilen kentleşme sistemini benimseyerek, kentleşme felsefeleri; ticaret yolları denetimini ellerinde tutmaktır. Zamanla kuzey kesimlere ilerleyerek Marmara, Tekirdağ, Mudanya, İstanbul taraflarında koloniler kurarak sınırlarını genişletmişlerdir. Bu hareketleri ile Marmara Bölgesi'nin ilk kentleşme yapısının temellerini atan devlet oldukları açıkça bilinmektedir. Kıyı kesimlerindeki hakimiyetleri ile dini, felsefi, sanat ve ticaret alanında muazzam gelişim göstererek bulundukları topraklarda en görkemli çağı yaşatmışlardır (Tunçdilek 1986; Keseroğlu ve Demir 2016).

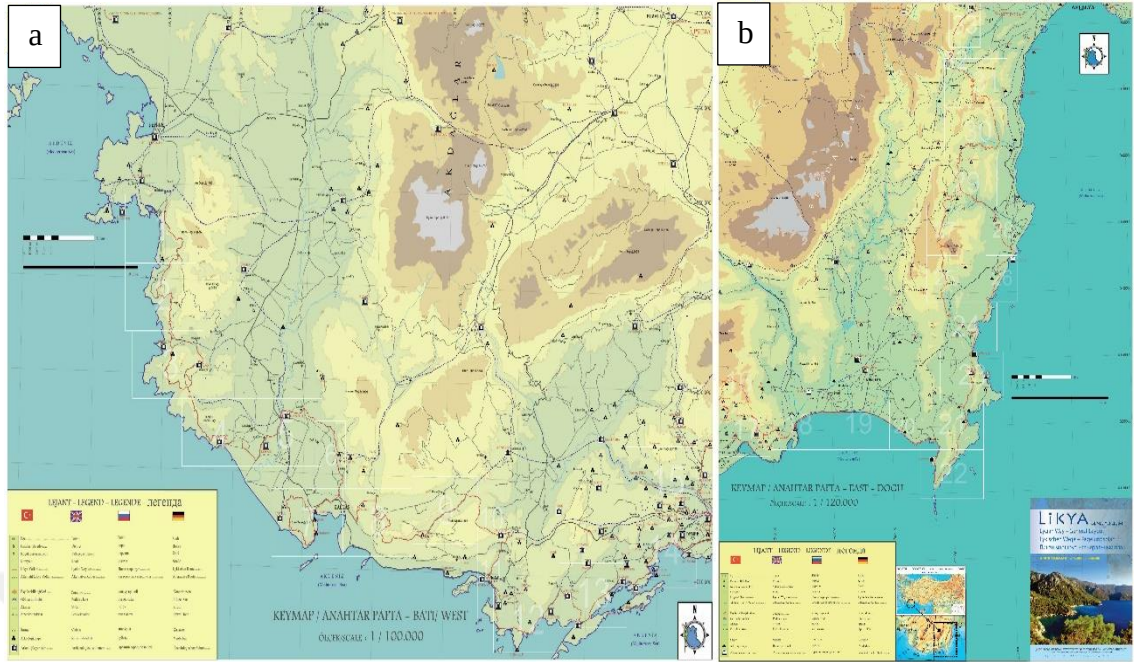
Antik dönem Anadolu'suna genel bir bakış sergilendiğinde; Anadolu'nun kuzeyinde Bitinya, Paflogonya, Pontus, Galatya, Trakya, yukarıda bahsedildiği üzere Kızılırmak Nehri civarında kurulan Frigya, Galatya, batısında İyonya, Mysia, Troas, Lidya, Karia, güneyde Likya, Pamfilya, ve Kilikya gibi bölgelere ayrıldığı görülmektedir (Yüksel 2020) (Şekil 1.10).



Şekil 1.10. Antik Dönem Anadolu bölgeleri (Lloyd 2002)

İnsanlığın varlığına ve faaliyetlerine dair bulunan en erken izler; Likya, Pamphylia ve Pisidia sınırlarında yer almakta olup, Pamphylia Ovası civarındaki Karain, Çarkini ve Öküzini mağaralarında görülmektedir (Becks 2020). Akdeniz Bölgesi'nin gözbebeği niteliğinde olan ve günümüz Teke Yarımadası üzerinde bulunan Likya bölgesi, son yıllarda Anadolu'da üzerine en çok araştırma yapılan ve veri üretilen bölgelerinden biri olarak karşımızda durmaktadır (Zimmermann 2020) (Şekil 1.11). "Işıklar Ülkesi" olarak anılan bu bölge, "antik dünyanın en mükemmeli" diye nitelendirilerek de ne kadar köklü bir kültüre sahip olduğunu ispat eder konumdadır (Yelmenoğlu 2019). Özellikle başka kültürlerde eşi benzeri olmayan mimari yapılarıyla ön plana çıkan Likya kentlerine yönelik çalışmalar tüm hızıyla devam etmektedir.

Likya bölgesi, Homeros'un İlyada'sına göre Kral Sarpedon ve Tanrı Apollon'un anavatanıdır. Likyalıların ismi antik metin kaynakları incelendiğinde Lukka, Lukku ya da Rwka adı ile anıldığı görülmektedir. Sınırları içinde birçok önemli kenti bünyesinde barındırmış ve "şehir devletlerinin koleksiyonu" olan bölge olarak nitelendirilmiştir (Fange 2014).



Şekil 1.11. Likya Haritası (Kültür ve Turizm Bakanlığı 2021); **a)** Likya haritası Batı kısım; **b)** Likya Haritası Doğu kısım

Çalışmaya konu olan Ksanthos Antik Kenti; söz konusu önemli Likya kentlerinden birisidir. Antalya'nın Kaş ilçesi sınırları dahilinde yer alan ve kent bünyesinde barındırdığı kaya mezarları, lahitleri ve diğer önemli dokularıyla bir dönem Likya başkentliğine ev sahipliği yapmış Ksanthos Antik Kenti'nin mekâna yönelik analizlerinde; UA ve CBS teknikleri kullanılarak ortaya çıkan sonuçlar belgeleme niteliğinde sunulmuştur. İnsansız Hava Aracı (İHA) vasıtasıyla elde edilen hava fotoğrafları ile kent; yapı unsurlarıyla beraber CBS altyapısında detaylı olarak görüntülenmiş, görüntü içindeki yapısal objelerin yorumlanması ve doku parametrelerinin mekânsal dağılımı Gri Düzey Eş Oluşum Matrisleri (GLCM) kullanılarak entropi yöntemine göre mekânsal analizi yapılmıştır. Kentsel mekân ve yapı unsurları matematiksel yollarla işlenerek, çıkan sonuçların birbirleriyle olan tutarlılığı ve ilişkisi üzerinde durulmuştur. Yapılan analizin doğruluğunun tespiti için MATLAB yazılımı ile Yapay Sinir Ağları (YSA) üzerinden bir model oluşturulup, analiz sonuçları bir kez daha desteklenmiştir.

Buradan hareketle bu çalışma; tarihsel mekanları mekân- bütünlük kapsamında ele alırken, bu ilişkiyi ilgili kavram ve teknik analiz nesneleriyle bütünleştirip sunma çabası hedefindedir. Literatür taraması, uygulamalı saha ve ortam analiz yöntemleriyle oluşturulan çalışma, daha sonra yapılacak mekâna yönelik analiz çalışmalarına temel oluşturacak şekilde tasarlanmıştır. Böylece; UA ve CBS bünyesinde sayısal değerlendirmesi yapılan bu arkeolojik sit alanının daha önce sözü edilen disiplinler arası yöntemlerle çalışmasının yapılabileceği bir kez daha vurgulanmıştır.

1.1. Araştırmanın Amacı ve Konusu

Tarihi yapılar kapsamında yer alan arkeolojik sit alanları, tarihsel mekân ve kent olgusunun şekillenmesinde rol oynayan en önemli unsurlardan biridir (Aşlıoğlu ve

Memlük 2010). Söz konusu tarihi yapıların şekillenmesinde etkili olan unsurlar ise tarihsel süreç içinde kapsadığı dönem uygarlıklarının kültürü ve içinde yaşadıkları alan olarak ifade edilebilir (Erdoğan 2016). Türkiye; tarihi süreç içinde birçok farklı kültür ve inanışlara sahip uygarlıklara ev sahipliği yapmıştır. Bu yüzden ülke içerisinde bu medeniyetlerden miras kalan birçok kültürel esere rastlamak mümkündür. Günümüze kadar varlığını sürdüren bu eserlerin gelecek nesillere de aktarılması için belgelenmesi önem arz etmektedir (Yakar ve Mırdan, 2017). Bu sebeple; arkeolojik sit alanlarının dokümantasyonu, tanıtılması, fotogrametrik belgelenmesi ve modellerinin üretilmesi için çalışmalarının yapılması esastır.

Arkeolojik sit alanlarında kentte yer alan yapı unsurları ve bu çevrede gelişen mekânsal alanların analizlerinin oluşturulmasındaki en verimli ve etkili çalışmalar günümüz teknolojileri vasıtasıyla oluşturulmaktadır. CBS ve UA alanındaki teknolojik gelişmeler sayesinde söz konusu sit alanlarına yönelik birçok farklı teknik ve parametre kullanılarak hedeflenen sonuca ulaşmak daha da kolay bir hal almıştır. Ksanthos Antik Kenti'nin önemli bir tarihi değere sahip oluşu ve çalışma alanının konumu, tarihi, yapı unsurları; kent kimliğinin şekillenmesinde rol oynayan önemli parçalarındandır. Bu parçaların analiz edilmesi ve bölgenin modellenmesi; teknik perspektiflerle ele alındığında yapılan çalışmanın özgün niteliğini ortaya çıkarmaktadır.

Bu çalışmada; Ksanthos Antik Kenti'nde yer alan ve mekânsal oluşuma katkı sağlayan mimari yapılar ve kent içinde bu yapıların oluşturduğu kısım/mahalleler üzerinde durulmuş, bu mekân unsurları üzerindeki durum analizleri CBS ve UA ölçeğinde incelendiğinde kentin hangi unsurlarla daha çok bütünlük ve önem arz ettiğini saptamak amaçlanmıştır. Söz konusu bütünlüğü ve önemi tespit etmek için kentin dijital ortamdaki dokusu ele alınıp hedef çalışma yürütülmüştür. Arkeolojik yerleşim alanının mekâna ait özelliklerinin ortaya konulmasıyla, Ksanthos Antik Kent'ine yönelik çalışmalara yeni boyutlar ve bakış açıları kazandırmak amaç kapsamı dahilindedir. Gerçekleştirilen analizler sonucunda mekânsal veriler üretilerek CBS, UA ve yazılım dili yöntemlerinin arkeolojik çalışmalara entegrasyonunun ortaya çıkardığı sonuçların öneminin gösterilmesi hedeflenmektedir. Konu ile alakalı literatür taraması yapıldığında; benzer amaç ve metotlarda yapılmış olan çalışmaların oldukça sınırlı görülmesi; çalışmanın özgünlüğü ve yapılacak olan diğer çalışmalar için örnek oluşturması açısından önem ifade etmektedir.

1.2. Araştırmanın Problemleri

Günümüz bilimsel çalışmalarına bakıldığında çok yönlü bir çalışma sisteminin benimsendiği görülmektedir. Bu çok yönlülük; birden fazla disiplinin bir arada çalışmasına olanak sağlarken, diğer yandan da eğer bir sınır oluşturulmazsa çalışmaların amacı doğrultusundan çıkıp, büyük bir karmaşaya sebebiyet vermesidir. Bu karmaşanın giderilmesi için istenilen bilginin ne olduğu tam olarak belirlenip, hedefe yönelik soruların bir problem halinde ifade edilmesi gerekmektedir. Bu sorular doğrultusunda yapılan çalışmaların uygulama alanı daha da önem kazanıp, en verimli yoldan amaca ulaşım sağlanmaktadır.

Tarihsel mekânların analizi ve karşılaştırması sürecini disiplinler arası yöntemlerle ele alan bu çalışma; aşağıda belirlenen alt sorular çerçevesinde ele alınmıştır:

-Kente ait mekânsal unsurların önem derecesi sanal bir model üzerinden tespit edilebilir mi?

-Hava fotoğrafları üzerinden tekstür parametreleri aracılığıyla kentin doğrudan mekâna yönelik analizi yapılabilir mi?

-Benzer işlevlere sahip mekân ve mekânsal yapıların entropi değerlerinde aynı derecede düşüş gözlemlenebilir mi?

-Entropi yöntemine göre oluşturulmuş mekânsal analizde kentin bütünlüğünü en çok bozan mekânsal unsur tespit edilebilir mi?

-Görüntüden çıkarılan mekânsal unsurların; görüntüde kapladıkları alan büyüklükleri ile sonuç değerleri arasında doğru orantıda fark var mıdır?

-Görüntüdeki nesnelerin varlığı ve yokluğuna dair çıkan analiz sonuçlarının hem sosyolojik hem de istatistiksel gözle yorumlanması arasında ortak paydaya yönelik bir ilişki kurulabilir mi?

1.3. Araştırmanın Kapsamı

Mekânsal analiz, CBS ve UA kavramları birçok disiplinde çeşitli anlamlar bulmaktadır. Bu araştırma kapsamında ele alınan Ksanthos Antik Kenti'ne yönelik söz konusu kavramlar; kent ve kent kapsamında mevcut olan yapısal unsurlar olarak ayrı ayrı ele alınmış, CBS ve UA çalışmaları kapsamında bütünlüğü en çok bozan mekânsal alan ve yapılar GLCM-Entropi analiziyle saptanmaya çalışılmıştır. Analiz sonucu bağlamında mekânsal unsurların; değişkenlik gösteren entropi değerleri üzerinden değerlendirilip hangi mekânsal unsurun kent için önem ifade ettiği belirtilmiştir. Analiz doğruluk testi için yazılım dili ile gerçekleştirilmiş bir model üzerinden çıkan sonuçlar tekrar analize tabi tutulmuştur. Araştırmada, Ksanthos Antik Kenti'nin UA teknolojisi ile oluşturulmuş görüntüsü, yapılan mekânsal analizin doku parametrelerine atıf yapılarak çalışma kapsamına entegre edilmiştir.

1.4. Araştırmanın Hipotezi

Bilimsel araştırmalarda problem cümlelerin doğru seçilmesi; çalışmadaki olay ve olguları derinlemesine anlayabilme ve metodolojik olarak ilerleme sağlanmasına yardımcı olmaktadır. Hipotez cümlelerinin organize edilmesi ise araştırmadaki problem cümlelerinin netliği ve doğru bir şekilde sınırlandırılmış olmasıyla yakından ilişkilidir. Çalışmalarda seçilen problem cümleleri ve bu doğrultuda oluşturulan hipotezler ise araştırmanın nicel ve nitel araştırma kapsamına girmesiyle şekillendirilmektedir.

Nicel araştırmalar; objektif araştırma yani sayısal araştırma olarak bilinmektedir (URL-2). Nicel araştırma kapsamına giren bu tez çalışmasının hipotezleri de bu bağlamda oluşturulmuştur. Çalışmada; problem cümlelerine yönelik oluşturulan hipotezler sonucu istatistiksel veriler dahilinde hareket edilmiş ve çıkan sonuçlar literatür taramasıyla desteklenip, objektif olarak karşılaştırma yapılarak değerlendirilmiştir.

Bunlar doğrultusunda araştırmanın hipotezlerini;

-“Ksanthos Antik Kenti, Likya kentlerinin genel formuna uymaktadır.”

-“Ksanthos Antik Kenti bulunduğu topografik yapıya uygun bir yerleşim göstermektedir.”

-“Eşen Çayı, Ksanthos Antik Kenti’nin yer seçiminde ve tarihsel öneminde rol oynamıştır.”

-“Sosyal yaşam ve inanç sistemi, Ksanthos Antik Kenti mekansal yapılanmasına etki etmiştir.”

-“Entropi yöntemine göre yapılan mekânsal analizde kent için hangi yapı unsurunun önemli olduğu tespit edilebilir.”

Cümleleri oluşturmaktadır.



2. KAYNAK TARAMASI

Bu bölümde; tarihsel mekânların analizinde UA ve CBS yöntemlerinin uygulanabilirliğini ve önemini kavrayabilmek için temel kavramlar olan arkeolojik alan, tarihsel dokümantasyon/belgelendirme, tekstür parametreleri, entropi, YSA ve mekânsal analizlere dair yapılan çalışmalar incelenerek, çalışmaya yol gösterecek olan altlıkların oluşumu bilimsel kaynaklarla desteklenmiştir. Bu tez kapsamı dahiline yönelik yapılmış çalışma görüşleri aşağıda belirtildiği gibidir:

Günümüz gelişen teknolojisiyle beraber, disiplinler arası çalışmalarda 3 boyutlu modelleme ve tasarım çalışmaları günden güne önem kazanmaktadır. Bu çalışmalar, kentsel ve mimari tasarım uygulamalarında, restorasyon süreçlerinde, amaca yönelik haritaların hazırlanma aşamalarında ve internet ortamında mekânsal görünümler oluşturarak önemlilik arz etmektedir (Uzun ve Gül 2017).

Arkeolojik çalışmalarda, konuya hâkim olmayan kişilere yapılan çalışmayı anlatma gücüğü yaşanmaktadır. Söz konusu anlatım gücüğünü gidermek için görsel yollara başvurulurak birçok modelleme tekniğı kullanılabilir. Arkeolojik çalışmalar için önem ifade eden bu yöntem düşük maliyetli olup, sanal ortam kullanımında kolaylık sağlamaktadır (Topaloğlu 2010).

Son yıllarda CBS teknikleri ile sanal gerçeklik ve 3 Boyutlu modellemelerin kullanıldığı birçok uygulamaya rastlanmaktadır. Sanal şehirler ve 3 Boyutlu sokak haritaları; bu uygulamalardan önemli olanlarıdır. Oluşturulan modeller arasında gezinti ve uçuşlar yapılarak istenilen bölgenin farklı açılardan görüntülenebilmesi sağlanmaktadır. Bununla birlikte; seçilen objelere hareket kabiliyeti kazandırılarak çeşitli animasyonların da yapılabilmesi mümkündür (Tiryakioğlu vd. 2016).

Arkeolojik alanlarda bulunan yapıların belgelendirilmesi ve çizimleri restorasyon çalışmalarının en önemi parçalarından biridir. Arkeolojik yapıların ölçüm aşamalarında çoğu zaman klasik yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin kullanımı; ortaya çıkan sonuçların çoğu zaman hatalı çıkmasına ve yapılara dair analiz sonuçlarının olması gerekenden fazla bir hata payıyla neticelenmesine yol açmaktadır. Söz konusu yöntemlerden ziyade; hata paylarını önemli ölçüde yok eden dijital teknolojilerin kullanımıyla daha verimli sonuçlar elde edilebilmektedir. Güncel teknolojiye entegre edilmiş yersel tarayıcılar aracılığıyla; ilgili alanlara ait nokta bulutlarının birleştirilip, gerçeğe en yakın 3D modellenmesi yapılabilmektedir (Deniz vd. 2017).

Son yıllarda, UA ve CBS teknolojisi farklı disiplinler tarafından çok amaçlı olarak kullanılmaktadır. Bu teknolojilerin arkeoloji bilimine olan katkısı da önemli bir uygulama alanı oluşturmaktadır. Bu uygulamalarla; UA ve CBS ile geniş bir alanda kullanıcıların ihtiyacını karşılayacak şekilde çözümler üretilebilmektedir. Anadolu'nun birçok yerinde olduğu gibi Ege Bölgesi'nde de farklı uygarlıkların yaşadığı bilinmektedir. Bu bağlamda çalışma alanı olan Muğla ili Datça ilçesinde bulunan Knidos Antik Kenti'nde yaşamış medeniyetlerin, CBS teknolojileri vasıtasıyla söz konusu antik kentin iklim, topografya, çevre ilişkileri incelenerek bunlar arasındaki bağlantı bileşenleri haritacılık perspektifiyle kayıt altına alınması mümkündür. Ayrıca kente ait elde edilen mekânsal veriler sayısal ortamda işlenerek, bunun sayesinde sorgu ve kayıt işlemlerini hızlı ve verimli bir şekilde çözmek kolaylaşacaktır (Gümüş 2016).

Arkeolojik sit alanlarının, günümüzde kentsel, arkeolojik, doğal sit alanları gibi çeşitli koruma statüleri adı altında korunduğu görülmektedir. Koruma statülerine jeo-park, jeo-sit gibi yeni başlıkların eklenmesine yönelik öneriler de ayrıca önemlidir. İlgili çalışmada konu ile alakalı kaynaklar araştırılmış, koruma ve planlama başlıklarına yönelik varsayımlar incelenmiştir. Türkiye’den çalışma alanı olarak Nevşehir ili ve çevresindeki çeşitli arkeolojik yeraltı şehirleri üzerinden gözlemlere dayalı bir alan çalışması yürütülmüştür. Bunun sonucunda; ilgili alanlar yerinde incelenerek, özellikle koruma ve kullanım sorunları açısından mevcut durum gözlemlenerek çevresel ilişkileri ile araştırılmıştır (Kocalar 2018).

Antalya sınırları içerisinde bulunan ve arkeolojik açıdan büyük önem ifade eden Perge, Sillyon ve Aspendos alanları; kültürel peyzaj kavramı açısından oldukça önemli bir yere sahiptir. Bu alanların, uydu görüntüleme ve fotoğraflama tekniği kullanılarak peyzaj unsurlarına yönelik çalışmalarının yapılabilmesi mümkündür. Çalışmalar sonucu her bir peyzaj unsuruna numarataj sistemi uygulanarak söz konusu alanlar arasındaki yollar ve yeni rotalar belirlenip, yollar üzerindeki peyzaj değerleri incelenebilmektedir (Benliay vd. 2015).

Günümüz teknolojisi gelişimine bağlı olarak alternatif bir veri toplama teknolojisi olan İHA’ların, Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) ile alana yönelik ölçümlerle jeodezik çalışmaları yapılabilir. Bu yöntemler klasik yöntemlerle kıyaslandığında, yapılan çalışmaların maliyetini düşürerek, tehlike arz eden çalışma alanlarına ulaşımındaki sıkıntıyı en az indirgeyip daha verimli sonuçlar vermektedir. Aynı zamanda İHA kullanımı sadece coğrafi alanda değil, birçok farklı disiplini içeren çalışmalara da olanak sağlamaktadır. Böylece, İHA’ların sağladığı düşük maliyet, mekânsal çözünürlük, doğru ve hızlı veri gibi özelliklerinden farklı alanlar da yararlanabilmektedir (Polat vd. 2019).

Sayısal fotogrametri tekniği, tarihi kültürel mirasların belgelenmesinde kullanılan yöntemlerden biridir. Bunlardan biri olan yersel fotogrametri; uzak ve yakın mesafeli alanların üç boyutlu çizimlerin yapılmasına yardımcı olan bir yöntemdir. Çeşitli odak uzaklıklarına sahip kameralar sayesinde hedef noktaya gerekli yöneltmeler yapılarak, çekilen fotoğraf üzerinden üç boyutlu modeller üretilir. Diğer fotogrametri tekniklerinden biri olan hava fotogrametrisi ise; havadan çekilmiş resimler üzerinden değerlendirme yapar. Harita yapımındaki fotogrametrik çalışmalar, genel olarak hava fotogrametrisi üzerinden yapılır. Bunun nedeni; alana ait resimlerin yersel fotogrametri ile çekilmesi sonucunda yakın plan çekim yapılmasından ötürü genele ait detayların verilememesidir. Tam bu noktada hava fotogrametrisinin yani İHA teknolojisinin kullanımı maddi ve zaman olarak avantaj sağlamaktadır. İHA sayesinde proje alanının (Kızıl Kilise) etrafının 360° fotoğraflanması kullanıcıya büyük kolaylık sağlamaktadır (Ulvi vd. 2020).

Arkeolojik sit alanları, tarihsel süreç içinde birçok dönemin izini taşıyan medeniyetlerin kültür, yaşam biçimi ve çevre oluşumlarını yansıtan önemli alanlardan biridir. Buna dayanarak, arkeolojik alanlarını korumaya yönelik çalışmalar ile gelecek nesillere aktarılması gerekmektedir. Mezopotamya’nın önemli yerleşim alanlarından biri olan Şanlıurfa içinde yer alan Kızılkoyun Nekropolü arkeolojik sit alanına yönelik koruma planları yapılmış ve süreç içinde geleceğe yönelik uygulama adımları belirlenerek söz konusu alanla ilgili öneriler geliştirilmiştir (Tel ve Yüksel 2017).

Tarihi ve kültürel miraslar, bulunduğu bölgedeki iç turizmin gelişmesinde büyük rol oynamaktadır. Bağlı bulundukları kente ekonomik ve kültürel açıdan kalkınma desteğini sağlar, yerel kültürün canlanmasına önemli katkılarda bulunur. CBS aracılığıyla bu faktörlerin ön plana çıkarılması sağlanıp, analiz edilmesi mümkün kılınmaktadır. İdebessos Antik Kenti de bu değerler açısından önemli bir yere sahip olup, buraya ait CBS tabanlı doğa yürüyüş güzergahları belirlenebilir. CBS altyapısında oluşturulan uygun yürüyüş güzergahları sayesinde, o yöreye ait alternatif turizm potansiyeline katkı sağlanması öngörülmektedir (Selim ve Sönmez 2017).

Arkeolojik sit alanlarının doğal unsurları ile yapılarının arasındaki ilişki; kültürel peyzaj ve kentin kimliği açısından önemli bir faktördür. Bu alanların tasarımlarında özgün çalışılmalı, kentsel imajı bozmayacak şekilde destekleyici nitelikte olmalıdır (Erdoğan 2006).

Uzaktan algılamaya yönelik son gelişmeler; uydulardan elde edilen görüntülerin çözümlenmesi ve yorumlanması sürecinde yeni araştırma yolları geliştirmiştir. Yüksek çözünürlüklü uydu sensörleri aracılığıyla kaydedilen görüntüler ile çalışma yapılacak alana dair birçok detaylı bilgi elde edilebilmektedir. Sensörlerin algıladığı detaylar sayesinde görüntüdeki doğal ve yapay olan unsurların birbirinden ayırt edilmesi mümkün kılınmaktadır (Çölkesen ve Yomralıoğlu 2014).

Birçok arkeolojik sit alanı, insan eliyle ve doğa şartları gereği tahribata uğrayan alanlardır. Bu sebepten ötürü bu alanların vakit kaybetmeden belgelenmesi önem arz etmektedir. Kazı çalışmalarında ortaya çıkarılan unsurların korunması, tanımlanması ve gelecek çalışmalar için belgelenmesi gerekmektedir. İHA'ların düşük maliyetli, hızlı ve pratik olmasından ötürü bu tür uygulama alanlarına yönelik belgeleme çalışmalarının yapılması tercih sebebidir (Avdan vd. 2014).

Arkeolojik çalışmaların gerekliliği olarak; görsel anlam, uygulama alanı için büyük önem ifade etmektedir. Son dönemlerde, arkeolojik alan kapsamında çalışan araştırmacıların, elde ettikleri verileri görselleştirmek ve yorumlanmasını kolaylaştırmaya yönelik birçok bilgisayar programı kullanmaya başladığı görülmektedir. Bu programlar sayesinde, alana yönelik çekilen fotoğrafların, durum planlarının ve çizimlerinin kolaylaştırılması daha pratik bir hal almıştır. CBS sayesinde söz konusu verilerin, haritalarla anlamlandırılması ve sunulması sağlanmaktadır. Hazırlanan bu çalışmaların CBS ile desteklenmesi, arkeolojik çalışmalara yönelik çıktıların bir veri tabanı içerisinde kayıt alınmasına ve dijital arşivin oluşturmasına imkân tanımaktadır (Polat ve Polat 2020).

Arkeolojik araştırmalar; genel bir perspektifle incelendiğinde yapılan araştırma için yersel ölçüm tekniklerinin kullanımı, veri doğruluğu ve zaman açısından dezavantaj oluşturduğu bilinmektedir. Bu yüzden, UA yöntemlerinin bu alanlarda kullanılması söz konusu dezavantaj olan durumu kolaylığa çevirmektedir (Bobál vd. 2017).

Birçok çalışma alanını kapsayan ve hatta ihtiyaç duyulan veriler, çeşitli uygulamalarda hayat kurtarıcı rolü üstlenmiştir. Farklı boyutlardaki verilerin oluşturulması, fotogrametrik, radar ve termal yollar baz alınarak üretilip, sunuma hazır hale getirilmesi sağlanmaktadır (Harvey vd. 2017).

Tarihsel süreç içinde kültürel miras kapsamındaki yerler, çeşitli uygulamalara bağlı olarak birçok teknikten meydana gelen coğrafi verilerle ölçülebilir. Bu teknikler, karasal ve hava bazlı ölçümler, uydu görüntüleri ve lazer taraması (TLS) ile geniş alanlara yayılmaktadır. Bunlar sayesinde kültürel mirasa yönelik uygulamaların yapılması ve çalışmaların doğruluğunun saptanabilmesi kolaylaşmaktadır (Pagounis vd. 2016).

Mimari araştırmaların en önemli unsurunu oluşturan rekonstrüksiyon için, dijital kameralar, yüzey lazer tarayıcılar ve teodolit gibi farklı cihazlar kullanılabilir. Günümüzde, amaç doğrultusu kapsamında en güvenli ve hızlı sonucu veren bu yöntem sayesinde, söz konusu ortamın ayrıntılı dijital modelini oluşturmak mümkündür (Kuznetsova vd. 2015).

Günümüzde farklı mühendislik dallarının ihtiyaç duyduğu grafik bilgiler, tarihi alanlar ve kültürel miras sektöründe kullanılabilir. Bu şekilde; UA sayesinde oluşturulmuş 3D görüntülerin yaygın kullanımı, çalışılan nesnenin daha iyi görselleştirilebilmesini ve anlaşılmasını sağlamaktadır. Kültürel mirasın bir parçası olan kilise ve şapellerin 3D modellerinin elde edilmesi, tarihi koruma anlamında büyük katkı sağlamaktadır (Herban ve Vilceanu 2012).

Uzaktan algılama yöntemiyle elde edilen veriler birçok farklı kullanım alanına hizmet etmektedir. Eldeki kaynaklar ışığında uzaktan algılama ve CBS ile Türkiye’de yer alan toprak altı tarihi eser envanterlerinin eksiksiz olarak çıkarılması mümkün olan bir sistem olarak karşımıza çıkmaktadır. Böylece CBS ve UA yöntemlerinin arkeolojik alanların tespitinde kullanılabileceğini ifade etmek doğru olacaktır (Erbay 2018).

Son zamanlarda, CBS ve arkeolojinin jeo-uzamsal veri setleriyle beraber çalışması ve arkeologların bunlar sayesinde oluşturulmuş haritalardan faydalandığı şüphesiz bir gerçektir. CBS ve arkeoloji, disiplini gereği uzamsal alanlardır ve CBS bu alanlara dolaylı ya da doğrudan katkı sağlamaktadır (Rissetto 2017).

Koruma alanlarının bilimsel araştırmalar kapsamında; çevresel hizmetlerinin sürdürülebilirliği, doğal ve kültürel özelliklerinin korunması olarak görev nitelikleri vardır. Bu alanlara yönelik yapılan çalışmaların geleceğe yönelik modern bir bakış açısıyla ele alınıp, ilgili alana yönelik koruma ve kullanma stratejilerine dahil edilmesi gerekmektedir. Koruma alanlarına dair bu bakış açısında insan merkezli yaklaşımın ön planda olduğu görülmektedir. Böylece; korunan alanların sürdürülebilirliğinde, insanların söz konusu olan mekânlara bakış açısıyla ve bu mekânları nasıl algıladığıyla ilgili görüşlerin payı söz konusudur (Ertürk vd. 2017).

Uzaktan algılama ve CBS yazılımları sayesinde çok çeşitli arkeoloji uygulamalarında tahmine dayalı modeller oluşturulmaktadır. Bu yazılımların arkeolojik sit alanlarının tahmini için kullanıldığı ilgili çalışmada, birçok gözlem ve ölçüme dayalı süreçlerden geçilerek ilişkisel kombinasyonların oluşturulması amaçlanarak UA ve CBS tekniklerinin arkeolojik veriler üzerindeki önemi gözlemlenmiştir (Nsanziyera vd. 2018).

Son yıllarda sensör teknolojisindeki yer ve hava verileri sayesinde arkeolojik çalışmalara dair kullanılabilir görüntüleme sistemleri oluşturulabilmektedir. Tarih öncesi ve dönemi henüz tespit edilememiş yapıların uydu görüntüleri ve hava fotoğrafları

üzerinden işlenmesi, yersel tespitlere göre çok daha kullanışlı bir yoldur (Kaimaris vd. 2012).

Çağımızın en büyük gelişmelerinden biri olan uydu görüntüleri sayesinde, baz alınan nesnenin istenilen elektromanyetik spektrum aralıkları detaylandırılabilir düzeyde ölçülebilmektedir. Uydu alanındaki son teknolojiler büyük gelişme göstererek günümüzde, kıyı bazlı ölçümlerin yapılmasını ve doku analizleriyle kıyı dokusunun matematiksel olarak yorumlanarak tekstür parametrelerinin önemini açığa çıkarılması sağlanabilmektedir (Alparslan vd. 2004).

Kent dokusunun çevresel sonuçlarını araştırmaya ve geometrik parametrelerini ölçmeye yönelik raster tabanlı modeller ve yazılım algoritmaları kullanılarak yeni yöntemler geliştirilmiştir. Böylece; kentsel dokuların oluşturulması ve hücre bazda birleştirilmesine olanak sağlanmıştır. Çalışma alanı tarandığında ortaya çıkan ikili görüntü sayesinde; kent dokusunun pikseller üzerinden yorumlanması mümkün kılınmaktadır. Bu duruma yükseklik bilgisi de dahil edildiğinde SYM elde edilir ve her pikselin kentsel yüzey seviyesiyle orantılı gri seviyeye olduğu açıklanabilir (Ratti and Richens 1999).

Cadde ve sokak bağlantıları, bir şehrin ulaşım dinamiklerini belirli bir mekânsal mantığa göre düzenler ve sınırlandırır. Böylece bu bağlantılar, şehrin mekânsal mantığını ve düzeninin tanımlanmasına yardımcı olur. Entropi ölçümleri, bir şehrin sokak düzenini ve düzensizliğini ortaya çıkarır. Ağ oryantasyon entropisi ile; bu cadde ve sokakların dolambaçlılığı ve bağlılığı ölçülebilir (Boeing 2019).

Uydu verileri kullanarak yüksek çözünürlüklü görüntüler aracılığıyla arazi desenlerini otomatik olarak ayırt etme olasılıkları hesaplanabilir. Bu sayede uydu görüntüleri üzerinden tekstür analizleri uygulanıp, kentsel dağılım ve diğer unsurların haritalanması mümkün kılınmaktadır (Pesaresi 2000).

Kentsel alanlar, insan-çevre etkileşimi sonucu ortaya çıkan karmaşık karakterdeki alanlardır. Nesne tabanlı görüntü analizi ile homojen dağıtım işlemli yapılar kentsel alanlardaki karmaşıklığın giderilmesi sağlanabilmektedir. Definiens programı sayesinde çoklu çözünürlük segmentasyonu işlemi yapılarak söz konusu homojen dağıtım yapılabilir. Böylece; ilgili alana yönelik uydu görüntüsü aracılığıyla yalnızca piksel değerleri ile değil, şekil ve dokusuyla alakalı çeşitliliğin ortaya çıkarılması çalışmaları yapılabilmektedir (Kupková vd. 2010).

Entropi, bir sistemdeki elemanların mikroskobik davranışlarını makroskopik unsurlarıyla gösteren bir kavramdır. Bu yöntem; şehirlerin oluşumuyla alakalı çalışmalarda kullanılabilmektedir. Bunun için çok ölçekli çalışma yöntemiyle birbirine bağlı alanlarla farklı yerler arasındaki ilişkiyi şehirler için entropi üzerinden analiz edebilmek ve yorumlamak mümkün olmaktadır. Bu yöntemle beraber; istatistiksel entropi ölçümüyle karmaşık şehirlerin anlaşılması tutarlı bir şekilde formüle edilebilmektedir (Barner vd. 2017).

Fraktal boyut kavramının temellerini entropi oluşturmaktadır. Bu kavramın genelleştirilmiş hali olan genelleştirilmiş fraktal boyut; Renyi entropisi tarafından geliştirilmiştir. Fraktal boyut kavramını baz alarak kentsel büyüme tanımlanabilir,

mekânsal karmaşıklık biçimlendirilebilir. Bu sayede kentsel alan çalışmalarında entropi temelli çalışmalar yürütülerek; ilgili çalışma istenilen amaçta karakterize edilebilir (Chen 2020).

Bilimsel araştırmalarda uygulanan entropisel yaklaşım, kentlerin morfolojik oluşumlarının yorumlanabilmesi amacıyla coğrafi ve mekânsal unsurların belirli ölçeklerde değerlendirilmesini sağlamaktadır. Entropi dahilinde elde edilen veriler; kentlerin birbirleri ile olan ilişkisel tanımlarına dayanarak daha anlamlı ve doğru bilgiler verir. Entropi yöntemi kullanılarak CBS tabanlı veriler organize edilip, amaca yönelik haritaların çıkarılması ve konu kapsamı dahilinde izlenen metodun uygulanabilirliği sağlanabilmektedir (Ekinoglu vd. 2017).

Çeşitlilik anlamı; görsel açıdan ifade edildiğinde farklılık ve zenginlik anlamlarına karşılık gelmektedir. Bu çeşitlilik uygulama alanına dahil edildiğinde, kent açısından; o kenti oluşturan silüet, kent öğeleri ve zaman katmanı üzerinden ölçümler yapılabilmektedir. Böylece; kentler üzerinden yapılan çalışmalarda kenti estetik açıdan yorumlamak entropi yöntemi ile sağlanabilmektedir. Sonuç olarak; kentlerin estetiksel değerlendirilmesinde entropi sayesinde değerlendirilen ölçütlerin birbirleriyle olan ilişkisi sorgulanabilir düzeye getirilebilmektedir (Bostancı 2008).

Şehirler gibi karmaşık organizasyonların; sürdürülebilirlik açısından değerlendirilebilmesi için fiziksel yasal ve yaklaşımlar kavramları baz alınarak yola çıkılmalıdır. Termodinamiğin 2.yasası olan entropi; uygulama alanı olarak bu karmaşanın/ düzensizliğin karşılık bulduğu bir kavramdır. Bu yöntemle; şehirlerin karmaşık ve düzen ilişkisi arasındaki geçişi hesaplanıp, sürdürülebilir kentler adına yapılan çalışmaların fonksiyonel anlamdaki tanımı yapılabilir (Marchettini vd. 2006).

Kentleşme; sanayi, modernizm ve küreselleşmeyle bağlantılı olarak sürekli değişen ve gelişen bir kavramdır. Buna bağlı olarak kentlerde ciddi anlamda çevresel sorunlar seyredip, bulundukları toplumlar adına endişe yaratmaktadır. Diğer yandan nüfus artışı, arazi kullanımı gibi durumların da kenti birçok yönden etkilediği ortadadır. Tüm bu gelişmeler ve değişimler, uydu görüntüleri sayesinde tespit edilip, izleme çalışmaları yürütülebilir. Söz konusu unsurlara bağlı değişimlerin UA yöntemleriyle haritalandırılması yapıp görsel açıdan çalışmaları yorumlamaya imkân tanımaktadır (Garouani vd. 2017).

Tekstür kavramının bilgisayar ortamındaki işlem sürecinde grafiksel olarak yorumlanmasının önemli bir yeri vardır. Özellikle, uzaktan algılanmış görüntülerin kullanıcılar tarafından istenilen özelliklere yorumlanabilmesi tekstür kavramı sayesinde olmaktadır. Bu yöntemle yapılmış olan çalışmalar, birçok uygulama için kolaylık oluşturup, eksiklik ve hataların doğru yollarla giderilmesini sağlamaktadır (Haralick ve Yokoyama 1979).

Görüntü işleme teknikleri, günümüz teknolojisiyle geliştirilmiş olan bilgisayar bilimine önemli derecede katkı sağlayan konularından biridir. İşleme tabi tutulacak görüntü, dijital platformda analiz edilerek başta UA ve CBS teknolojisi olmak üzere birçok alanda kullanım imkânı vermektedir (Eldem vd. 2017).

Yapay zekâ uygulamaları, başta mühendislik alanı olmak üzere birçok disiplini içine alan bir yöntemdir. Görüntü işleme ve yapay zekâ ile oluşturulmuş model üzerinden birçok görüntüye ait analizler yapılabilmektedir. Bu akıllı sistemler ile görüntülerin dijital ortamda işlenmesi, matematiksel olarak birçok ifade yöntemini ortaya çıkarıp, kullanıcıya yorumlama avantajı sunmaktadır (Çankaya vd. 2013).

Görüntü işleme, bilgisayar sistemleriyle bütünleşmiş bir çalışma yöntemidir. Görüntünün dijital ortamda sayısallaştırılarak tekstür nitelikleri ortaya çıkartılıp, haritacılık başta olmak üzere farklı disiplinlerde kullanıldığı herkesçe bilinmektedir. Bu yöntemle detaylı işlemler yapılarak, ilgili görüntülerin her biri farklı bakış açılarıyla incelenmektedir (Samtaş ve Gülesin 2011).

Yapay Sinir Ağları, insan beyninin çalışma kabiliyetini sanal ortama aktarma becerisini ifade etmektedir. Ekonomik kalkınma tahminleri, sağlık sektörü analizleri, turizm, mühendislik ve coğrafya gibi sayısız alandaki çalışmaların sorularına yanıt olabilmektedir (Yurtoğlu 2005).

Uzaktan algılanmış görüntülerde, etiket bazlı eğitim verisi eksikliği önemli problemlerden biridir. Yüksek çözünürlüklü UA görüntülerinde, etiketli eğitim verisinin kullanıcıya sunulması için Derin Öğrenme (Deep Learning) tabanlı bir veri seti hazırlanabilir. Derin Öğrenme tabanlı hazırlanan bu platformla, aynı anda farklı kullanıcının faal olmasına imkân verilebilmektedir (Saralioğlu ve Güngör 2020).

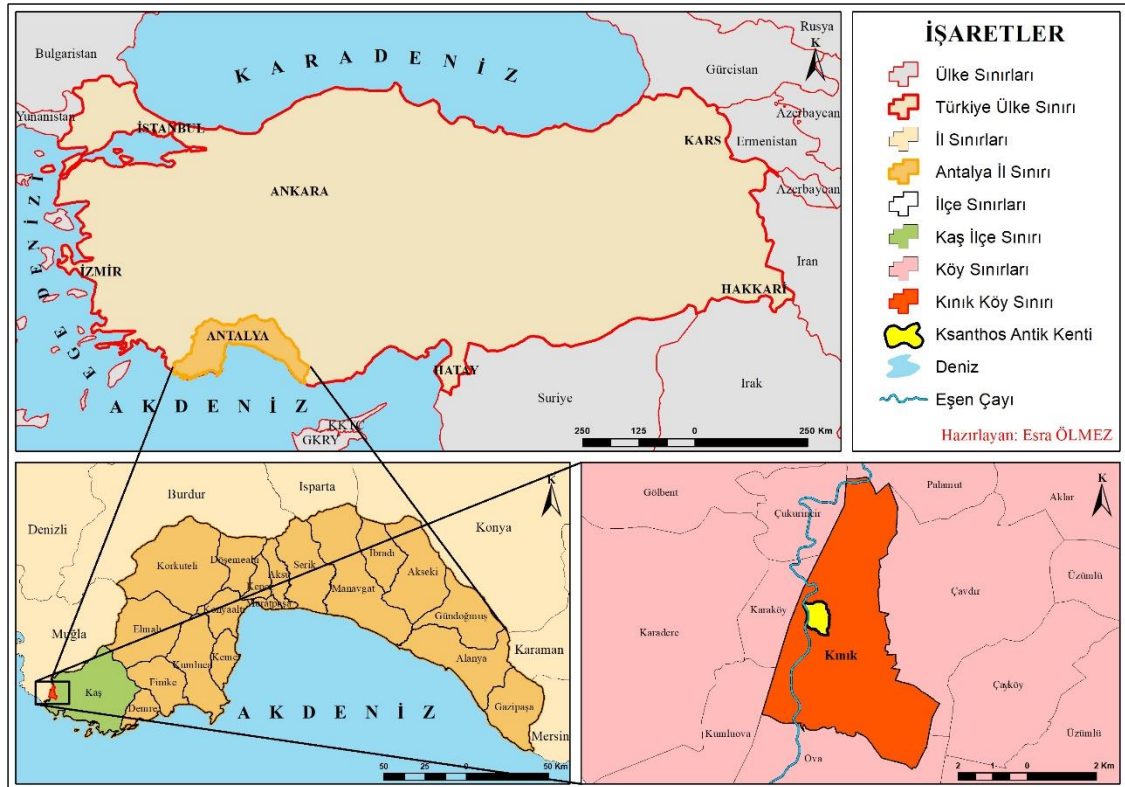
3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Bu çalışmada ana materyal olarak; Ksanthos Antik Kenti'nin coğrafi konumu, jeomorfolojisi, toprak özellikleri, iklim ve bitki örtüsü, tarihçesi, sosyo-kültürel yapısı ve kentin mekânsal yapıları açıklanmış, ulaşılmak istenen hedefe bu bilgiler doğrultusunda zemin hazırlanmıştır.

3.1.1. Çalışma Sahasının Konumu

Eşen Çayı aracılığı ile taşınan alüvyonlar; antik dönemlerde Likya bölgesi olarak bilinen Teke yarımadasının güneybatısında yer alan Eşen delta ovasını oluşturmuştur. Bu delta ovası ve çevresinde bulunan diğer antik kentlerin arasında yer alan Ksanthos Antik Kenti; delta ovasının kuzeyinde Kınık Boğazı'nın doğusundaki alçak sırta yer alır (Öner ve Vardar 2018). Ksanthos Antik Kenti; Antalya'nın Kaş ilçesindeki Kınık köyünde yer almakta olup, güneyinde Akdeniz, batısında Pydna Kalesi ve doğusunda Patara kenti ile sınırlandırılmış önemli bir alanı kapsamaktadır. Coğrafi konum olarak 36° 21' Kuzey enlemi, 29° 19' Doğu boylamı üzerinde yer almaktadır. Çalışma sahasını farklı yapı ve karakterdeki tarihi ve arkeolojik yapılar, günümüzde Eşen Çayı olarak adlandırılan Ksanthos Irmağı oluşturmaktadır (des Courtils 2003) (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Çalışma sahası konum haritası

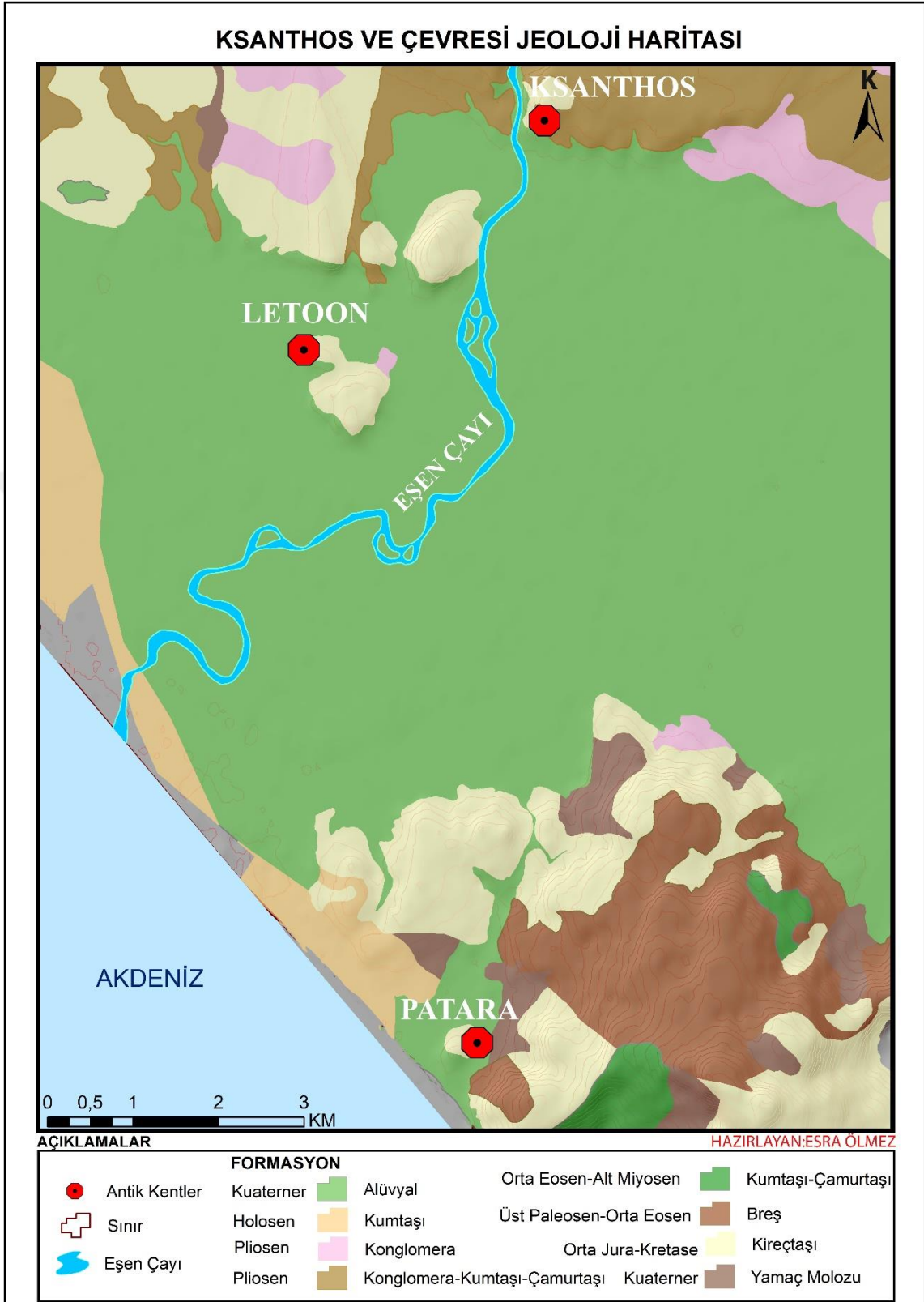
Kent; Ksanthos çayının biraz daha kuzeyine ve yer aldığı bölgedeki ovaya hâkim olacak şekilde tepelerin üstüne kurulmuştur. Batısında yer alan surların varlığıyla dikkat çekerek, kayalık tepeye kurulu Likya Akropolü ile daha kuzeyinde yer alan Roma akropolü arasında gelişim göstermiştir. Bu alanlar içerisinde evler, tapınak ve Likya akropolünün kuzeyinde yer alan Roma Dönemi Tiyatrosu bulunmaktadır (Sevin 2016) (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Ksanthos kent canlandırması kuzeyden görünüm (des Courtils 2003)

3.1.2. Jeomorfolojik Özellikler

Likya bölgesi, güneyinde çok sayıda Akdeniz koylarının varlığı ve kuzeyinde ise yüksekliği 3000 metreyi aşan Akdağlar ve Beydağlar ile sınırlı Teke Yarımadası'nda yer almaktadır. Oldukça engebeli bir yapıya sahip olan bölgedeki dağlar iç kısımlara kadar devam edip, kuzeyde Göller Yöresi'ne kadar uzanmaktadır (Akşit 1967). Kuzey-Güney yönünde ilerleyen Ksanthos ve Limyros vadileri arasında yükseklikleri 500 ile 1200 m arasında değişen karstik oluşum dağları ile bu kolların oluşturduğu ovaların varlığı; Likya bölgesinin orta kesimini oldukça geniş tutmaktadır. Eşen Çayı'nın iki kolunda yer alan vadi; orta Likya ile Kragos Dağları sınırında kalan batı Likya'yı gözle görülür şekilde ayırmaktadır. Eşen Çayı, tektonik bir grabene yerleşerek, kaynağını Çal ve Kızılca Dağları'ndan almaktadır. Bol miktarda alüvyon taşıyan Eşen Çayı, kaynak bölgesinde berrak olarak aldığı suyu, taşıdığı alüvyonlarla beraber çamurlu ve sarı renge dönüştürmektedir. Eşen Çayı grabenini oluşturan katmanlar; farklı yaş ve litolojideki kayalardan meydana gelmektedir. Bölgenin kuzey kesiminde karbonatlı kayalardan meydana gelen kütlelerin varlığı göze çarpmaktadır (Colin 1962; Şenel 1997; Şengör ve Yılmaz 1981; Robertson ve Dixon 1984; Öner ve Akbulut 2015).



Şekil 3.4. Ksanthos ve çevresi jeoloji haritası



Şekil 3.5. Eşen Çayı, Ksanthos Antik Kenti Likya Akropolü'nden görünüm



Şekil 3.6. Eşen Ovası gelişimi ilk evreler (Öner 1995; Atalay ve Mortan 2011)

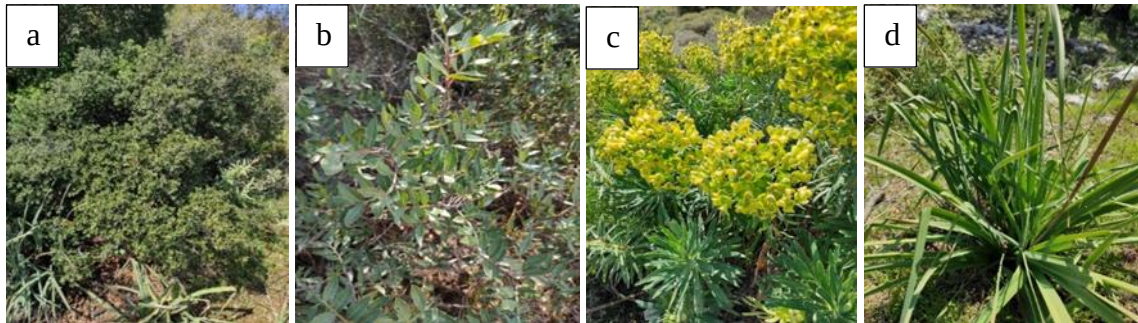
kuzeybatıdan güneydoğuya doğru esen rüzgar, kıyı kesimde güneybatıdan kuzeydoğuya doğru yön almaktadır (Atalay ve Mortan 2011).

Akdeniz iklim koşullarına istinaden bölgeye hakim bitki örtüsüne genel olarak bakıldığında; kızılçam ormanları, ülkemizde en sık görülen ve nemli sahalarda yumuşak killi şistler ve kireçtaşları üzerinde baskınlık göstermektedir. Alçak düzlüklerde maki (çalı) vejetasyonu görülmektedir. Bölgede görülen maki topluluklarının başlıcaları şunlardır; kermes meşesi (*Quercus coccifera*), yabani zeytin (*Olea europea*), sandal (*Arbutus andrachne*), defne (*Laurus nobilis*), keçi boynuzu (*Ceratonia siliqua*). Kermes meşesi, Akdeniz Bölgesi'nde çok sık ve özellikle Akdeniz depresyonlarının kenarlarında görülmektedir. Her daim yeşilliğini koruyan kermes meşesi, tipik Akdeniz iklim koşullarını sağlayan alanların temsili niteliğindeki çalı topluluğudur. Yabani zeytine sahil kesiminde oldukça sık rastlanırken, sandal ise yine aynı şekilde sahil kesiminde kendini gösterip yüksek kesimlere doğru daha da artış göstermektedir. Keçi boynuzu nemin fazla olduğu sahalarda yetişmekteyken, defne ise yaz ve kış dönemlerinde yaprak dökmeyerek yıl boyu yeşil yapraklı olarak kalıp, sıcaklığı sevmektedir. Aynı zamanda hoş kokusundan ötürü birçok gıda, kozmetik ve ilaç sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır. Ormanlara bakıldığında ise; bölgeye karaçam (*Pinus nigra*), göknar (*Abies cilicica*), sedir (*Cedrus libani*), ardıç (*Juniperus*), meşe ormanları ve kayın (*Fagus orientalis*) ormanları hakimdir. Karaçam 1200-2000 m arasında Toros Dağları'nda yer alıp, İç Anadolu'ya doğru yönelim göstermektedir. Karaçam ve sedir ormanları kıyaslandığında; karaçamların sedire göre daha iç kısımları tercih ettiği görülmektedir. Göknarlar; daha çok kuzeye bakan yamaçlarda ve sedir ile karaçam ormanlarının arasında yetişmektedir. Sedir ormanları; kireçtaşı, kuvarsit ve şist gibi ana materyaller üzerinde aşırı nemden uzak, rüzgarlı yamaçlarda yetişen orman topluluğudur. Ardıç ormanları Toros Dağları'nda yaygın olarak görülüyorken, meşe ormanları genellikle nemli ortamları tercih etmektedir. Son olarak kayın ormanları ise yüksekliği 1900 metreye kadar ulaşan sahalara kadar görülüp, birçok ağaç ve ağaççık türleriyle karışık vaziyette bulunmaktadır. Bunlar haricinde bölgede yetişen ot toplulukları ise; sütlegen (*Euphorbia*), kekik (*Thymus*), adaçayı (*Salvia*) ve kirpi dikenini (*Acantholimon*) olarak sıralanmaktadır (Atalay ve Mortan 2011; Avcı 2012; Sevin 2016).

Ksanthos bölgesinin ılıman iklim koşullarında sunduğu bitki örtüsünün karakterizasyonu da bu çerçevede şekillenmiştir. Kızılçam ve maki yönünden zenginlik gösteren kent ve çevresinde (Şekil 3.8) aynı zamanda Akdeniz iklimine özgü kermes meşesi (*Quercus coccifera*), sakız ağacı (*Pistacia lentiscus*), Akdeniz Bölgesi'ne has sütlegen (*Euphorbia characias*) ve çiriş otu türleri (*Asphodelus sp.*) yetişmektedir (Şekil 3.9).



Şekil 3.8. Ksanthos Antik Kenti bitki örtüsü; **a)** kuzeyden görünüm; **b)** güneyden görünüm



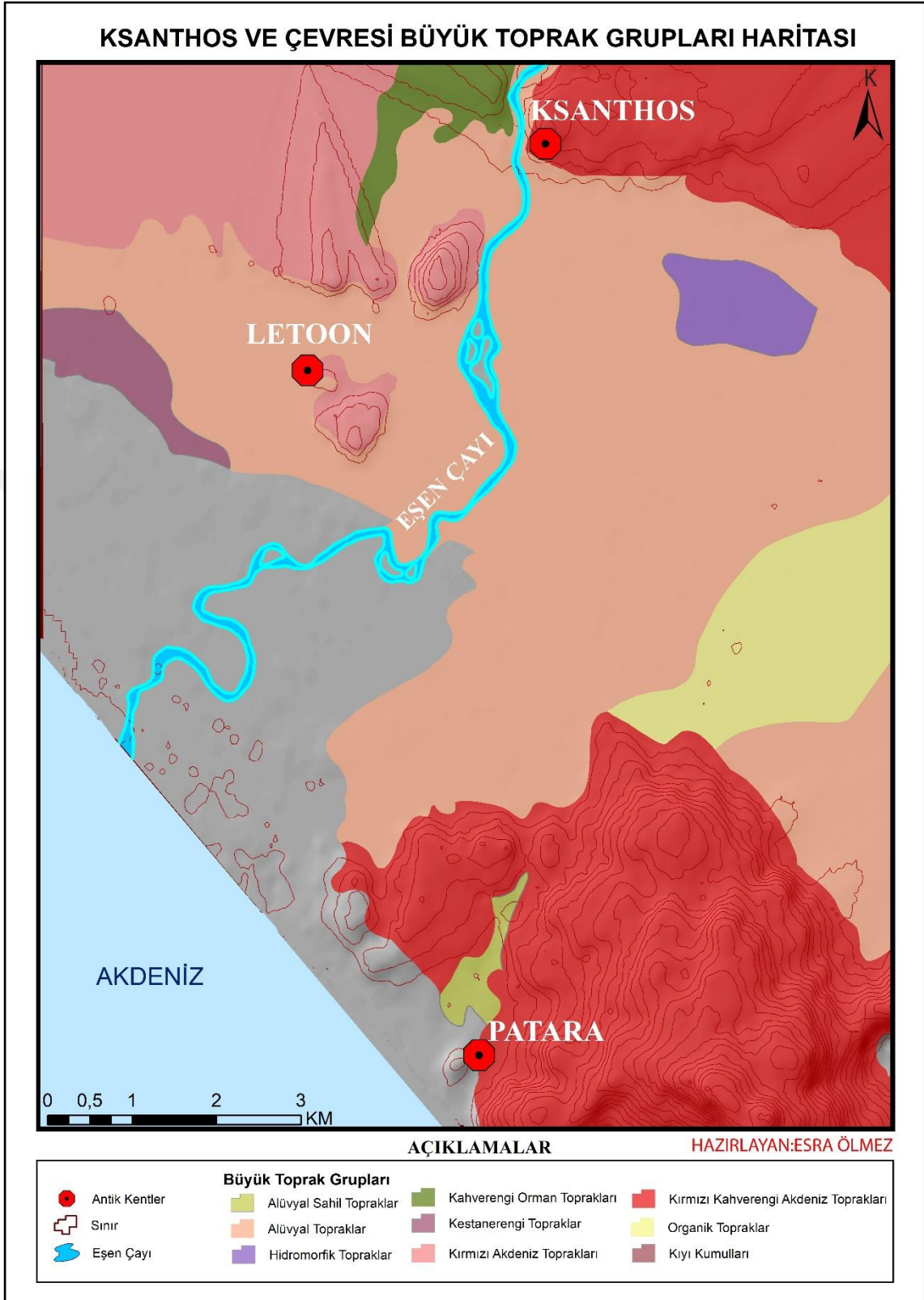
Şekil 3.9. Ksanthos Antik Kenti bitki türleri; **a)** *Quercus coccifera*; **b)** *Pistacia lentiscus*; **c)** *Euphorbia characias*; **d)** *Asphodelus* sp.

3.1.4. Toprak Özellikleri

Teke Bölgesi; sık dağlarının varlığı ile oldukça engebeli bir yapıya sahiptir. Kuzey- Güney yönünde uzanan dağlar arasındaki bir kolu Ksanthos vadisine uzanan Likya, geniş bir alanı ifade etmektedir. Bölgenin doğusunda ve batısında aniden yükselen dağların varlığı, oldukça keskin sarp kayalıkları meydana getirmektedir. Eşen Çayı vadisinin oluşturduğu geçitle beraber bölgenin güneyi ayrılmaktadır. Çalışma alanının toprak özellikleri; bölgenin topoğrafyası, iklimi ve bitki örtüsüne bağlı olarak oluşum göstermektedir. Bu sebepten ötürü küçük ölçekli sahalarda dahi çeşitli toprak oluşumları görülebilmektedir. Yeryüzünü ince bir tabaka halinde kaplayan ve ana kayadaki değişimlerden ötürü meydana gelen organik maddelerin karışımıyla oluşan toprak; yaşam için en az hava ve su kadar önemli bir yere sahiptir (Tanoğlu 2015).

Akdeniz Bölgesi iklim şartları etrafında şekillenmiş topraklar; kırmızı renkli Akdeniz topraklar yani terra-rosalar ile kestane renkli topraklardır. Kırmızı renkli Akdeniz toprakları düz ve düze yakın kesimlerde görülmektedir (Şahin vd. 2005). Bu toprakların dağılım gösterdiği ana alanlar ise kireçtaşlarının bulunduğu alanlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Kireçtaşına bağlı topraklar, taşta bulunan kil miktarı ve tabakalardaki eğim miktarına göre değişim göstermektedir. Kestane renkli topraklar, yarı kurak yarı nemli alanlarda bulunarak, topraktaki kireç yoğunluğuna bağlı birikim göstermektedir. Rengini, üst tabakadaki organik madde birikimi sonucu ortaya çıkan renkten almaktadır. İntrazonal topraklar, ana materyala ait birçok fiziksel ve kimyasal özellikleri içermektedir. İntrazonal toprak grubuna giren rendzina toprakları, yumuşak kireçtaşı üzerinde oluşum göstermektedir. Topraktaki kil miktarının fazla olmasının getirisi olarak organik madde bakımından oldukça zengin içeriğe sahiptir. Alüvyal topraklar ise; Asi, Çukurova ve Göksu deltalarının yanı sıra Eşen deltası civarında yer almaktadır. En verimli toprak tipleri arasında yer alan alüvyal topraklar, geçirgenliği yüksek ve mineral bakımından oldukça zengin topraklardır. Kolüvyal topraklar ise Toros Dağları eteklerinde çakıllı ve kumlu alanlarda görülmektedir (Şahin vd. 2005; Atalay 2011; Gökdemir 2018).

Çalışma sahası 2 ana toprak grubunu barındırmaktadır (Şekil 3.10). Saha sınırları içinde bulunan toprak grupları; alüvyal topraklar ve kırmızı kahverengi Akdeniz toprakları olarak saptanmıştır. Eşen Çayı aracılığıyla taşınan alüvyanların ve oluşturduğu delta ovası sayesinde kentin özellikle Eşen Çayı civarındaki kısımlarında alüvyal topraklar görülmektedir. Yerleşmeyi; Likya Akropolü'nün doğusundan itibaren kırmızı kahverengi Akdeniz toprakları oluşturmaktadır.



Şekil 3.10. Ksanthos ve çevresi toprak haritası

3.1.5. Tarihçe

Geçmişe ait medeniyetlerin kökeninin ve varoluşsal unsurlarının tanımlanmasında mitolojik hikayelere değinmek; söz konusu medeniyetlerin kültürel açıdan toplumsal kimliklerinin pekiştirilmesini ve soyağacı kavramını çok yönlü açıdan ele alınmasını desteklemek adına önemli bir yere sahiptir. Yerleşim alanlarına dair yapılan mitolojik söylenceler; o alandaki şehirlerin nasıl kurulduğunu ve alana adını veren kurucu kahramanların kim olduğunu açığa çıkararak, köken ve kuruluş temalı kavramların ön plana çıkmasını sağlamaktadır. Son yıllarda; adına en çok araştırma yapılan yerleşim sahalarından biri olan Likya bölgesi ve bu bölgede yer alan, aynı zamanda bu çalışmanın sahasını oluşturan Ksanthos için de mitolojik söylenceler mevcuttur. Likya Bölgesi'nde yaşayan halk için sırasıyla "Termilai/Tremileis" ve sonrasında "Likyalılar" denildiğini söyleyen efsaneye göre bu isimlerin varoluşunu; Tremiles adlı kurucu kahramanın evlenmesi sonucu dünyaya gelen Tloos, Ksanthos, Pinaros ve Kragos isimli dört oğluyla ilişkilendirmektedir. Bu dört çocukta üçünün Ksanthos Vadisi'nde yer alan antik kentleri ifade ederken, Kragos isimli olanın bugünkü Akdağlar'ı temsil ettiği söylenmektedir. Herodotos'a göre ise burada yaşayan topluluğa önce "Termilalılar" denilmiş fakat daha sonra Atinalı Lykos'un Termila'ya yerleşerek bu alanda hakimiyet kurması sonucu "Likyalılar" ismi türemiştir (Meyer 2020). Her ne kadar bu söylencelerin gerçeklik payı sorgulansa da yapılan araştırmalara göre Herodotos'un bu ve bunun gibi görüşlerini tam anlamıyla saf dışı bırakmayan kanıtları bulunmuş, medeniyetlere dair kökenlerin anlam kazandırılmasına yardımcı olunmuştur (des Courtils 2003).

Likya; tarihsel süreç içinde birçok farklı medeniyeti bünyesinde barındırarak varlığını adeta bir kültür bölgesi olarak devam ettirmiştir. Ksanthos için Tarih Öncesi Dönem'e dair araştırmalar yapıldığında, o dönemlere ait birkaç parça eser bulunsa da bunun bir rastlantısalı ifade ettiğini, o bölgedeki insan topluluklarına dair somut olarak bir şey bilinmediği ifade edilmiştir. Bronz Çağı'na gelindiğinde; Ksanthos Kenti'nde ve o bölgeye dair herhangi bir kanıt bulunamamıştır. Birçok Hitit metni incelendiğinde Anadolu'da yaşayan Lukka isimli topluluğun varlığı gözümüze çarpmaktadır. Son dönem çalışmaları ışığında Geç Bronz Dönemi'nde Hititlilere ait yazılı metinde bu bölgedeki 3 kentten bahsedilip, Ksanthos'un Likya dilinde "Arinna" olarak ifade edildiği görülmüştür ancak yine de yapılan kazı çalışmalarında bu döneme ait bir kanıt bulunamamıştır (des Courtils 2003).

Tarihte yer alan her toplumun yaptığı gibi Likya Bölgesi'nde de olası bir savaş durumu için alınan önlemler vardır. Likya bölgesinde kalan yerleşimler kendilerini savaş dönemi gibi zor zamanlarda korumak için birlik oluşturmuştur. Oluşturulan birlik içinden seçilen başkent ise Ksanthos Kenti'dir. Arkaik ve Klasik Dönem'e ait kaynaklar; M.Ö. 545-546 yıllarında Persler tarafından Ksanthos'a birlik ordusunun gönderildiğini, bu durum karşısında Ksanthos halkının savaşa boyun eğmemek adına kadınları, çocukları ve tüm mal varlıklarını ateşe verip topluca intihar ederek tarihin en acılı anlarından birine tanıklık ettiğini belirtir. Yaşanan bu acı olay üstüne bir yenisi daha eklenerek, M.Ö. 475-450 yılları arasında Ksanthos bu sefer de büyük bir yangın felaketi ile mücadele etmek zorunda kalmıştır (Sevin 2016).

Büyük İskender'in Anadolu'yu işgalinden sonra Hellenistik Dönem'in başlangıcıyla; Likya kentlerinin Arkaik Dönem'den sonra Hellen tipi kentlere yani "polis"lere dönüştüğü görülmektedir. Söz konusu kentlerde bağımsızlık gücünün ön

planda olması bilinirken; halkın meclislerde tartışma ve karar verme gibi yetkilerinin olması dikkat çekmektedir. Uzun süren iç çalkantılar sonucu Roma Senatosu'nun aldığı kararla Rodos'tan bağımsızlığını kazanan Likya'da; siyasi ve askeri ittifak bütünlüğünü oluşturmak amaçlı Likya Birliği kurulmuştur. Bu birlikte her kente ait temsilciler belirlenip meclise katılımın sağlandığı ve Ksanthos, Likya Birliği döneminde 6 büyük kentten biri olduğu için meclise 3 temsilcinin gönderildiği ve 3 oy hakkına sahip olduğu bilinmektedir. Ksanthos dahil söz konusu 6 büyük kent; Patara, Olympos, Myra, Pınara, Tlos kentleridir. Likya Birliği zamanla Roma yönetiminin etkisiyle değişime uğramış, Likya başkenti Patara olarak kabul edilmiştir. Ksanthos'un bu gücünü devretmesi, yaşadığı travmatik geçmişinin bıraktığı etkisi olarak değerlendirilmektedir (Schuler 2020).

Roma Dönemi kapsamlı olarak ele alındığında; genel olarak ekonomik ve huzur açısından daha rahat bir ortamın varlığı söz konusudur. Ksanthos'ta yer alan Roma Dönemi yapılarının varlığı bu durumu destekler konumdadır. İlerleyen süreçte kent; Likya'nın gözdesi haline gelmiştir. Kentin yapıları dönemsel olarak hasara uğrayarak tadilat geçirmiştir fakat zamanla gerekli ilgi diğer kentlere kayarak; Ksanthos Kenti, önemini yavaş yavaş yitirmeye başlamıştır (de Courtils 2003; İplikçioğlu 2020).

Bizans Dönemi'nde Hristiyanlık dinini kabul ederek zamanla piskoposluğun başkenti haline gelen Ksanthos, kentsel yapıları ve mimarisi açısından gelişmeye devam etmiştir. Özellikle inşa edilen kilise ve evleri ile dikkat çeken kent; işgaller sonucu Arap güçlerinin genişlemesine karşı savunmaya geçmiş, daha fazla can kaybının önüne geçebilmek için sınırlarındaki surları hızlı bir şekilde tadilata başlamıştır. Bu durumlardan sonra özellikle kentin kilise mimarisine yönelik yaşanan değişimi ön plana çıkarmıştır. İlerleyen süreçte; Malazgirt Zaferi ile beraber başlayan Selçuklu hareketleri, Türklerin Anadolu'nun geniş bir kısmına hakimiyetiyle devam ederek, göçebe Türk kavimlerinin yerleşmesi kıyı şehirlerine de ulaşarak Ksanthos'a kadar devam etmiştir. Yerleşim yerine gelen Türk kavimlerinden bazıları Kınık boyuna mensup olduğu için; bu yerleşim alanının adına Kınık adı verilmiştir. Bunun devamında Osmanlı tarafından temsil edilen Türk kültürü, Likya halkı üzerindeki etkisini sürdürmeye devam ettirmiştir (Zimmermann 2020).

Likya'ya yönelik asıl kültürel keşifleri yürütmeyi başaran İngiliz araştırmacı Ch. Fellows, 1838 yılında Antalya'dan yola çıkarak Likya Yarımadası'nı dolaşmış ve son molasından sonra Ksanthos Kenti'ni keşfetmiştir. Terkedilmiş bu kentte yer alan eserlerden etkilenip 1840 yılında kente tekrar gelmiştir. Kentin yapılarına dair keşiflerde bulunmuş, daha sonraki gelişlerinde ise bu önemli yapıların kazılarını yaparak İngiltere'deki British Museum'a götürmüştür. Eşen Çayı'nın denize kadar çok yüksek bir debide akmasından ötürü görevli filolar buraya kolaylıkla yanaşıp, kentteki eserleri ne yazık ki rahatça götürmeyi başarmışlardır. Daha sonra; Ksanthos Kenti'ndeki yazıt dillerinin çözülebilmesi için kente birçok akademisyen gönderen Avusturya Bilimler Akademisi, buradaki yazıtları toplayıp derleyerek birçok yayın yapmıştır. 1950 yılında Fransız Arkeoloji Misyonu, Türkiye'den aldığı izinle Ksanthos'taki Fransız kazılarını başlatmıştır. Yapılan çalışmalar ışığında; Ksanthos'ta yer alan kabartma işçiliğinin ortaya çıkarılmasıyla, kültürel açıdan Likya toplumlarına yönelik bakış açısına yenisi eklenmiştir. Ksanthos Kenti; bu özgün eserleri ve sahip olduğu önemli kültüre istinaden 1988 yılında UNESCO Dünya Kültür Mirası Listesi'ndeki yerini almıştır (Zimmermann 2020; Kültür ve Turizm Bakanlığı 2021).

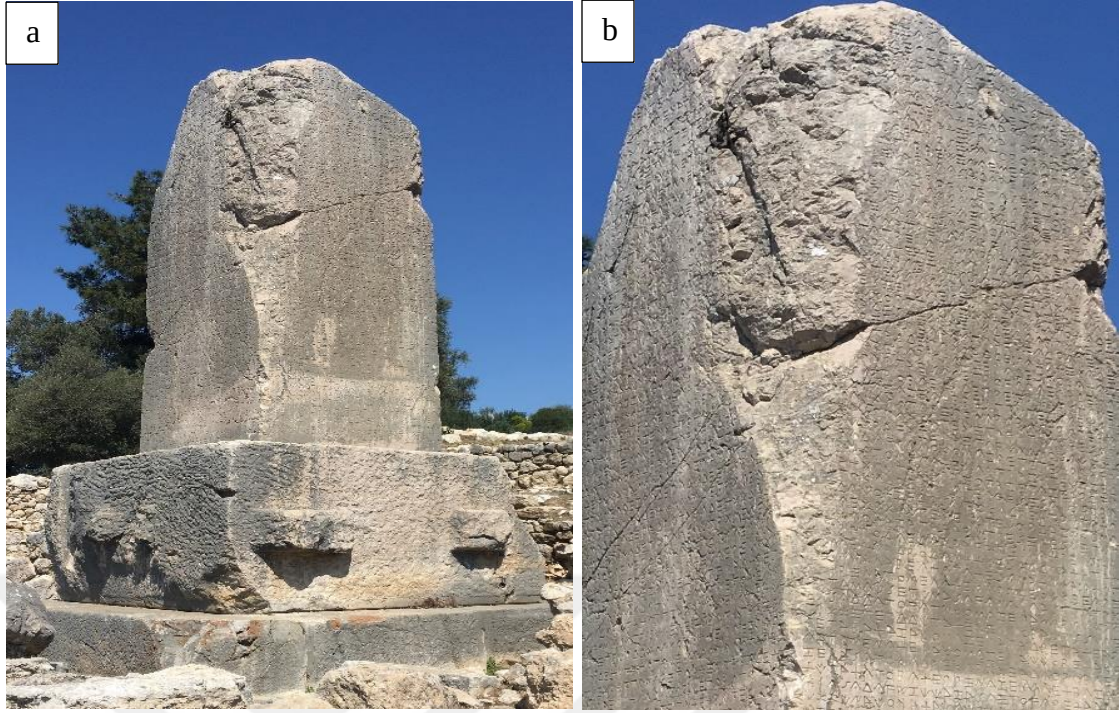
İlerleyen süreçte Türkiye Cumhuriyeti yetkilileri; Ksanthos çalışmalarının Türk araştırmacıların yapmasına karar vererek, Ksanthos Antik Kenti kazı çalışmalarını 2011 yılında Prof. Dr. Burhan Varkıvanç ve ekibine devretmiştir (Kızgut 2020). Güncel kazı çalışmaları Doç. Dr. Erdoğan Aslan'ın başkanlığında yürütülen Ksanthos Antik Kenti, Likya'daki tarihi ve köklü kültürel yaşantısına dair günümüze değerli bilgiler sunan önemli bir antik kent olarak varlığını sürdürmeye devam etmektedir.

3.1.6. Sosyo-Kültürel Yapı

Likya Bölgesi, günümüzde tanımlanmasının kolay olması amacıyla araştırmacılar tarafından üç bölgeye ayrılmaktadır. Farklı bölgelere ayrılması; bölgedeki kültürel farklılaşmayı da beraberinde getirmektedir. Sahil kentlerinin liman kenti konumunda olmasından ötürü; insan ve ticaret trafiği yoğunluğu, daha farklı kültür katmanları oluşturmaktadır. İç kesimler sahil kentleri kadar olmasa da biraz daha şanslı konumda yer almaktadır. Ticaret yolları ağı üzerinde olan iç kentler; tüccarların getirdikleri ürünlerle ve ürün desenleriyle tanışarak birçok farklı kültürün etkileşim ağını oluşturmuştur. Likyalılara has gelenekler; şecerelerini annelerinden itibaren saymalarıyla yani anaerkil bir toplum yapısına sahip olmalarıyla ilişkilendirilmektedir. Bir kadının köle ile evlenmesinden doğan çocuklarının hür olması, köle bir kadın ile evlenen erkeğin çocuklarının ise aynı hakka sahip olmaması bu durumu destekler niteliktedir (Kızgut 2020).

Likya Bölgesi'nin, birçok antik kaynaktan adından sıkça bahsedilen Lukka ve Lukka Ülkeleri ile bağlantılı olduğu görülmektedir. Günümüzde en çok benimsenen anlayış ile; Lukka ve Likya isimlerinin “parlamak”, “ışık almak” anlamına gelen kelimelerle temsil edildiği, Antik Çağ'da ise Likyalıların “kurttan türemiş” olduğu ifadesiyle kabul edilmektedir. Bu bölgeye ait yazılı metinler incelendiğinde; metinde adı geçen yerleşmelerin konumunu saptamak oldukça zor bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Yalburt yazıtı, Lukka isminin Likya ile ilişkilendirildiği en önemli eserlerden biridir. Bu yazıtta yer alan kent isimlerinden biri ise Ksanthos yani Likçe adıyla Arnna'dır. Hellence “sarışın” anlamına gelen Ksanthos yani Xanthos; önce Pers egemenliği altında kalmış daha sonra Büyük İskender'in himayesine girmiştir. İskender'in ölümüyle kent; önce Mısırlıların daha sonra ise Suriye kralı III. Antiokhos'un işgali altında kalmıştır. İlerleyen süreçte Roma'nın ve son olarak ise Bizans'ın egemenliğinde kalan kent; dönemin piskoposluk merkezi haline gelmiştir (Sevin 2016; Gander 2020; Gooley 2020; Kızgut 2020).

Halkın konuşma dili Likçe'dir ve bu dilin kökenine dair araştırmalar hala sürdürülmektedir. Likya dilinde yazılmış olan eserlerin birçoğu mezar yazıtı kapsamına girmektedir. Bu yazıtların içeriği; mezarı yaptıran kişinin adı ve soyadı, inşa edilmesinde kimlerin yardımcı olduğundan başlayarak, o mezarın art niyetli kullanımı doğrultusunda suçlu kişinin lanetleneceği ve para cezasına çarptırılacağı detaylarıyla devam ettiği görülmektedir. Bu yazıtlı anıtlardan en önemlilerinden biri Ksanthos Yazıtlı Dikme Anıtı'dır ancak kronolojik sıkıntıları ve üzerinde yer alan sözcüklerin tam anlamıyla tercüme edilememesinden ötürü kentte hala araştırma kapsamında olan yapılardan biridir (Şekil 3.11). Bu dikme üzerinde yer alan kabartma detayları; Hellen-Likya tarzının Pers, Doğu ve Batı'yla harmanlanmış olduğu muazzam bir kültürel etkileşimin göstergesidir (Tekoğlu 2020; Işık 2020).



Şekil 3.11. Ksanthos Yazıtlı Dikme; **a)** genel görünüş; **b)** yazı ve kabartma detayları

Likya yazısı; birçok farklı rakam ve simgeler haricinde 29 harften oluşan alfabeli bir yazı sistemidir. Yazı yönü soldan sağa doğru iken; istisnai durumlarda yazıların yönü ve hatları değişkenlik gösterebilmektedir (Tekoğlu 2020) (Şekil 3.12).

Ⲁ = a	Ⲃ = b	Ⲅ = m	Ⲇ = t	Ⲉ = ñ
Ⲋ = e	Ⲍ = d	Ⲏ = n	Ⲑ = τ	Ⲓ = ?
Ⲕ = i	Ⲗ = g	Ⲙ = p	Ⲛ = θ	Ⲝ = ?
Ⲟ = u	Ⲙ = h	Ⲛ = q	Ⲟ = χ	Ⲟ = w
Ⲟ = ē	Ⲟ = k	Ⲟ = r	Ⲟ = z	
Ⲟ = ā	Ⲟ = l	Ⲟ = s	Ⲟ = m̃	

Şekil 3.12. Likya Alfabeti (Tekoğlu 2020)

Likya'daki kentleri ve kurucu beylerini temsil eden ifadeler; o dönemlerde yaptırılan sikkeler üzerinde görselleştirilmiştir. Ksanthos'un kullandığı gümüş sikkeler; Batı Likya'da kullanılan tarz olan Hellen tipi gümüş sikkelerdir. Görseller ve semboller haricinde Likya yazısının da bu sikkeler üzerinde kullanımı, Likya sikkelerinin çeşitliliği ve özgünlüğü açısından o dönemin en önemlileri arasında yer almaktadır (des Courtils 2003; Nieswandt 2020) (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Ksanthos baskısı gümüş sikke; **a)** ön yüz; **b)** arka yüz (Nieswandt 2020)

Kentte direkt olarak dinsel sebeplere dayanan bir yazıt bulunmamaktadır fakat Likya kültüründe sıkça bahsedilen “rahip” kelimesinin geçmesi; yapılan adak ve kurban seremonileriyle ilişkilendirilebilmektedir (Tekoğlu 2020).

Son yıllarda Likya seramikleri üzerine yapılan araştırmalarda; özellikle mezar dikmeleri ve anıtsal unsurlarda seramik ve seramik işçiliğinin ön planda olduğu görülmektedir. Ksanthos’ta bulunan seramik kalıntıları Geç Klasik Dönem’den Orta Bizans Dönemi’ne kadar uzanmaktadır. Kentte bulunan seramik eserlerin kandillerde, gündelik amaçlı kaplarda ve şaraphanelerde kullanıldığı tespit edilmiştir. Ksanthos’un da aralarında yer aldığı önemli kentlerde bölgeye ait seramik geleneği olan “Eşen Tipi” geleneğinin yaygın olarak kent nekropollerinde yer alması; bunun sosyolojik bir geleneği temsil ettiğinin göstergesidir (Dönmez 2014; Dündar 2020).

Kentin tiyatro bölümünde o dönem halkının büyük ilgi odaklarından biri olan gladyatör ve hayvan dövüşlerini mümkün kılacak şekilde alanlar inşa edilmiştir. Kent; Pers egemenliği altındayken Saray Tarzı mimariyi benimsemiş, kurucu beylerini veya hükümdarlarını, ailelerini kutsallaştırarak onların anısına yapılar atfedilmiştir. Bunun sebebi ise soylu kesimin kendi halkından kopmaması ve hep beraber yaşamaları gerektiğine inanma düşüncelerinden kaynaklanmaktadır. Bu da bize insanların sosyal benimsemelerinin yapılarına ve kent yaşayışlarına yansımalarının birer göstergesidir. (Dönmez 2014; Işık 2020). Kentin jeopolitik konumundan ötürü kültürler arası etkileşimin çok fazla olduğu aşıkardır. Bu farklı kültürel etkileşimin izleri; çeşitli motiflerle süslenmiş mozaik döşemelerde, yontma eserlerde ve Hellen mitolojisinden esinlenerek yapılmış kabartmalarda görmek mümkündür (Özgan 2020) (Şekil 3.14) (Şekil 3.15).



Şekil 3.14. Ksanthos Antik Kenti Nereidler Anıtı bölümü Likya sanatı örneği (Işık 2020)



Şekil 3.15. Ksanthos Antik Kenti mozaik döşeme örneği

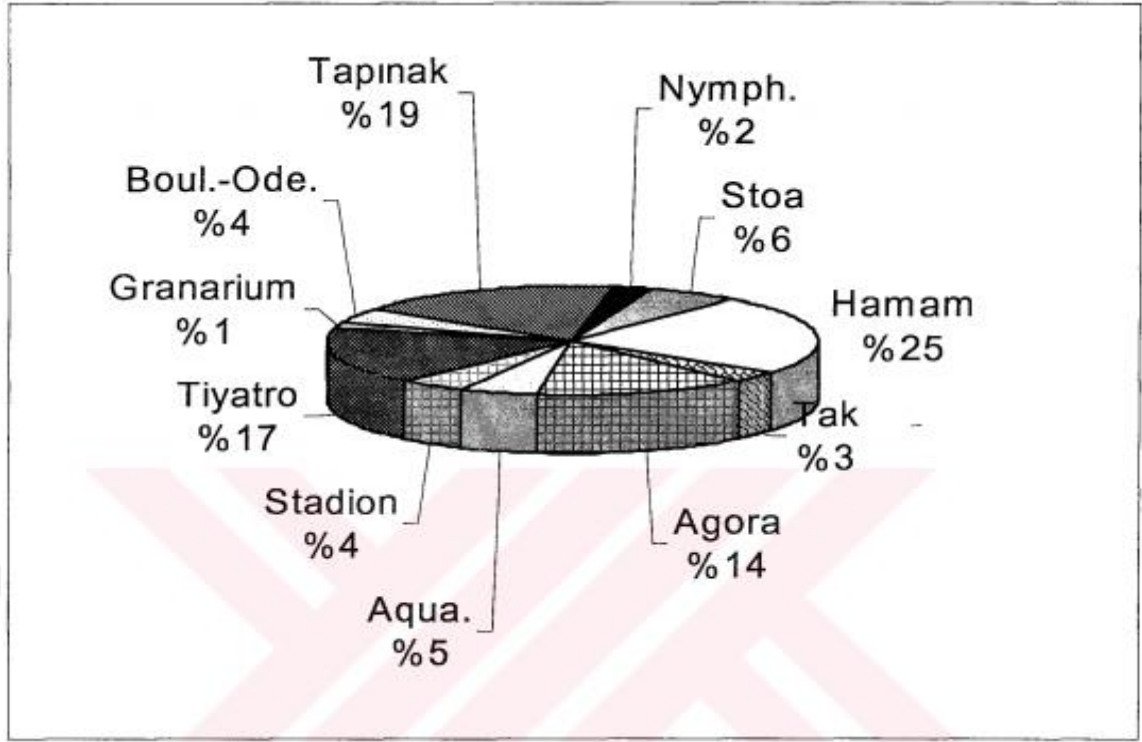
Ksanthos'ta yer alan bu işçilik örnekleri; kentin sosyal hayatına dair birçok ipucu vermektedir. Kent yapı figürleri incelendiğinde; müzik ve spor sahnelerinin betimlendiği

işçilik detaylarını görmek ve yorumlamak mümkündür. Yürütülen çalışmalar ışığında İsinde Dikmesi incelendiğinde; spor betimlemelerinde günümüz güreş müsabakalarından alışkın olduğumuz el-ense duruşunun işlendiği görülmektedir. Ksanthos güreşçilerinin kulaklarındaki delikler dikkat çekip, güreşçilerin küpe taktıklarına dair yorumlamalar mevcuttur. Erkeklerin küpe takması geleneği Doğu’da, kral ve müzisyenlerin küpe taktığı resmedilmiş Hititlere ait sunu kabı örneklerinde de karşımıza çıkmaktadır (Özhanlı 2001; 2002; Özudoğlu 2008).

3.1.7. Mekânsal Yapı

İnsanlık tarihinin dönüm noktalarından birini oluşturan kentler, bulunduğu her dönemde gelecek nesillere atfedilen bir uygarlık göstergesidir. Kentler, bünyesinde barındırdığı unsurlarla bir kent niteliği taşımaktadır. Kentsel mekânlar ve bu mekânları meydana getiren yapı unsurları aracılığıyla kentin geçmişi, sosyolojik ve siyasi yapısı, kültür-sanat etkileşimlerine dair birçok bilgiyi edinmek mümkün olmaktadır. Bunun sebebi ise mekânların toplumlar tarafından oluşturulması ve söz konusu mekânlara ve mekânsal yapılara dair bilgilerin; toplumun algıladığı, inandığı ve ihtiyaç duyduğu şeylerin dışavurumu olarak yansımalarıdır. Yani kısaca kentsel mekânlar; kendi toplumları tarafından algılanıp yorumlanan ve yaşamsal faaliyetlerin parçalarını oluşturan bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır (Pustu 2006; Demir 2020; Usta 2020).

Erken dönem yerleşmelerine bakıldığında Likya bölgesindeki yerleşmeler, zamanla birçok değişim göstererek sosyal, siyasi ve ekonomik koşulları temsil eden yapıların görüldüğü kentlere evrilmiştir. Klasik Dönem’de, bu fiziki yapılar arasındaki farklılıkların belirgin olarak ortaya çıktığı bir durum gözlenmemektedir. Klasik Dönem’den Hellenistik Dönem’e kadar olan kent formu; çevresi surlarla çevrili kale, yerleşmedeki konutlar ve mezarlardan oluşmaktadır. Yapılan incelemeler sonucunda bu yerleşmelerde sarnıç ve tapınaklardan başka kamu binasının varlığı gözlenmemektedir. Hellenistik Dönem’de Yunan ve Batı kültürüyle tanışan halk, birçok sosyo-kültürel ve siyasi anlamlar içeren yapı ile karşı karşıya gelmiştir. Hellen tipi kentleşmenin hızla ilerlemesi sonucu kentler; “polis” lere dönüşmüştür. Söz konusu kentleşme sistemi sonucu Likya kentlerinde büyük ebatlı yapıların inşası başlamıştır. Roma Dönemi Likya’sı, kamu binalarının artış gösterdiği, kentlerin toparlanma ve ekonomik açıdan çok daha iyi koşullara ulaştığı bir dönem olarak görülmektedir. Kentsel yapıların mimarisine verilen önemler üst düzeyde olup, kentte adeta sanat eseri niteliğinde yapılar oluşturulmuştur. Böylece kentlerdeki yapılara farklı anlamlar kazandırılarak, kentin bütünlüğü korunmuş ve kent oluşumlarına olumlu anlamda yön verilmiştir (Alp 1998). Likya bölgesinde yer alan kentlerin zamanla bu bağlamda oluşturduğu birçok kamusal yapının dağılımı Şekil 3.16’da gösterilmiştir.



Şekil 3.16. Likya kentleri kamu binalarının tiplere göre dağılımı (Alp 1998)

Antik yerleşmelerde yer alan kentsel yapıların konumlandırma alanları, büyük oranda kurulduğu arazinin topoğrafik şartlarına bağlı olarak değişim göstermektedir. Ksanthos, Patara, Letoon, Sidyma gibi kentlerde tiyatrolar kent merkezine yakın alanlarda kurulurken, Kyaneai ve Pınara kent tiyatrolarının kent merkezi dışına inşa edilmesi bu duruma örnek teşkil etmektedir (Çığır 2003). Özellikle Roma Dönemi Likya'sında gelişim gösteren yapılaşma sonucu kentler; kamu binalarının tipi, sayısı ve topoğrafik özelliğine göre kategorilere ayrılmıştır. Bu bölgede yer alan kentlerdeki temel kamu binalarının sayısı ve türü, aşağıdaki şekilde tablolaştırılarak ifade edilmiştir (Alp 1998) (Şekil 3.17).

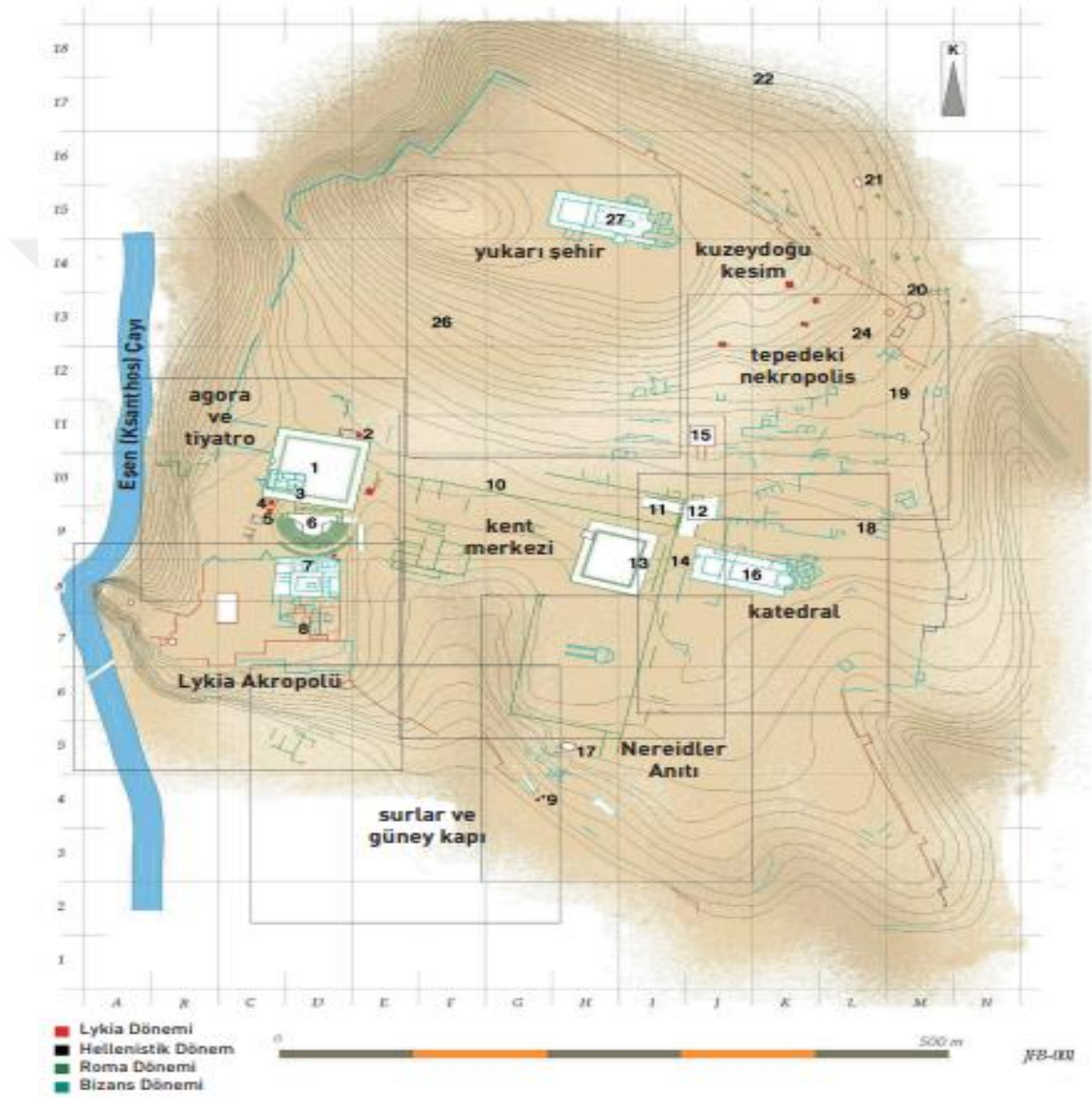
KENTLER	HAMAM	TİYATRO	AGORA	TAPINAK	STADİON	TAK	GRANARİUM	BOULEUTERİON ODEİON	AQUADÜKT	NYPHAİON	STOA	TOPOGRAFIK KONUM
Akalissos												Dağlık
Andriake	2		1				1		1	1		Kıyı-Yamaç
Antiphellos	1	1		1							1	Kıyı-Yamaç
Nisa		1	1						1			Dağlık
Aperlai	1											Kıyı-Yamaç
Apollonia	1	1										Dağlık
Arneai	1											Dağlık
Arykanda	3	1	2	3	1			2		1	1	Dağlık-Yamaç
Balboursa	1	2	1		1	1						Dağlık
Boubon		1		1								Dağlık
Idebessos	1	1							1			Dağlık
Kadyanda	1	1	1	2	1							Dağlık
Korydalla		1							1			Düz Alan
Kyaneai	1	1	1	1		1		1				Dağlık
Letoon		1		3	1					1	1	Düz Alan
Limyra	1	1		1								Düz Alan
Myra	2	1	1	2							1	Düz Alan
Oenoanda	1	1	2	1								Dağlık
Olympos	1	1		1								Kıyı-Yamaç
Patara	3	1	2	2		1	1		1		1	Kıyı-Düz Alan
Phaselis	2	1	2		1	1		1	1			Kıyı-Düz Alan
Phellos												Dağlık
Pinara	1	1	1	1				1			1	Dağlık
Rhodiapolis	1	1	1								1	Dağlık
Sidyma				1							1	Dağlık
Simena	1	1										Kıyı-Yamaç
Sura												Kıyı-Yamaç
Tlos	2	1	1	1	1						1	Dağlık
Xanthos	2	1	2	2		1		1	1			Dağlık
TOPLAM	32	23	19	24	6	5	2	6	7	3	9	

Şekil 3.17. Roma Dönemi Likya kentlerinde kamu binalarının kentlere olan dağılımı (Alp 1998)

Ksanthos kenti, sarp kayalık bir tepenin üzerine kurulan ve Klasik Dönem’de kulelerle desteklenen bir kent olarak karşımıza çıkmaktadır. Akropol sınırlarında yer alan mezar yapıları, o dönem yerleşim sınırlarını oluşturmaktadır. Likya kentleri arasında Hellenistik Dönem kent dönüşümünün en belirgin görüldüğü kentler Ksanthos ve Phaselis kentleridir. Brutus’un kenti ele geçirmesinden sonra birçok yapı tahribata uğrasa da kent yeniden onarıma girmiştir. Hellen tipi kentleşmenin etkilerinin görüldüğü kent yapılarında, ayakta olan birçok yapı Roma Dönemi’nde inşa edilmiştir. Roma Dönemi’nde Ksanthos; Klasik Dönem ve Hellenistik Dönem’e ait kentleşme planına sadık kalırken, kente agora ve tiyatro yapılarının eklendiği bilinmektedir. Bu yapıların kente eklenme sürecinde eski Likya anıtlarının korunmaya çalışıldığı görülmektedir. Kentteki su ihtiyacı; kentin batısında yer alan Ilıpınar kaynağından alınarak kayalara oyulmuş su kanalları ve kemerleri aracılığıyla Roma Dönemi’nde gerçekleştirilmiştir (Akşit 1967; Büyükyıldırım 1994; Marksteiner 1997).

Tarihi kent mekânlarına yönelik yapılan analizler; söz konusu mekânın ve yapı unsurlarının farklı kültürlerle buluşmasını, toplumun inanç sistemini ve tarihini tanımaya yönelik genel bakış açıları sunmaktadır. Bu bağlamda çalışmanın bu başlığında; Ksanthos Antik Kenti’ne yönelik yapılan mekânsal tanımlama ile kentin dokusuna hâkim yapıları

ve mekânsal kısımların ayrıntılı olarak açıklaması yapılarak, çalışmanın uygulama kısmına zemin oluşturmak hedeflenmektedir. Mekânsal dokuya yönelik açıklamalar kent vaziyet planı üzerinde (Şekil 3.18) belirlenen kısımlar üzerinden yapılmış ve konuya ilişkin önemli bilgiler ilgili yayınlar dikkate alınarak sunulmuştur. Bu vaziyet planına göre kent 8 kısımdan/mahalleden oluşmaktadır ve numaralandırılan yapılar dahilinde 27 yapı baz alınıp değerlendirilerek bir sonraki bölümde de analizleri yapılmıştır.



Şekil 3.18. Ksanthos Antik Kenti vaziyet planı (des Courtils 2003)

3.1.7.1. Agora ve Tiyatro Kısımı

Bu kısım, kenti ikiye ayıran yolun hemen yanında yer alıp; Roma Agorası, tiyatro, anıtlar ve diğer önemli temel yapılardan oluşmaktadır (Şekil 3.19).



Şekil 3.19. Agora ve Tiyatro kısmı kuzeyden görünüm

Agora; kamusalıktan ziyade kentin toplumu için yaşamsal, siyasal ve iş anlamlarında atan kalbi niteliğinde olan yerlerden biridir. Düz ve açık bir alanı ifade edip, kentsel yaşam için öneminden ötürü kentin merkezi konumuna yakın olacak şekilde konumlandırılmaktadır. Birçok dükkân ve stoa ile çevrili Roma Dönemi agoraları; Ksanthos, Patara, Pınara, Tlos, Myra, Andriake, Phaselis ve Kadyanda antik kentlerinde rastlanılmaktadır (Alp 1998).

1 numaralı Ksanthos Roma Agorası; Likya Akropolü ve Roma Akropolü arasındaki alanda kalıp, batısında Eşen Çayı ile kentin merkezine yakın kare bir meydan ile sınırlı alanda yer almaktadır (Şekil 3.20). Agoranın güneybatısında Harpy Anıtı, bu anıtın hemen yanında yer alan Payeli Mezar Anıtı ve agora girişinin kuzeyinde yer alan Ksanthos Dikilitaşı ile önemli yapı unsurlarını barındırmaktadır.

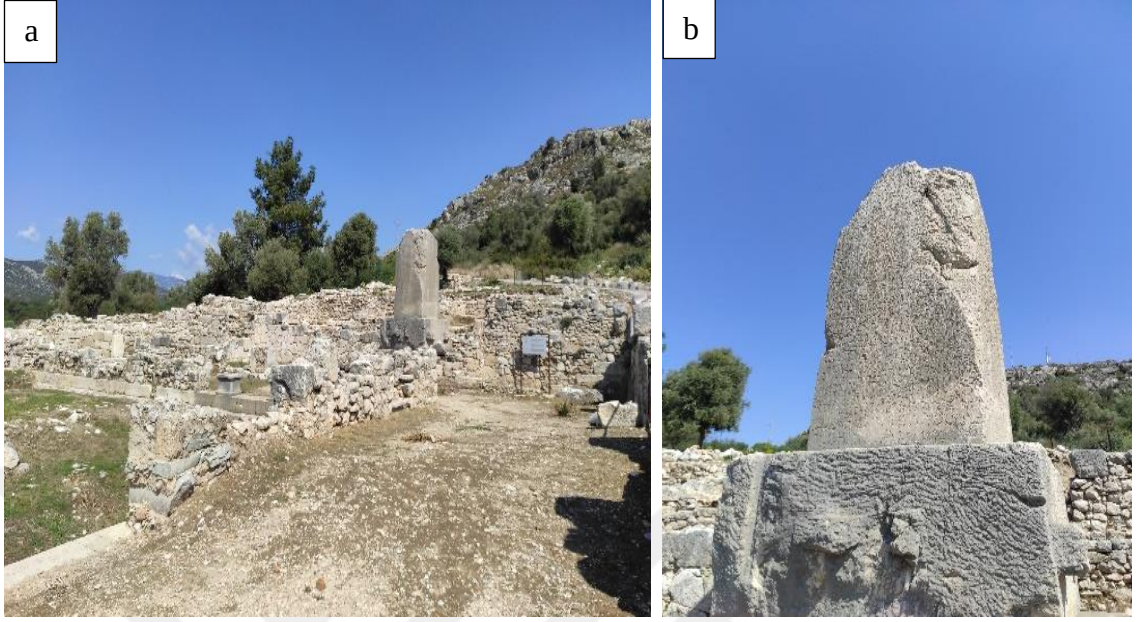
Yapılan kazı çalışmaları sonucu agoradan birçok seramik parçası, Helenistik, Roma ve Bizans dönemlerine ait sikkeler, Roma Dönemi'ne ait kalıntılar ve Erken Bizans Dönemi'ne ait toprak sürahiler ortaya çıkarılmıştır (Varkıvanç 2011).



Şekil 3.20. Ksanthos Antik Kenti Roma Agorası; **a)** genel görünüm, sol tarafta ev tipi mezar görünmekte; **b)** kuzeyden görünüm

Vaziyet planında 2 numara ile gösterilen Ksanthos Yazıtlı Dikme Anıtı; Roma Agorası girişinin kuzeydoğusunda yer alan ve üzerindeki Likçe yazılarla kentin ve Likya'nın adeta tarihsel arşivini oluşturan önemli bir anıttır. Daha önceki başlıklarda belirtildiği gibi yazıların kronolojik sıralaması ve yazıların tam anlamıyla tercüme edilememesinden ötürü önemini ve merakını hala devam ettirmeyi başaran bir başyapıttır (Işık 2020). Anıtın alt kısmında yer alan basamaklı bloğun üstünde uzun bir taş yer almaktadır. Bu büyük taş üzerinde Likya diline ait yazılar yer alıp, taşın en üst kısmında da bir anıt bulunmaktadır (Şekil 3.21). Likya tipi mezar yapısı özelliklerini temsil eden

bu yapının mezar odası bölümü muazzam kabartma detayı işçiliğiyle İstanbul Arkeoloji Müzesi ve British Museum’da sergilenmektedir (des Courtils 2003).



Şekil 3.21. Ksanthos Yazıtlı Dikilitaşı; **a)** agora içi konumu; **b)** genel görünüm

3 numaralı Roma Agorası'nın güneybatısında kilise, şapel ve vaftiz havuzu konumlanmıştır. Mozaik döşemelerle kaplı olan bu alanın detayları hemen hemen yok olup, şapel içinde yer alan mozaik kaplı mekan koruma altındadır. Bu mekanların toplamı agoradaki dinsel yapılar bütünüdür (Şekil 3.22).



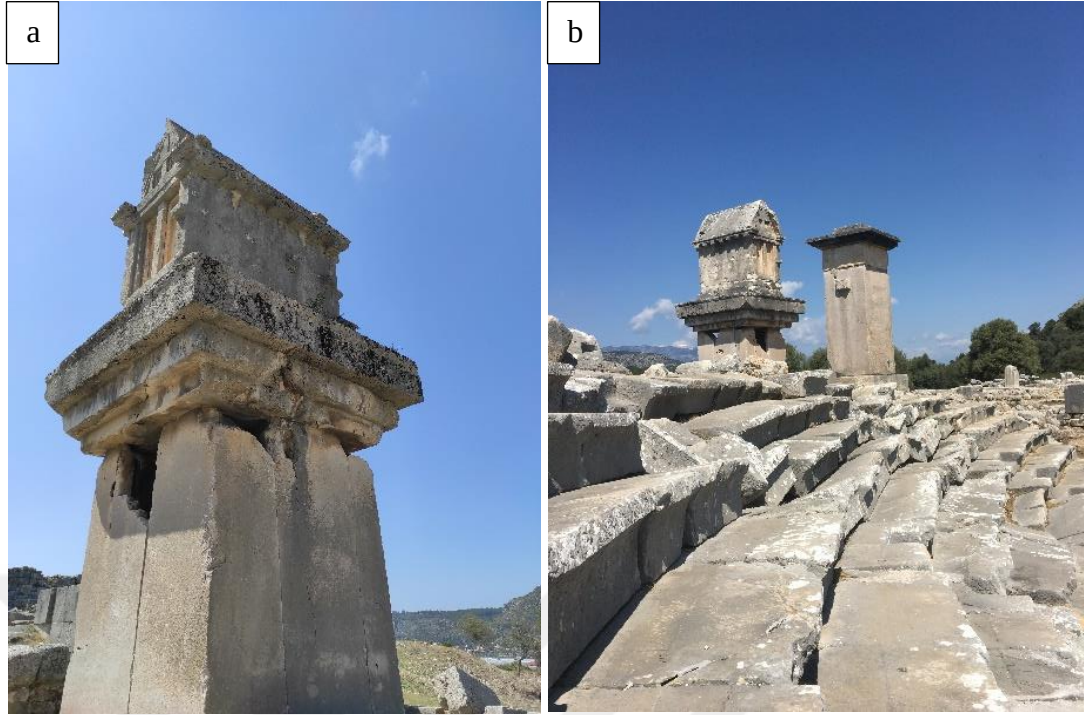
Şekil 3.22. Dinsel yapılar bütünü Batı Kilise (Ksanthos kazı arşivi 2018)

Roma Agorası'nın güneybatı kesiminde ve tiyatronun hemen yanında yer alan 4 numaralı Harpy Anıtı; mermer yontması işçiliğiyle Likya'ya has bir mezar anıtıdır (Şekil 3.23). Yontma detaylı figürleriyle göze çarpan bu önemli anıtta Hellen tarzı etkileri görülmektedir. Yapının batısında mezar odası yer alıp, üzerindeki desenler mitolojik tasvirler ile betimlenmiştir. Farklı görüşlere göre yapının oluşturulma dönemi geç Arkaik Dönem ile tanımlanırken, bazıları ise Erken Klasik Dönem üzerinde durmuştur. Yapının dönemi ile net olarak bilinen şey; bu alandaki en erken tarihli yapılardan biri olduğudur (Dönmez 2014; Özgan 2020).



Şekil 3.23. Harpy Anıtı

5 numaralı Payeli Mezar Anıtı; Harpy Anıtı ile yanyana duran ve üzerinde el işçiliği bulunan bir lahitin varlığıyla mezar türleri arasında en özgün nitelikte olanıdır (Şekil 3.24). Hellen üslubu motiflemeleriyle ön plana çıkan anıtın kent içindeki varlığı; Likyalıların önemli rütbede yer alan üslerinin öldükten sonra bile kendileriyle beraber olmaya yönelik inançlarına yorumlanmaktadır (des Courtils 2003).



Şekil 3.24. Payeli Mezar Anıtı; **a)** genel görünüm; **b)** Payeli Mezar Anıtı ve Harpy Anıtı tiyatrodan görünüm

Tiyatrolar; tören ve gösteri gibi etkinliklerin yapıldığı, orkestradan yani çekirdek alandan başlayıp, izleyicilerin bunları rahatça izleyebileceği izleme yerleriyle birlikte devam eden ve kentin büyük oranda sosyal aktivitelerinin gerçekleştirildiği önemli yapılardan biridir. Kentte yaşayan insanları alacak kapasitede tasarlanan tiyatrolar, dönem şartlarına göre gerek dış etkenlere gerekse de doğal etkenlere bağlı sebeplerle kuruldukları andan itibaren yapısal olarak birçok farklı değişim göstermiştir. 6 numaraya karşılık gelen Ksanthos Tiyatrosu, Likya Akropolü ve Roma Agorası arasında kalan çöküntü alan üzerinde yer almaktadır. Ksanthos tiyatrosunun daha uygun arazi koşullarına sahip olan yerlerden birine kurulmamasının sebebi; o dönem şartlarındaki dini ve siyasi etmenlerden ötürü olduğu düşünülmektedir. Pers istilasını döneminde çoğu parçası sökülüp surlara eklenen tiyatro; deprem etkisi altında da kalarak basamaklarındaki oluşan kaymalar günümüzde rahatça görülebilmektedir. 2200 kişilik izleyici kapasitesine sahip olmakla beraber, tiyatrodaki bulunan ve hayvan dövuşleri esnasında çevreyi korumak amaçlı yapıldığı düşünülen gelişigüzel inşa edilmiş bölümler mevcuttur. Günümüz gözüyle bakıldığında Ksanthos Tiyatrosu'nun Roma Dönemi tarzına uygun olarak oturma yerleri ile sahne bölümü tek bir bütün halindedir ve Roma Dönemi'nde basamak sayısı artırılıp yeni galeriler eklenerek revize edilmiştir (Şekil 3.25). Güncel veriler aracılığıyla 3 defa tadilat geçirmiş olduğu bilinmektedir (des Courtils 2003; Wycherley 2011; Dönmez 2014; Varkıvanç 2015; Erdoğan 2017).



Şekil 3.25. Ksanthos Antik Kent Tiyatrosu; **a)** kuzeyden görünüm; **b)** güneybatıdan iç görünüm

3.1.7.2. Likya Akropolü Kısım

Antik Dönem kentlerinde; kentin savunma sistemlerini sağlamak amaçlı inşa edilen akropoller, güçlü bir hakimiyetin kanıtı olup etkileyici surlarıyla olası düşman girişimine karşı tehdit unsuru oluşturmaktadır. Yüksek tepeden kente hakim bakış sunarak sığınak ve hükümdara ait konutların oluşturduğu yapılardan meydana gelmektedir. Ksanthos'ta uzun çalışmalara konu olan Likya Akropolü; kentin batı kesiminde, tiyatronun sırt kısmında yer almaktadır (Şekil 3.26) (Şekil 3.27). Likya beylerinin ve saraylarının bu alanda olduğu bilinmektedir. Akropolün çok odalı olmasının sebebi; kentin gelirinin ve gerekli ürünlerinin burada saklanıp koruma altında tutulmasıdır. Bizans Dönemi'ne kadar uzanan akropol yapılaşmalarının en güzel örnekleri; Erken Bizans Konutu ve Likya Konutları olarak karşımıza çıkmaktadır (Wycherley 2011; Erdoğan 2017; Varkıvanç 2018).

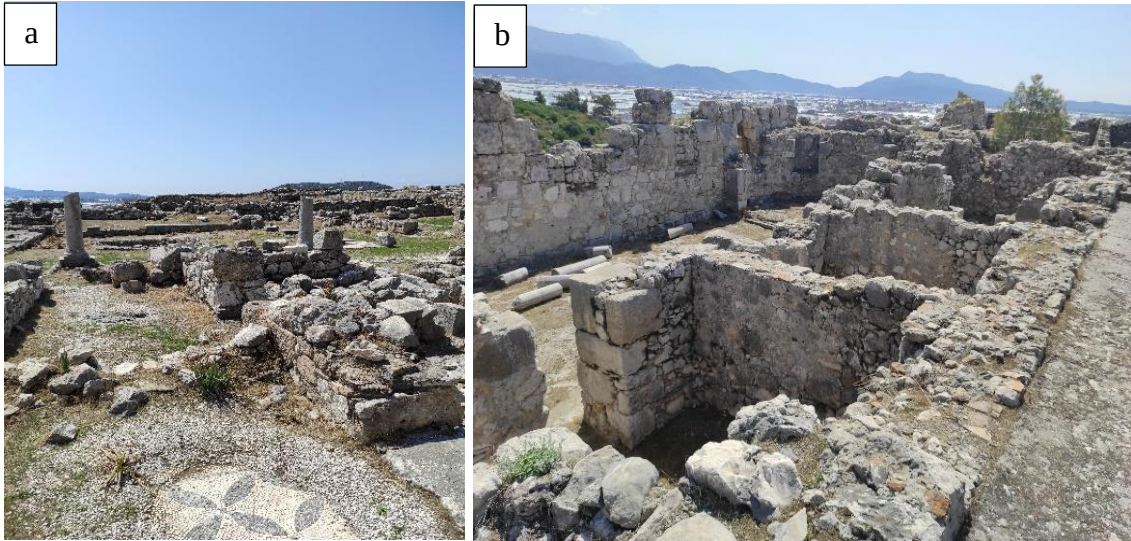


Şekil 3.26. Likya Akropolü kuzeyden tiyatro ve agora ile birlikte genel görünüm



Şekil 3.27. Likya Akropolü iç kısım

Likya Akropol'ünde yer alan önemli konutlardan biri olan 7 numaralı Erken Bizans Konutu, akropol girişinde avlunun etrafını düzgün bir alan çevreleyecek şekilde inşa edilmiştir. Mozaik döşemeli zeminli alanlarının varlığıyla dikkat çekerek, yemek odası, havuz gibi yapıların da yer alması önemini daha da arttırmaktadır. Konutun içindeki odacıklar daha detaylı incelendiğinde sarnıç, tapınak ve servis odaları gibi işlevsel açıdan birçok yapının mevcut olduğu görülmektedir (des Courtils 2003) (Şekil 3.28).



Şekil 3.28. Erken Bizans Konutu; **a)** sütun ve mozaik döşeme detaylarıyla kuzeyden görünüm; **b)** ziyafet salonu kuzeybatıdan görünüm

8 numaralı Likya Konutları; Erken Bizans Konutu ile beraber Likya Akropolü'nün en önemli yapılarından birini oluşturmaktadır. Erken Bizans Konutu'nun güneyinde yer alan konutta, tekniği eski dönemlere dayanan molozlarla örülmüş duvarların varlığı dikkat çekmektedir. Yapılan arazi çalışması sonucu kentin geçmişinde yaşamış olduğu yangına dair izlerin kalıntıları bu konutta bulunmuştur. Konutun içinde yer alan odalar ve duvarların tarzına yönelik benzer unsurlar, kentin diğer bölümlerinde yer almamaktadır. Kent hükümdarlarına yapıldığı düşünülen büyük odalar ve erzak depolama gözleri, Likya'da bulunan diğer kentlerde gözlemlenmemiştir (des Courtlis 2003) (Şekil 3.29).



Şekil 3.29. Likya Konutları

3.1.7.3. Surlar ve Güney Kapısı Kısım

Savunma sistemlerinin şüphesiz en temel noktasını oluşturan surlar; kentlerin korunmasında veya tam aksine düşmesindeki faktörü sağlayan yapılardır. Surlar ne kadar görkemli ve dayanıklıysa; kentin savunmasında ve olası düşman tehlikesinde o derecede etkileyici rolü olduğu kabul edilmektedir (Wycherley 2011). Ksanthos kent surlarına bakıldığında kısmi olarak tadilatı yapılmış, bazı bölümlerinin ise korunmuşluğunu devam ettirdiği görülmektedir. 9 numaralı kentin Güney kapısı; Kınık'tan kente girişte yolun sol kesiminde yer almaktadır. Tarz itibarıyla sağ ve sol dikmelerden oluşan kapı; günümüze kadar büyük oranda korunmuş olarak kalarak, Likya sanatının ve mimarisinin en güzel izlerinden birini taşımaktadır. Güney kapısının üzerinde yer alan yazıt; kent halkının yöneticiye olan bağından bahsetmektedir (Seyirci 2017) (Şekil 3.30).



Şekil 3.30. Kentin Güney kapısı

3.1.7.4. Kent Merkezi Kısmı

Ksanthos kent merkezinde sütunlu cadde, taş döşemeli yollar, önemli meydanlar yer almaktadır. Kent halkı için birçok faaliyetin gerçekleştiği bu merkez ve çevresinde dış etkenlerden ötürü meydana gelmiş değişimlerin onarımının yapıldığı bilinmektedir. Kentin coğrafi olarak merkezine konumlanmış ve doğuya doğru uzanan, büyük oranda korunmuş olan yapısı Sütunlu Cadde'dir. Roma Dönemi'nde mimarı olarak daha fazla görselleştirmeye tabi tutulmuştur ve kentin vaziyet planından 10 numara ile gösterilmiştir. Caddenin güney kesiminde yer alan kare meydana çeşitli el işlemeciliği eserleri bulunmaktadır (des Courtils 2003) (Şekil 3.31). Kentte yapılan çalışmalar sonucu Sütunlu Cadde'nin devamı niteliğinde olan ve caddenin uç noktasında yer alan 11 numaralı Dipylon yapı, farklı motif ve desenleriyle benzerlerinin arasından sıyrılan mimari özelliğe sahiptir. Anıtın M.S. 4. yüzyılın sonlarına doğru yapıldığı fakat kentte yaşanan depremten ötürü yıkıldığı öngörülmektedir. Sütunlu caddenin son bulunduğu noktayla kesişen ve Ksanthos şehir planlamasına dair örnek teşkil eden 12 numaralı Taş Döşemeli Meydan'ın güneyi Sivil Bazilika ve diğer önemli yapılarla çevrilmiştir. Arkeolojik kazı çalışmaları sonucu bu meydana resmi nitelikte olduğu düşünülen heykeller ve yazıtlar ortaya çıkarılmıştır (des Courtils 2003).



Şekil 3.31. Sütunlu Cadde

Bazilika; anlam olarak mahkeme veya toplantı yeri olarak kullanılan yapısal mekan ile ifade edilmektedir. Hristiyanlık dini kabul edildikten sonra kilise amaçlı kullanılan bazilikalar; zeminleri dörtgen şeklinde tasarlanarak plansal yapılanması devam ettirilmektedir (Vitruvius 2021). 13 numaralı Ksanthos Sivil Bazilikası, sütunlu caddenin ucunda kesişen diğer caddenin tam kesişim noktasında yer almaktadır. Yapının temelindeki hasar görmüş olan sarnıç, bina duvarları ile ayrılmış vaziyette yer almaktadır. Binanın detaylı incelemeleri sonucunda tadilat aşamasında farklı yapılardan eklemeler yapıldığı görülmektedir. Bu eklemelerin sebebi; kentin geçmişte yaşadığı depremlerden ötürü bina temellerinin hasar görüp tekrar onarılması olarak görülmektedir (des Courtils 2003) (Şekil 3.32).



Şekil 3.32. Sivil Bazilika

Ksanthos taş döşemeli meydandan başlayıp kentin kuzeyine doğru uzanan ana caddesi Cardo olarak ifade edilip, vaziyet planında 14 numaralı yapıyı oluşturmaktadır. Taş döşemeli meydan içerisinde yer alan yapılardan olan anıtsal çeşme ve mimari açıdan hayli önem ifade eden 15 numaralı “Önemli Anıt”ın parçaları bulunmaktadır. Söz konusu Önemli Anıt’ın Kentin merkezi konumunda ve caddenin kesişim noktasında yer almasından dolayı uzak noktalardan dahi görülebilmek özelliğine sahiptir. Yapıların mimari özellikleri Klasik Likya sanatı işçiliğinin güzel örnekleri arasında yer almaktadır (des Courtils 2003).

3.1.7.5. Katedral/ Doğu Bazilikası Kısım

Kent planına göre aynı zamanda 16 numaralı yapıyı oluşturan Ksanthos Katedrali; Sivil Bazilika ile kentin kuzey güney doğrultusunda yer alan yolun ayırdığı doğu kanadına merkezi olarak konumlandırılmıştır. Bizans Dönemi için piskoposluk merkezi olarak kabul edilmesinden ötürü bu mekan, saygınlık açısından yeni bir katman daha ekleyerek kutsallığına anlam kazandırmıştır. Hristiyanlık dininin benimsenmesinden sonra mimari olarak çok daha farklı işlemlere maruz kalarak Likya’ya özgü yapı geleneğinden sıyrılarak farklı dokularla bütünleştiği görülmektedir. İçinde vaftiz havuzu, mozaik döşeme gibi önemli kısımları barındıran kilise, depremde sonra tekrar tadilat geçirerek yenilenmeye girmiştir. Bulunduğu dönem ve taşıdığı anlam itibarıyla kilisenin planı, bazilikal tarzda yapılmış, dışa dönük kavisli ve platform basamağıyla yarım daire şeklinde düzenlenmiştir (Akyürek 2020) (Şekil 3.33).



Şekil 3.33. Ksanthos Katedrali; **a)** güneyden görünüm; **b)** batıdan görünüm

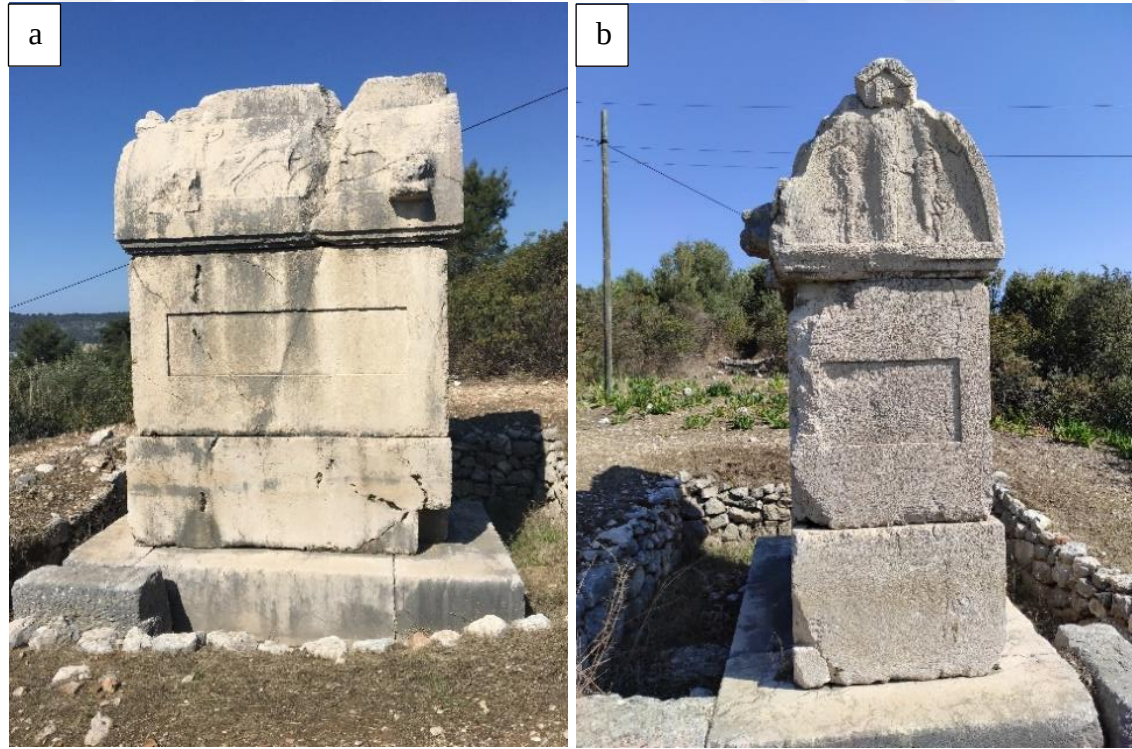
3.1.7.6. Nereidler Anıtı Kısım

Nereidler Anıtı; kentin güneyinde yer alan, muazzam kabartma işçilik örneğiyle bulunduğu bölgede benzeri bulunmayan ve kent planına göre 17 numaralı yapıya ve kısma adını veren çok önemli bir anıttır. Kabartma figürlerinde savaş detaylarını gösteren ve Persleri temsil eden betimlemeler bulunmaktadır. Her bir detayında farklı işçilik

detaylarıyla karşılaşılan yapıda kültürel etkileşimin çok yönlülüğü görülebilmektedir. Kentin Güney kapısına hakim olacak şekilde inşa edilmiş olması, anıtı yaptıran kişinin temsili açısından bağlantısının olduğunu göstermektedir. Neredeyse tamamına yakın kısmının British Museum’da sergilenmekte olan anıtın, kent içinde temellerine dair az da olsa kalıntıları bulunmaktadır (Nieswandt 2020).

3.1.7.7. Tepedeki Nekropolis ve Kuzeydoğu Kısım

Bu kısımlar; kente hakim tepede ve kentin doğu kanadında yer almaktadır. Kentin Kuzeydoğu kapısıyla beraber Likya sanatına özgü birçok farklı mezar yapılarını bünyesinde barındırmaktadır. Ölümden sonraki yaşamın var olup olmaması ile alakalı soru işaretleri, Antik Dönem’den bu yana merak edilen bir olgudur. Ölüm kültürleri medeniyetlere göre farklı boyutlar kazanarak mekan kavramı ile ilişkilendirilmiştir. Mekan-ölüm ilişkisi; ölümden sonra da hayatın varlığına olan inançla öldükten sonra yaşayacakları evi temsilen eve benzer odacıklı taştan mezarlar inşa edilmiştir (Hartog 1997; Özer 2020). Kent içinde var olan mezarlar; lahitler, kaya mezarı ve anıt olarak karşımıza çıkmaktadır. Taş döşemeli meydandan kentin kuzeyine doğru ilerlendiğinde bir lahit ile karşılaşmak mümkündür. Bu lahdin üzerinde yer alan kabartma detaylarında dansöz figürlerinin yer almasından ötürü ismine Dansözler Lahdi denmektedir. 18 numaralı yapıya karşılık gelen bu lahit, uzmanlar tarafından tekrar bakımı sağlanarak günümüz görünümüne kavuşmuştur. Lahdin bir yüzünde avlanma figürü anlatılırken, diğer yüzünde savaştan bir kesit betimlenmektedir (Şekil 3.34). Yolun devamında kuzeydoğu kesimde Aslanlı Mezar Anıtı olarak adlandırılan ve adını verdiği aslan figürlü detaylı kısmının; bugün Britisih Museum’da sergilendiği bir anıt mevcuttur. Bu anıt kent planı üzerinde 19 numaralı yapıya karşılık gelmektedir.



Şekil 3.34. Dansözler Lahdi; a) savaş sahnesi; b) güney yüz dansöz figürü

Yol aynı güzergahta takip edildiğinde taş blokların arasında ve kent planında 20 numaralı yapıya karşılık gelen Kuzey Kapısı durmaktadır. Mevcut konumun alt yokuşuna doğru ilerlediğinde Boğaya Saldıran Aslanlar Lahdi ile karşılaşılır ve 21 numaralı yapıyı temsil etmektedir. Korunmuşluk durumu çok da iyi olmayan bu lahdin üzerindeki aslan ve boğa figürleri net olarak görülebilmektedir (Şekil 3.35). Bu lahdin kuzey yönünden daha ileriye gidildiğinde bir başka Likya lahdi olan 22 numaralı Merehi Lahdi konumlanmaktadır. İşleme detayları Londra’da yer alan lahdin detaylarında avlanma ve savaş tasvirleri bulunmaktadır (des Courtils 2003).



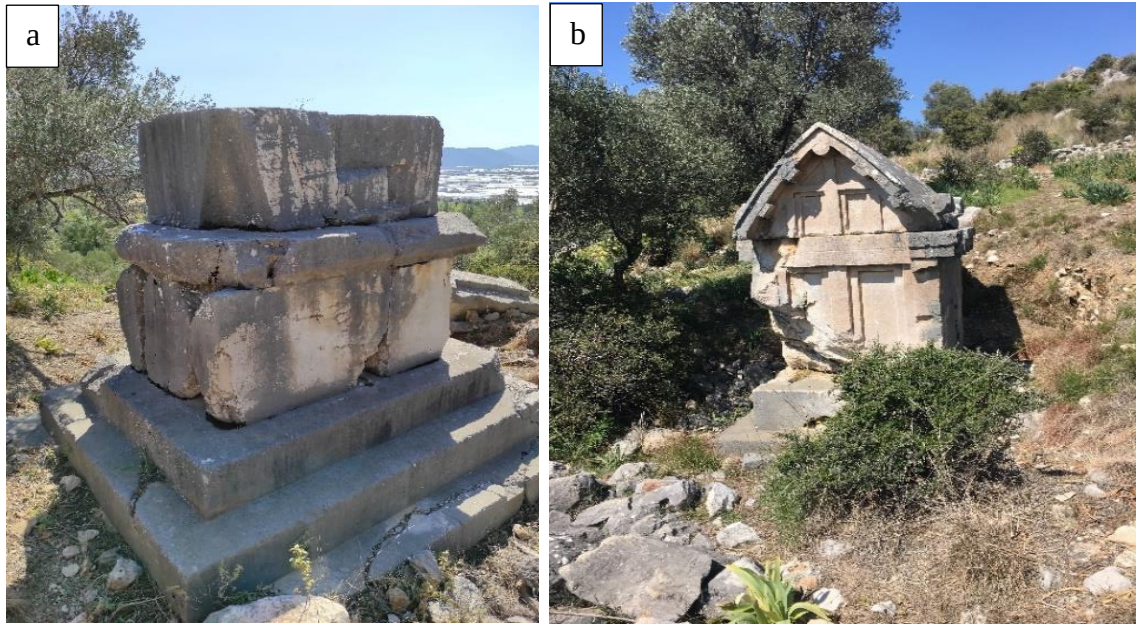
Şekil 3.35. Boğaya Saldıran Aslanlar Lahdi

Kentin kuzeydoğu kanadındaki nekropolis, 3 farklı mezar yapısıyla dikkat çekmektedir. Bunlardan en görkemlisi olan 23 numaralı Akropol Payeli Mezar Anıtı’dır. Etkileyici boyutlarıyla büyük oranda korunmuş olan yapının mezar bölümünde mermer detayının kullanıldığı görülmektedir (3.36). Akropol Payeli Mezar Anıtı’nın alt kısmında oldukça dikkat çekici olarak göze çarpan kaya mezarları yer almaktadır. Korunmuşluk derecesi oldukça iyi durumda olan bu mezarların işçilik yönünden oldukça başarılı olduğu gözlemlenerek, mezarların iç yapısı incelendiğinde ise ölen kişinin yerleştirildiği oyuklar saptanmıştır.



Şekil 3.36. Akropol Payeli Mezar Anıtı; **a)** payeli mezar anıtı kaya mezarı ile görünüm; **b)** kaya mezarı iç görünüm

Kaya mezarlarının oluşturduğu çevrenin hemen yan tarafında Payava Lahdi yer almaktadır. Yapının bir kısmının olmayışı ilk başta dikkat çekmekte olup, mezarın Payava adlı bir Ksanthoslu kişiye ait olduğu bilinmektedir (Courtils 2003). 24 numaralı yapıya karşılık gelen bu lahdin hemen aşağısında genel itibariyle korunmuş halde bulunan Likya tipi lahit yer almaktadır. Likya mimarisinin yansıması halinde duran bu lahdin boyutları diğer lahitlere göre daha küçük boyuttadır (Şekil 3.37).



Şekil 3.37. Tepedeki Nekropolis lahit örnekleri; **a)** Payava Lahdi; **b)** Likya tipi lahit

Ksanthos Beylikler Dönemi'nin son temsilcisi olarak kabul edilen Payava Lahdi; benzerleri arasında en önemli yere sahip yapılardan biridir. Payava Lahdi'nin batısında yer alan mezar Ahqqadi Lahdi olarak tanımlanmaktadır (Işık 2020). Lahitte, Likya sanatına özgü kabartma işçiliği figürleri yer almaktadır. Kuzeyinde yer alan yazıtlı yüzüyle çalışma için 25 numaralı yapıya karşılık gelmektedir (Şekil 3.38).



Şekil 3.38. Ahqqadi Lahdi

3.1.7.8. Yukarı Şehir Kısım

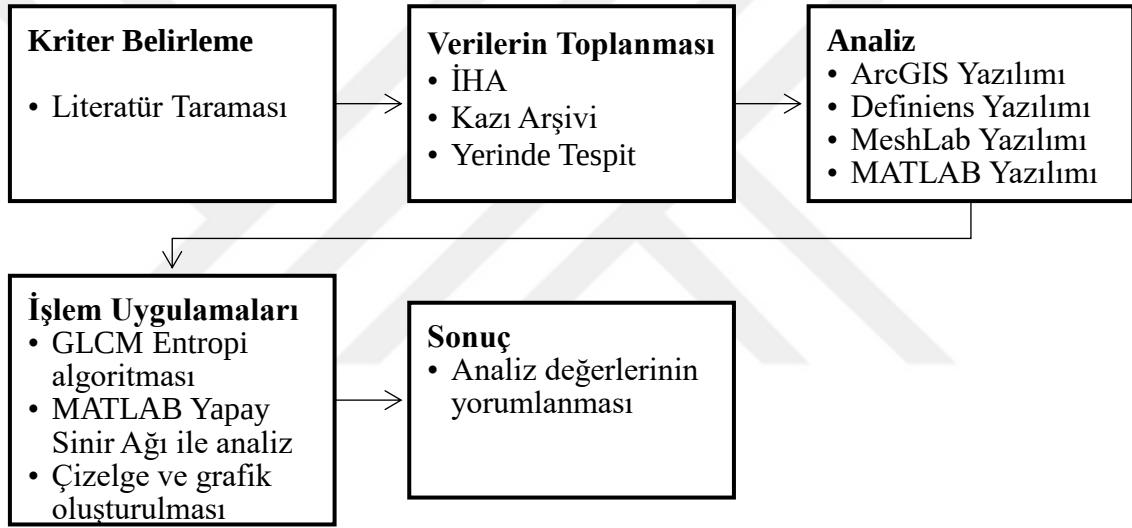
Adından da anlaşılacağı üzere bu kısım, kentin yüksek tepesine kurulu olan ve kentin rahatça görüş açısına sahip olan alanı ifade etmektedir. Bu kısmın en yüksek tepesinde Hac Bazilikası ve agoraya bakan tarafta Aurellios adındaki şahsa ait bir aile mezarı yer almaktadır. 26 numaraya karşılık gelen bu mezar; Aurelios'un Mezarı olarak ifade edilmektedir. 27 Numaralı Hac Bazilikasına bakılacak olursa; Yukarı Şehir'in zirvesinde yer alan Bizans kilisesi ve kilisenin duvarları günümüze kadar korunmuştur (Şekil 3.39). Konumu itibarıyla kentin hac merkezi olarak kullanıldığı öngörülmektedir.



Şekil 3.39. Hac Bazilikası; **a)** doğudan görünüm; **b)** batıdan görünüm

3.2. Metot

Bu çalışmanın uygulama aşaması; tekstür parametresi yöntemlerinden biri olan GLCM Entropi, UA çalışmaları için önemli kullanım tekniği oluşturan İHA ve harita yapımı ve görüntü altyapısı oluşturma amaçlı kullanılan CBS teknikleri ve çalışma analiz doğruluğu için YSA etrafında şekillenmektedir. Entropi analizi ve haritalama işlemleri için çalışma sahasının hava fotoğrafları İHA aracılığıyla çekilmiş, kentin mekansal unsurları belirlenerek nokta bulutları ile modellenmesi oluşturulup sahanın dokusu çıkarılmıştır. CBS altyapısına aktarılan verilerin ArcGIS yazılımı ile saha haritaları oluşturulmuş, entropi uygulaması için gerekli veri altyapısı hazırlığı tamamlanmıştır. Definiens eCognition yazılımında hem yapılar üzerinde hem de kentin mekansal kısımlarında GLCM Entropi değerleri ayrı ayrı hesaplatılmış ve yapılan entropi analizine göre kentin mekansal analizi oluşturulmuştur. Yapılan analiz, MATLAB yazılım ortamında YSA oluşturularak bir model oluşturulup, sonuçların tahmin oranları sayısal çıktı ve grafiklerle desteklenmiştir. (Şekil 3.40).



Şekil 3.40. Yöntem akış diyagramı

3.2.1. Uzaktan Algılamada İHA

Son yıllarda hızla devam eden teknoloji alanındaki gelişmeler; birçok alanda alışlagelmiş davranışları ve olguları değiştirmiştir. Bu değişimler kültürel değerlere ve kültürel unsurlara da etki ederek, söz konusu kavramları koruma, geliştirme ve belgeleme anlayışı oluşturmıştır. Kültürel miras kapsamında olan arkeolojik sit alanlarının günümüz teknolojileri vasıtasıyla dijital arşivleri oluşturulup, ileriye dönük korunması ve belgelenmesi çalışmaları yapılmaktadır. Dijital arşivlemeye yeni boyut kazandıran modelleme teknikleri; tarihi değer niteliği taşıyan kültür miras unsurlarının sanal ortamda sunduğu gerçeklik sayesinde tanıtma imkanı tanımaktadır (Li vd. 2010; Dilek ve Dinçer 2020). İHA'ların kültürel miras kapsamında kullanımının avantajları arasında düşük maliyetli, hızlı ve doğru veri üretimi gibi özelliklerinin olması sayılabilmektedir. Klasik yersel ölçümlere nazaran çok daha kapsamlı fotoğraf çekme kapasitesine sahip olup daha hassas bilgiler sunması; İHA'ların arkeolojik alanlar için tercih edilme sebebidir (Tiryakioğlu vd. 2016; Şener 2019; Polat ve Polat 2020). İHA aracılığıyla arkeolojik alanların bindirmeli fotoğrafları çekilip, nokta bulutları aracılığıyla gerekli program alt

yapısında görüntüleri elde edilip, sahaya yönelik teknik perspektif metotlarıyla işlem yapma kolaylığı sağlamaktadır.

3.2.2. Tekstür Parametresi

Tekstür yani doku kavramı; kullanılan görüntünün çeşidi farketmeksizin ilgili görüntüdeki nesnelerin veya ilgi alanlarının tanımlanmasında kullanılan önemli özelliklerden biridir. İlgili görüntüdeki nesnenin ölçülebilirlik detaylarının fonksiyonunu ortaya koyan bir yüzey özelliği kavramı olarak ifade edilmektedir (Haralick vd. 1973). Görüntüdeki piksellerin sahip olduğu gri renk seviyesi değerlerinin birbirleriyle olan komşuluklarının mekansal dağılımını temsili olarak karşımıza çıkmaktadır. Tekstürün, görüntü piksellerindeki mekansal konum ile ilişkilendirilmesinden ötürü değer ve piksel koordinatı bazındaki ifade çeşitliliğine yönelik birçok yaklaşımı bulunmaktadır. Uygulaması yapılacak olan görüntüdeki tekstürün niteliği; çalışmanın ölçeği ve kullanılan görüntünün çözünürlüğü ile ilişkili bir durumdur. Birçok farklı alanda kullanım imkanı sunan tekstür ve beraberinde kullanıldığı parametreleri ile yüksek kalitede hassas sonuçlar elde edilip, ilgili görüntüdeki nesneleri tanımlamaya yardımcı olmaktadır (Özen ve Aptoula). Tekstür üzerine yapılan analizler, UA teknikleri baz alınarak ilgili görüntü nesnesindeki spektral bilginin; piksel bazlı istatiksel değerlendirmesi olarak ifade edilmektedir (Pesarasi 2000).

3.3.3. Gri Düzey Eş-Oluşum Matrisi (GLCM)

Tekstür parametreleri görüntünün bir bandında yer alan ton farkının mekansal dağılımına yönelik bilgi sağlamaktadır. Kısaca; görüntüdeki renk dağılım seviyelerinin birbiriyle olan bağlantılarını diğer hücre piksel değerleri ile baz alarak değerlendirmektedir (Demirhan ve Güler 2010). Gri Düzey Eş-Oluşum Matrisi (GLCM); tekstür analizleri adına kullanımı yaygın ve en doğru sonucu veren yöntemdir. Görüntüye ait özelliklerin tamamına veya istenilen bölüme ait gri renk seviyesi değişim kombinasyonlarının sıklık ilişkilerini ifade etmektedir. GLCM algoritmaları hesaplanırken görüntü bütünsel olarak ele alındığı için bütünsel bir sınıflandırma uygulaması olarak değerlendirilir. GLCM yöntemi; ikinci dereceden bileşik olasılık yoğunluk fonksiyonu baz alınarak oluşturulmaktadır. $P(i, j | d, \theta)$ ile ifade edilen bu durumda; i ve j değerleri görüntü piksel gri değerlerinin i den j ye veya j den i ye yer değiştirmesini ifade ederken, d uzaklığa, θ ise açığa karşılık gelmektedir (Çalışkan vd. 2012; Çevik 2019) (Şekil 3.41). Matris sistemi olarak kare piksel tabanlı matris sistemi kabul edilerek, tekstürel anlamdaki bilgiler $N \times N$ boyutundaki eş oluşum matrisinin üzerinde tanımlanması Haralick (1973) tarafından gerçekleştirilmiştir. Görüntüde oluşan dokusal özelliklerin değişmemesini garantilemek amacıyla $\theta = 0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$ ve 135° açılarıyla tek tek hesaplatma yapıp, analizin geçerliliği sağlamaştırılmaktadır (Şekil 3.42). İşlem sonucunda sabit bir değer elde etmek için bu dört farklı açı yönü toplanıp ortalaması alınmaktadır.

0	0	1	1
0	0	1	1
0	2	2	2
2	2	3	3

a)

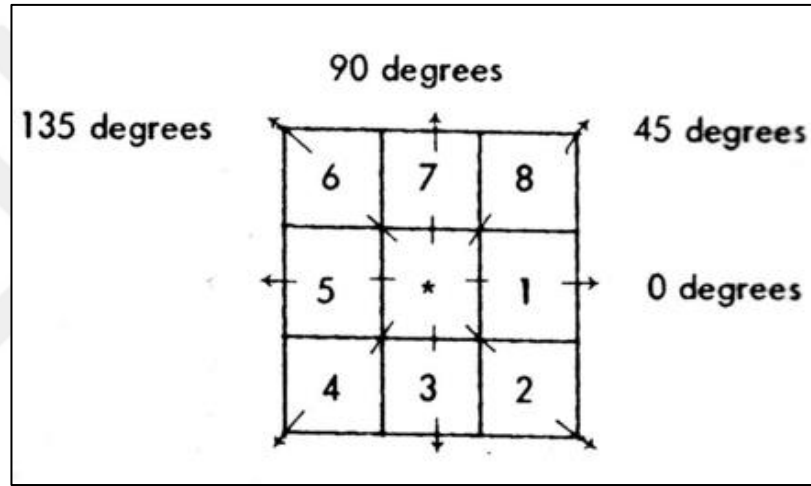
2	2	1	0
2	2	0	0
0	0	3	1
0	0	0	1

b)

$\begin{smallmatrix} i & j \end{smallmatrix}$	0	1	2	3
0	0,0	0,1	0,2	0,3
1	1,0	1,1	1,2	1,3
2	2,0	2,1	2,2	2,3
3	3,0	3,1	3,2	3,3

c)

Şekil 3.41. GLCM görüntü piksel değerleri kombinasyonu; **a)** orijinal görünüm; **b)** dönüştürülmüş görünüm; **c)** referans ve komşu piksel değerler kombinasyonu (i;satır j;sütun)



Şekil 3.42. Gri Düzey Eş- Oluşum Matrisi (Haralick 1973)

GLCM uygulamalarında görüntü dokusunun özelliklerini ortaya koymak için belli başlı parametreler yer almaktadır. Bu parametreler çalışmanın amacına göre hedefe yönelik bilinen parametre seçilip işleme dahil edilebilir veya hangi parametrenin çalışma için en uygun olduğunu analiz edebilmek için sırayla denenip saptanabilir. Kullanılan GLCM parametre özelliklerinin başlıcaları; GLCM korelasyon, GLCM homojenlik, GLCM entropi, GLCM zıtlık, GLCM standart sapma, GLCM enerji, GLCM ortalama ve GLCM benzemezlik olarak ele alınabilir. GLCM korelasyon; görüntüdeki gri renk seviye değerlerinin komşu piksellerle olan bağlantısını saptamaktadır. GLCM homojenlik; görüntüdeki gri renk seviyelerinin homojen ve heterojen olarak dağıldığı alanlardaki benzerliğinin tespit ölçüsünü ifade etmektedir. GLCM entropi; analizde kullanılan görüntüdeki bilgi miktarını gösteren ve aynı zamanda görüntüdeki rastgelelik durumunun ölçüsü olarak kullanılan parametredir. Analizde kullanılacak görüntünün dokusal özellikleri tekdüzelik ifade etmiyorsa ve GLCM değerleri eşit bir şekilde dağılıyorsa bu durum yüksek entropi değerine karşılık gelmektedir. GLCM zıtlık; görüntüdeki heterojenliğin ifadesi olup çeşitliliğin yani gri seviye farklılıklarının ölçüsüdür. GLCM standart sapma; görüntü içindeki matris değerlerinin yayılımının kombinasyonunu ifade etmek için gösterilen bir yöntemdir. GLCM enerji; hücre

çiftlerinin birbirleri arasındaki tekrarlı geçişin yani homojenliğin ölçüsüne karşılık gelmektedir. Görüntünün homojenliği arttıkça enerji değeri de artış göstermektedir. GLCM ortalama; görüntüdeki GLCM değerlerinin ortalamasına karşılık gelmekte olup, görüntüde yer alan piksel değerlerinin diğer komşu piksellerle oluşturduğu kombinasyona göre değerlendirilmektedir. GLCM benzemezlik ise; anlam olarak zıtlık kavramıyla benzetilse de GLCM değerlerini bölgesel değişim oranlarının ifadesine karşılık gelmektedir. Bölgesel değişimin fazla olması GLCM benzemezlik değerini arttırmaktadır (Alparslan vd. 2004; Demirhan ve Güler 2010; Çalışkan vd. 2012; Sathyamoorthy 2013; Tekin vd. 2018).

Bu tez çalışmasında hava fotoğrafı ile değerlendirilen Ksanthos Antik Kenti'nin mekansal analizinde GLCM Entropi algoritması kullanılmıştır. Bunun sebebi; görüntüde seçilen nesnelerin piksel dağılımının görüntünün tamamına olan etkisinin sayısal olarak ifade edilmek istenmesidir. Parça-bütün etkisi yansıma değeri mantığına göre çalışan bu algoritma ile kentin seçilen mekansal unsurlarının kent için önem derecesi sayısal sonuçlara göre yorumlanmıştır.

3.3.3.1. Entropi

Entropi kavramı, geçmişten günümüze çeşitli bağlamlarda gerek dilbilimsel gerekse de teorik olarak birçok farklı anlamı temsilen kullanılmıştır. Entropi; düzensizliğin ifadesi olarak bilinse de aslında, düzensizliğin net karşılığı değil; düzensiz olmaya eğilimin ve düzenliliğin düzensizliğe geçişinde oluşulabilecek kombinasyonların bir ölçüsüdür. İlk olarak Alman fizikçi Clausius (1864)'un ortaya attığı Termodinamiğin İkinci Yasası yani Entropi Yasası'na göre; evrende yer alan her şeyin minimum enerji ile ve bunun sonucu olarak maksimum düzensizliğe doğru çekmesi eğilimi; var olan toplam enerjinin başka sistemlere geçişinin mümkün olmaması olarak kabul edilmektedir (Bostancı ve Ocağcı 2009; Rad 2018). Termodinamiğin ikinci yasasına göre sistemler arasında düzensizlik artarak devam ettikçe, sistemin verimli iş yapma kabiliyeti azalacak; böylece sistem entropi değeri de artacaktır (Gencer 2012). Yaşam düzeninin devam etmesi açısından potansiyel enerjinin devamlı akışta olması gerekli olup, bu akışın sürekliliğini sağlayan terimin ise entropi ile ifade edilebileceği kabul edilmektedir (Özmenteş 2018). Clausius'un S ile ifade ettiği entropi aşağıdaki formül ile hesaplanıp (3.1) ; T mutlak sıcaklığı, Q ısı enerjisini, dQ ise kaynakla yapılan ısı alışverişini göstermektedir.

$$dS = dQ/T \quad (3.1)$$

Clausius'tan sonra Boltzmann; 1872 yılında entropi kavramını tekrar ele alarak fiziksel olarak uygulaması yapılan molekül ve atomların gündelik hayata uyarlanabileceğine dair bir görüş öne sürmüştür. Boltzmann'ın tanımlamış olduğu entropi kavramı; sistemdeki düzensizliğin logaritma bazlı ölçüsüne bağlıdır (URL-3). Boltzmann'ın kullandığı entropi formülünde sistemde var olan entropi S, Boltzmann sabiti k ve sistemdeki durum sayısı Ω cinsinden aşağıdaki 3.2 numaralı formülde ifade edilmiştir.

$$S = k \log \Omega \quad (3.2)$$

Shannon (1948)'un tanımlamış olduğu entropi kavramı ise; entropi ölçülebilir bir bilgi sistemidir ve bu bilgi sistemi sayısal değerler ile ifade edilebilmektedir (Meier 1962). Formül içerisinde iki tabanlı logaritmayı kullanarak bu logaritma sisteminin sayısal açıdan daha kolay ve kullanışlı bir şekilde ifade edilebildiğini öne sürmüştür (Shannon 1948; Goldman 1953; Penrose 1989; Ifrash 1994; Çambel 1993; Williams 1997; Bostancı ve Ocakçı 2009).

Alfred Renyi, 1961 yılında kendi adını verdiği Renyi entropisini tanımlamıştır. Bu entropi kendi çalışma alanına yönelik olan bir çözüm olup; bağımsız olayların sabit kalıp yani korunup, olasılık fonksiyonları yöntemiyle hesaplanabilmektedir. Bu entropi, Shannon entropisinin parametrik bilgi sağlayan özel bir halidir (Tuğal ve Karcı 2019).

Entropi, evrendeki sistemde ne olup bittiğini anlamamızı sağlayan en temel yasalardan biridir. Entropi, varlığın olduğu her yerdedir ve varlığın düzenden düzensizliğe karşı olan eğilimini ifade etmektedir. İlk defa 19. yüzyılda hayatımıza giren entropinin matematiksel ifadesi S harfidir. O dönemden günümüze kadar yapılan bütün entropi çalışmaları sonucunda hiçbir şekilde aksi bir durumla karşılaşılmamış olup, entropi kuralları her türlü ortamda geçerli olmuştur. Bu bağlamda da düzen, her zaman düzensizliğe doğru hareket etmiştir. Evrenin meydana geldiği andan itibaren ortaya çıkan potansiyel enerji, entropinin gerektirdiği şekilde hareket etmektedir. Evrende hissettiğimiz ve gördüğümüz her şeyin ilk günkü enerjiyle ortaya çıktığı ve bizim de bu enerjiyi kullandığımız açıkça ortadadır. Açığa çıkan bu potansiyel enerji, yavaş yavaş dağılmaya ve düzen bozulmaya başlamıştır. Bu sebeptendir ki yapılan tüm çalışmalar evrenin bundan sonraki gidişatına yöneliktir çünkü evrenin enerjisi giderek azalırken, entropisi ise hızla artmaktadır. Enerji kavramı hiçbir şekilde sabit kalmayıp, her zaman boşluğa ve hiçliğe akma eğilimindedir. Bu durumu en basit örneklerle ifade etmek gerekirse; sıcak bir şey her zaman soğuma eğilimindedir, donmuş bir buz eriyecek ve canlı olan her şey mutlaka bir gün ölecektir. Yani potansiyel enerji düşerken, entropi daima artacaktır (Gündüz 2006).

Farklı disiplinlerce birçok anlam kazanan entropi kavramı; yalnızca fizik alanında geçerli bir kavram değildir. Günümüzde biyoloji, sosyoloji, mühendislik ve görsel sanatlar gibi disiplinler arası alanlardaki çalışmalara altlık oluşturmaktadır. Özellikle kentsel alanlar, kentsel yayılma ve mekana dair yapılan analizler oldukça kullanışlı ve hassas sonuçlar vererek, sosyal olguların analitik bağlamda çözülmesini sağlamaktadır. Mekansal Entropi kavramı ilk olarak 1974 yılında Michael Batty tarafından geliştirilmiş, uygulama alanı olarak Los Angeles, Londra ve New York kapsamında nüfus bazlı yoğunluk ve dağılım konuları çalışılarak test edilmiştir. Çalışma sonucu olarak toplumu ve coğrafi etkileşimleri çok boyutlu sisteme taşıyarak kentsel unsurların mekansal tabanlı çözüme kavuşturulabileceğini saptamıştır (Esmer 2005; Cabral vd. 2013; Purvis vd. 2019).

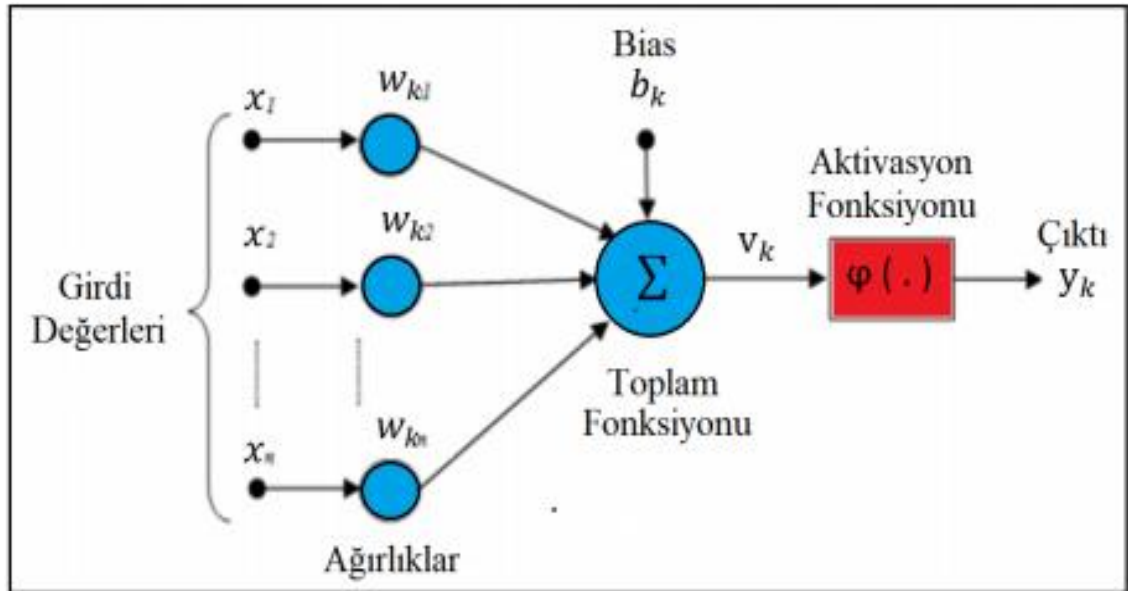
Kentsel mekanlara yönelik yapılan çalışmalarda kullanılan analitik yöntemler ve matematiksel modeller sayesinde; doğal yollarla ifade edilmesi güç olan unsurlar güvenilir bir şekilde saptanabilmektedir. Entropi yaklaşımıyla ele alınan mekânsal unsurların değerlendirilmesi; kente ve mekâna dair oluşturulan bu rasyonel çerçeve sayesinde kentsel mekân yaklaşımlarına teknik bir bakış açısı kazandırıp, kullanım niteliğini her geçen gün artırmaktadır. Entropi ile kentin mekânsal unsurları arasındaki en önemli ilişki; mekânsal bazda kentin bütünsel düzenini ve matematiksel ifadelerle

düzenlenmiş ölçekli uyumunu saptamak ve değerlendirmektir (Konuk 1992; Ekinoğlu vd. 2017).

GLCM entropi algoritması kullanılarak yapılan bu tez çalışmasında; kente ait uzaktan algılanmış görüntü üzerindeki mekânsal nesnelerin, kent bütünlüğüne ne derecede etkisi olduğu saptanarak kentin detaylı istatistiksel mekânsal analizi yapılmıştır. Hem mekânsal yapı hem de mekânsal alan olarak çift analizi yapılan kentin, önem ihtiva eden parçaları analiz edilerek kent uyumuna olan etkisi ölçülmüştür. Gerekli formül ve işlem adımları bir sonraki bölümde incelenerek, görsel ve istatistiksel sonuçları açıklanmıştır.

3.3.4. Yapay Sinir Ağları (YSA)

Yapay Sinir Ağları (YSA), yapay zeka biliminin araştırma alanlarından biri olan bilgisayar öğrenmesine yönelik çalışmaları kapsamaktadır. YSA sisteminde, sinir ağının nasıl modelleneceği tıpkı insan bedeni modellenir gibi bir sistem üzerine kurulu olup, insan beyni gibi düşünen bir makine üretilebilir mi sorusu temeline dayanmaktadır. Özetle ifade etmek gerekirse; YSA, biyolojik sinir sistemi baz alınarak oluşturulmuş matematiksel bir sanal ortam modellemesidir. YSA'nın çalışma temeli, en küçük birimleri ifade eden sinir hücresi olarak adlandırılan nöronlara dayanmaktadır. YSA; başta mühendislik uygulamaları olmak üzere birçok disiplini kapsayan ve özellikle çözülmesi zor karmaşık problemlerin modellemelerinde yaygın kullanım alanı bulmaktadır. YSA ile sonucu bilinmeyen bir durumun tahmin analizi yapılabileceği gibi, sonuçlanmış fakat doğruluğu test edilmesi gereken verilerin modellenmesi yapılabilmektedir. YSA modeli oluşturulurken, sisteme girilen ve tanıtılan verilerin iyi derecede eğitilmesi önemli bir durumdur. Bu yüzden ilgili ağ ne kadar iyi eğitilirse, sonuçlar da o derecede doğru olmaktadır. Temel bir YSA örneği aşağıdaki görselde (Şekil 3.43) ifade edilmiştir (Kaynar vd. 2011; Aksu ve Uçan 2016).



Şekil 3.43. Temel YSA örneği (Calp 2018)

Basit bir YSA çalışma sistemini anlatmak gerekirse; nöronlar, kendi üzerine bağlı olan sinyalleri toplayıp, bu bilgiler doğrultusunda karar vererek sinir hücresine iletmektedir. Modelde; girdi değerler nöron hattına iletilirken o hat üzerinde bir direnç oluşmaktadır. Bu direnç üzerinde her biri farklı ağırlık değeri ile çarpılıp bu değerlere göre nöronda toplanmaktadır. Nöron, gelen değerleri toplayıp ilgili fonksiyona göre bir değer bulup bunu çıktı olarak diğer nöronlara iletmektedir. İletim sürecinde de diğer nöronlar kendi üzerlerine gelen ağırlık bilgilerine göre bir tepki göstermektedir. Giriş değerleri 1'den istenilen değer kadar olabilmektedir ($X_1, X_2, \dots, X_n$). Söz konusu giriş değerleri, her bir değer için ağırlıklarla çarpılıp ($W_1, W_2, \dots, W_n$) toplanarak, belirlenen bir fonksiyon değerinden geçip, bu aktivasyon fonksiyonuna göre sonuç değerini vermektedir. Bias değeri skaler bir değer olup, toplamaya da aynı şekilde skaler olarak eklenerek giriş ve ağırlık değerleri işlemine artı bir değer olarak eklenmektedir. YSA tekniğinde kullanılan veriler, eğitim ve test kategorisi olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Eğitimdeki amaç, sinir ağına var olan ağırlık düzeylerini ayarlayıp, hata miktarını düşürmektir. Eğitimde gerçekleşen bu süreç, istenilen çıktı elde edilene kadar tekrar etmektedir. Oluşturulan modelin performansı, eğitim sürecine hiç dahil edilmeyen ve sisteme tanıtılmayan test verilerinin sinir ağına test edilmesiyle ölçülür. Çıkan sonuçlar, eğitimdeki sonuç değerlerinin uyumluluğu ile karşılaştırılarak değerlendirilmektedir (Yurtoğlu 2005; Kaynar vd. 2011).

Bu çalışmada, entropi yöntemine göre analiz edilen Ksanthos Antik Kenti'nin sayısal değerleri, kentin önem derecesini ifade edecek şekilde açıklanmıştır. YSA aracılığıyla, yapılan entropi tabanlı mekânsal analizin doğruluk oranı test edilmiş ve kullanılan yöntemin objektif açıdan geçerliliği bir kez daha ispatlanmıştır. İlgili kod ve işlem adımları sonraki başlıklarda ele alınıp, görsel ve sayısal değerlerle açıklanmıştır.

3.3.4.1. MATLAB'ın Temel Görüntü İşlemede ve YSA'da Kullanımı

MATLAB, Matrix Laboratory kelimelerinin ilk üç harfi baz alınarak oluşturulmuş ve matris laboratuvarı anlamına gelen sayısal hesaplama yazılımıdır. MATLAB sayesinde dijital görüntülerin işlenmesi, fonksiyon ve algoritma oluşturma gibi temel adımlar yapılabilir. Komut sistemiyle çalışan MATLAB, geniş kütüphane altyapısı ve uygulama örnekleri sayesinde birçok kullanıcıya uygun kullanım imkanı tanımaktadır (Aktaş 2015; URL- 4 2021).

Bu çalışmada temel düzeyde MATLAB kodlarıyla, Ksanthos kentinin GLCM Entropi işlemi için hava fotoğrafının gri düzeye dönüştürülmesi, RGB uzayında ve gri düzeydeki piksel değerlerinin matris sisteminde gösterimi ve son olarak YSA oluşturmak için kullanımı ifade edilmiştir. İlgili kısımlar bir sonraki bölümde işlem adımlarıyla birlikte gösterilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

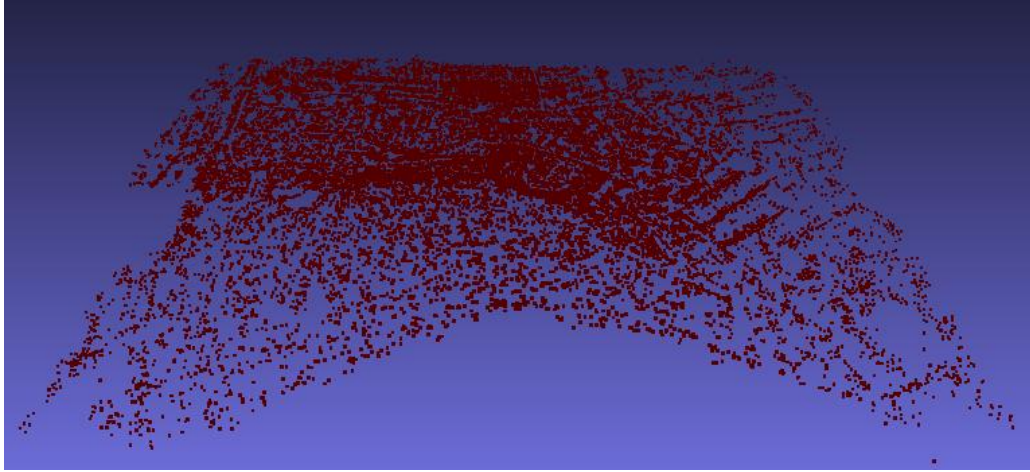
Çalışmada yer alan model görüntüler; Ksanthos kazı ekibi çalışmaları aracılığıyla temin edilen 28 Ağustos 2020 tarihli hava fotoğrafı ve model verileri ile MeshLab yazılımı arayüzü aracılığıyla sahanın gerçeklik detaylı görünümüne kavuşması sağlanmıştır. Sahaya ait detaylı nokta bulutları ve kentin sayısal arazi modeli sayesinde, sahaya ait 3D mesh yapısında modeli oluşturulmuştur. İHA aracılığıyla elde edilen görüntünün doku özellikleri ortaya çıkarılarak, söz konusu doku nesnelerinin mekansal bilgilerini kullanmaya yönelik yeni bir işlem aşaması daha başlatılmıştır. Uzaktan algılanmış görüntünün piksel bazlı özelliklerini kullanarak görüntünün ArcGIS programında mekansal yapılanmayı oluşturan unsurların sınırları belirlenmiş, daha sonra Definiens eCognition yazılımında GLCM Entropi parametresi kullanılarak kent vaziyet planındaki mekanlara ve mekansal yapılara ait entropi değerleri bir önceki bölümde belirtilen GLCM Entropi formülü kullanılarak 0° , 45° , 90° , 135° lik dört farklı yönden tek tek hesaplatılmış, mekansal işlem sonucunda görüntüde kayma veya sapma olmaması için bu değerler toplanıp ortalama değer olan All Entropi değeri olarak tekrar formülize edilerek çıkan sonuç çıktısı alınmıştır.

4.1. İHA ile Modelleme

Tarihi kültürel miras değerlendirilmelerinde; İHA yardımı ile ilgili çalışma alanına dair dokusal özellikleri çıkarılıp istenilen doğrultuda belgeme niteliğinde kullanımı sağlanabilmektedir. Bu başlıkta; çalışma sahasına ait noktaların ve hava fotoğraflarının alımına yönelik işlemlere ve çıktı görsellerine yer verilmiştir. Kentin hava fotoğrafları ile Sayısal Arazi Modeli (SAM)'nin oluşturulması için alınan görüntülerden çözünürlüğü yüksek olan nokta bulutu üretimi ile uygulama başlatılmıştır. Nokta bulutları sayesinde kente ait mekansal alanların daha detaylı ve gerçeğe en yakın halinin dijital ortamda görüntülenmesi tanımlanmıştır. Kentin detaylı olarak çıkarılmış ortofotosuna dair mekansal alanlara dair görseller sunularak, nokta bulutu oluşturma işlemlerinden sonra araziden alınan fotoğraflarla kente ait yüzey giydirilmiş mesh yapı özelliği taşıyan 3 boyutlu modeli üretilmiştir. Son olarak SAM oluşturularak kentin mekansal yapısına dair yükseklik bilgisi detaylı olarak sunulmuştur.

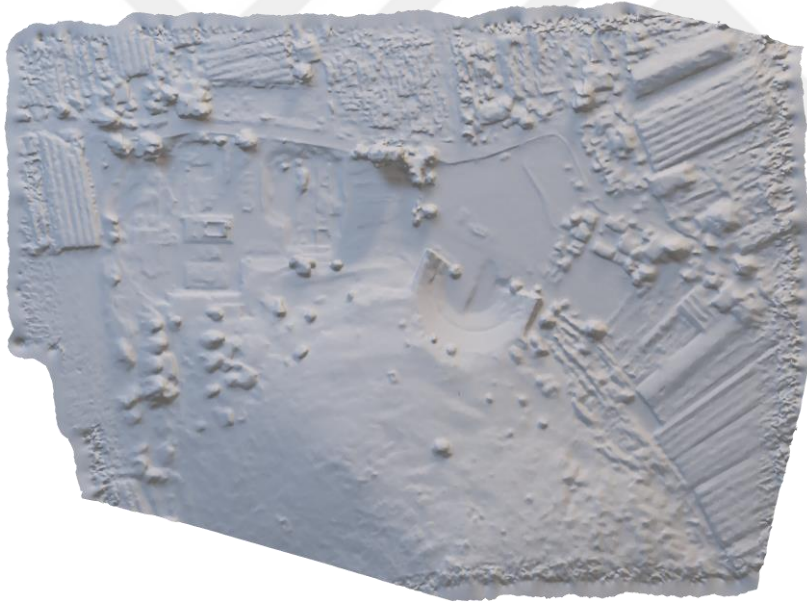
İşlem için ilk önce çalışma sayfasına yönelik koordinat sistemi ayarlama işlemi tamamlanmıştır. Kameranın doğruluğu yani dönüklük derecesi ayarlanıp, çalışma sahasına ait çekilen fotoğraflar, ilgili arayüz ile açılarak çalışma sahasına yönelik çekilen fotoğraflar yüklenmiştir. Fotoğraflar yüklendikten sonra fotoğraflara ait enlem ve boylam değerleri gelmektedir. Fotoğrafların ilk modelleme aşamasında projenin doğruluğu amacıyla; modelin yüksek veya düşük kalite ayarlarına yönelik ayarda High seçeneğiyle yüksek doğrulukta ilk aşama tamamlanmıştır.

Dengeleme işlemi için kameranın odak uzaklığı ve kayma değerleri işaretlenerek dengeleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Uçuş kaç cm ortalama ile ölçülmüş ise o cm değerine kadar olan hata miktarları kabul edilebilir düzeydedir. Oluşturulan dengelemedeki hata miktarlarının teyidi amacıyla görüntü üzerindeki atılmış noktaların yerleri ve kontrol noktalarının kayıklık konumları kontrol edilmiştir. Nokta bulutu işlemi için Dense cloud/ Point cloud sekmeye dengelenmiş görüntü üzerinde işlem gerçekleştirilmiştir. Export etme işlemi ile çalışma sahasının bir bölümüne ait nokta bulutları MeshLab yazılımı ile görüntülenmiştir (Şekil 4.1).



şekil 4.1. Ksanthos Antik Kenti sahaya ait belirli nokta bulutu MeshLab görünümü

Mesh yani katı model üretimi için elde edilen nokta bulutunun devamı niteliğinde nokta bulutu üzerinde Mesh sekmesiyle görüntünün 3D katı modeli oluşturma işlemi gerçekleştirilmiştir (şekil 4.2).



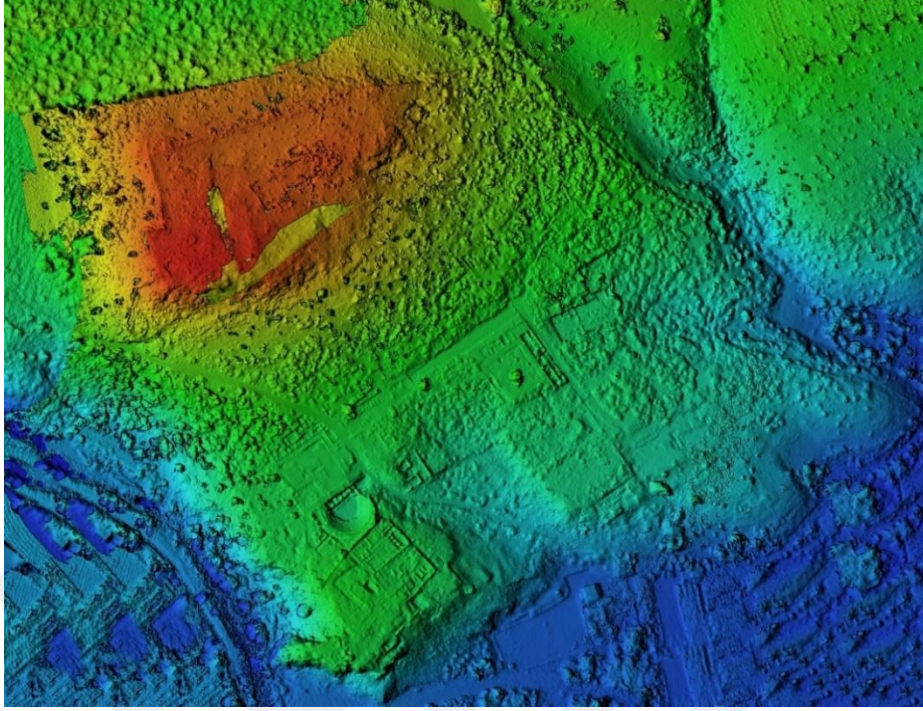
şekil 4.2.    en modeli ile yüzey giydirmeye işlemi Mesh yapısı

Ortomozai  işlemi için sistem; yüzey olarak üretilen katı modeli kullanır ve bu işlem için sisteme gerekli komut verildiğinde çalışma sahasına ait ortomozai  ve ortofoto modelleri oluşturulmuştur. Görüntünün yüzeyle giydirilmiş hali olan ortofoto için kentin mekansal alanlarına ait örnekleri şekil 4.3 'te gösterilmiştir.



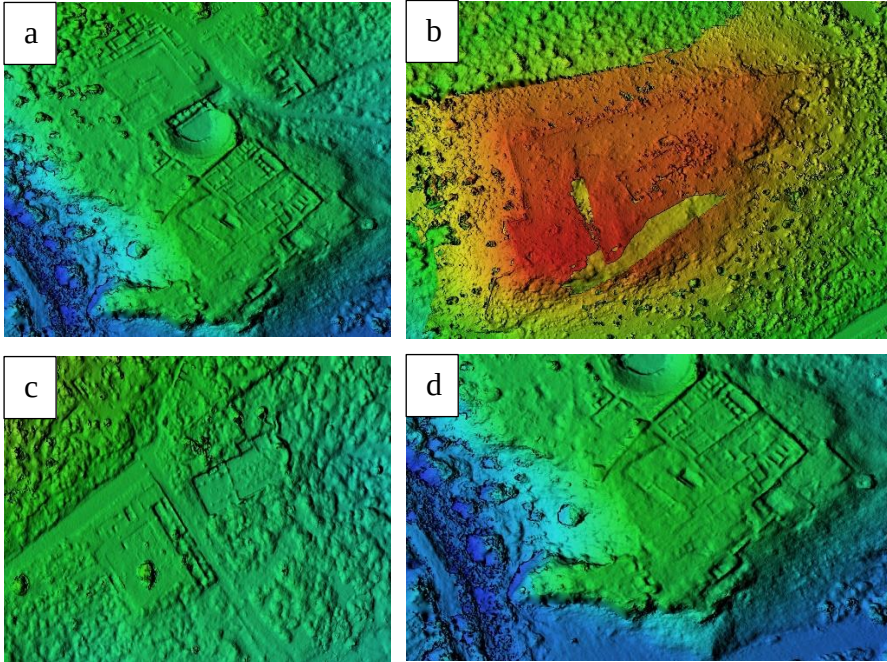
şekil 4.3. Oluşturulmuş ortofotoya ait kent mekanı detayları; **a)** Agora ve Tiyatro; **b)** Sütunlu Cadde, Katedral, Sivil Bazilika ve Kent Meydanı detayları; **c)** Akropol; **d)** Nereidler Anıtı

Bu işlem tamamlandıktan sonra çalışma sahasına ait SAM modeli oluşturularak, kentin mekansal yapılarını ve mekansal alanlarının yükselik bilgisine dair modeli üretilmiştir (şekil 4.4) (şekil 4.5).



Şekil 4.4. Ksanthos Antik Kenti Sayısal Arazi Modeli (SAM)

Oluşturulan bu SAM ile; çalışma sahasını oluşturan kentin mekansal unsurlarının yükseklikleriyle beraber SAM üzerinde gösterilmiştir. En yüksek noktayı oluşturan Hac Bazilikası turuncu renk ile 118 m, en düşük alanlar ise mavi renkle 20 m’den itibaren yükselmektedir.



Şekil 4.5. Ksanthos Antik Kenti SAM kent mekanı detayları; **a)** Agora ve Tiyatro, Akropol ile birlikte görünüm **b)** Hac Bazilikası **c)** Katedral ve Sivil Bazilika; **d)** Eşen Çayı ile Likya Akropolü görünümü

4.2. GLCM Entropi ile Mekansal Analiz

Çalışma için; kentin 8 mekansal kısım/mahalle ve 27 mekansal yapı unsuru üzerine yapılan uygulamada elde edilmek istenen amaç; kentin bütününde mekansal unsurların birbirleriyle oluşturduğu uyum ve bütünlüğü etkileyecek mekansal alan ve yapının önem derecesini GLCM entropi formülü aracılığıyla ölçmektir. Bu sayede tarihi kent mekanlarının önem dereceleri ikili karşılaştırma yapılarak birbirleri arasındaki ilişkiler saptanabilecektir. Mekansal analizde; kentte var olan mekansal unsurların önemini değerlendirme ölçümlerinin kentin görsel olarak sunduğu ve bütün halinde oluşturduğu uyumun ölçeklendirilmesindeki dağılım düzeyleri hesaplanmaktadır.

Bu çalışmada; kentin bütünlüğünü oluşturan mekansal nesnelerin değerlendirme ölçütü parça-bütün ilişkisi baz alınarak, mekansal analizin yöntemi belirlenmektedir. Analiz yöntemi belirlendikten sonra kentin hava fotoğrafına dair yapılan işlem aşamasında; ArcGIS yazılımında, vaziyet planı baz alınarak 1 numaralı yapı unsurundan başlanarak teker teker 27 yapı unsuru “Extract by Polygon” seçeneği ile ve mekansal yapının şekline göre koordinat değerleri girilip, koordinat sınırları dahilinde, tüm görüntüden çıkarılmıştır. Aynı işlem yine vaziyet planında sınırlandırılmış olan kentin mekansal kısımları/mahalleleri için de yapılmıştır. Piksel tabanlı işlem yapılacağından ötürü; görüntüden çıkarılan mekansal parçaların oluşturduğu boşluğa “Null” değerleri atanarak “No data” görünümüne getirilmiştir. Böylece; Definiens programında piksel bazlı yansıma için yapılacak işlemde; görüntüden çıkarılan mekanların ve mekansal yapıların değerleri “boş” olarak görülecek ve bütün görüntüye göre olan entropi değerindeki değişim gözlemlenecektir. Her bir mekansal görüntü ArcGIS ortamında 8 bit boyutunda kaydedilerek, GLCM entropi için ön hazırlık tamamlanmıştır.

Entropi, piksel tabanlı çalışma sistemine dayandığı için, uygulamada kullanılan görüntünün dönüştürülmesi, RGB uzayındaki rastgele seçilmiş NxN matrisinin piksel değerlerinin gösterimi, GLCM işlemi için görüntünün gri seviyeye dönüşüm aşamaları temel MATLAB fonksiyonları ile yapılmıştır. İşlemler şu şekilde olmaktadır:

Görüntü, klasörde yer alan orijinal.jpg dosyası MATLAB’ın imread fonksiyonu ile okutularak “img” isimle matrise atanıp, resmin piksel değerleri saklanmıştır. Daha sonra görüntü, imshow komutuyla görüntülenerek (Şekil 4.6), görüntünün piksel boyutları hesaplatılmıştır.

```
img = imread('orijinal.jpg');
```

```
imshow(img)
```

```
size(img)
```

```
ans=
```

```
12431    12431    3
```



şekil 4.6. Ksanthos Antik Kenti dönüştürülmüş orjinal görüntü

Görüldüğü üzere, çalışma için kullanılacak görüntü; 12431x12431 boyutunda renkli bir görüntü olup, aynı zamanda img değişkeni olarak atanan matrisin boyutu 12431x12431x3'tür. RGB görüntüler, görüntüde yer alan her bir piksel için 3 eleman tanımlı 3 boyutlu diziler topluluğu anlamına gelmektedir. RGB için eleman anlamı sırasıyla Kırmızı, Yeşil ve Mavi değerleridir. Elimizdeki 8 bitlik görüntünün kaç farklı piksel renginden oluştuğu 2^n formülü ile hesaplanıp, n değeri görüntüdeki bit sayısını ifade etmektedir. O halde bu görüntü; $2^8 = 256$ 'dan, 0-255 değerleri arasında renklerden oluşurken, resimdeki toplam pikseller (R, G, B) $255^3 = 16777216$ farklı renk ile ifade ediliyor anlamına gelmektedir. Bu durumu gösterir kod devam ettirilerek, c değişkenine atanan img matrisinin 5x5'lik matrisi; RGB uzayında sırasıyla (R, G, B) şu piksel değerlerini ifade etmektedir:

```
c = imresize (img, [5,5])
```

```
5×5×3 uint8 array
```

```
c (:, :, 1) =
```

```
164 171 179 170 170
```

```
173 148 158 161 165
```

```
178 155 153 156 157
```

```
179 159 166 165 152
```

```
176 175 159 153 164
```

```
c (:, :, 2) =
```

```
159 159 172 160 166
```

```
159 142 151 151 161
```

```
165 149 146 149 154
```

```
163 154 156 155 149
```

```
165 166 154 149 156
```

```
c (:, :, 3) =
```

```
145 146 155 152 162
```

```
158 129 136 136 155
```

```
164 137 139 139 147
```

```
162 147 155 151 140
```

```
159 162 144 134 145
```

Hesaplanan bu değerler $c(:, :, 1)$ 'de 5x5 boyutlu Red (Kırmızı) matrisi piksel değerlerini, $c(:, :, 2)$ 'de 5x5 boyutlu Green (Yeşil) matrisi piksel değerlerini, $c(:, :, 3)$ 'te ise 5x5 boyutlu Blue (Mavi) matrisi piksel değerlerini gösterip, hepsi renkli bir görüntüyü yani RGB görüntüyü oluşturmaktadır. GLCM tabanlı entropi yönteminde, görüntüdeki piksel değerlerinin yansıması ve söz konusu görüntünün gri renk seviyesindeki piksel değerleri uygulama temelini oluşturduğu için, orijinal görüntü gri görüntüye dönüştürülerek piksel değerleri gösterilmiştir.

MATLAB çalışma sayfasına img olarak atanan görüntü matrisi, “gray” ismi ile gri renk matrisine atanmıştır. Görüntü imshow komutuyla açılarak (Şekil 4.7), görüntü

boyutu ve 5x5'lik matrisinin piksel boyutları hesaplanmıştır. Bu işlem için gerekli kodlar şu şekildedir:

```
gray=rgb2gray(img);
```

```
imshow(gray);
```



Şekil 4.7. Ksanthos Antik Kenti gri renge dönüştürülmüş görüntü

```
size(gray)
```

```
ans =
```

```
12431    12431
```

Görüldüğü üzere gri renge dönüştürülmüş görüntünün boyutu 12431x12431 olup, görüntüdeki her piksel 8 bit ile ifade edilerek, 0 siyah rengi ve 255 değeri ise beyazı ifade etmektedir. Böylece görüntüdeki her bir pikselin alabileceği değer aralığı 0 ile 255 arasında değişim göstermektedir.

Bu bağlamda; d değişkenine atanan gri görüntünün 5x5 lik matrisinin piksel değerlerini ifade eder kod devam ettirilerek şu şekildedir:

d = imresize (gray, [5,5])

d =

5×5 uint8 matrix

159 161 172 162 167

163 143 151 152 161

169 149 148 150 154

168 154 158 157 149

168 168 154 149 157

MATLAB ortamında GLCM Entropi için altyapısı oluşturulan işlem adımlarından sonra, kentin mekânsal unsurlarının ArcGIS ortamında orijinal görüntüden çıkarılıp, piksel değeri atama işlemi Şekil 4.8 ve Şekil 4.9’da gösterilmiştir.



Şekil 4.8. ArcGIS yazılımı yapısal bazda görüntüden çıkarma işlemi

Siyah renkli kare alan, kentin Hac Bazilikası’nı göstermektedir. Çıkarılan alanın piksel anlamdaki değeri, yapılan Null atama işlemiyle geçersiz hale getirilmiştir. Bu görsel, yapısal düzeyde yapılan işlemi ifade edip, kalan 26 yapı için de aynı işlemler sırasıyla yapılmıştır.



Şekil 4.9. ArcGIS yazılımı kısım/mahalle görüntüden çıkarma işlemi

Definiens yazılımı ile birlikte uzaktan algılanmış görüntülerin amaç dahilindeki nesnelere yönelik parametreleri, birçok hiyerarşik algoritma yöntemleri kullanılarak çıkartılmaktadır (Definiens 2007; Tekin vd. 2018). Daha nitelikli sonuçlar elde edilebilmesi için uygulamaya teknik olarak farklı segmentasyon seçenekleri dahil olup, bütünün en küçük parçalara ayrılarak detaylı analizine alt yapı oluşturulması sağlanmaktadır. Bu çalışma için “Satranç Daması Segmentasyon (Chessboard Segmentation)” yöntemi kullanılarak mevcut görselin dokusuna yönelik nesnelerin analizi oluşturulmuştur.

Çalışmada; 28 Ağustos 2020 tarihinde Ksanthos kazı ekibi tarafından İHA aracılığıyla çekilen hava fotoğrafı kullanılmıştır. İşlem için görüntüde herhangi bir teknik sıkıntı olmayıp, kentin tüm sınırları görünür olacak şekilde kullanıma hazır hale getirilmiştir. İlk işlem adımı için, ArcGIS ortamında düzenlenmiş ve kentten herhangi bir mekansal unsurun çıkarılmadığı 8 bitlik orijinal görüntü Definiens yazılımında açılmıştır. Çalışma penceresi olarak 4 ayrı pencerede çalışılıp, tüm işlemler ardışık şekilde yapılmıştır. GLCM ; kare tabanlı çalışma sistemine sahip olduğu için, mevcut görüntünün piksel boyutları eşitlenerek kare haline getirilmiştir. Ölçeklenen görüntünün piksel boyutları 12431x12431 piksel olacak şekilde dönüştürülmüştür. Çalışmada; Satranç Daması Segmentasyon yöntemi kullanılarak görüntüdeki her bir pikselin eşit olarak değerlendirilmesindeki doku çalışmaları; GLCM Entropi parametresi kullanılarak yapılmıştır.

Tekstür parametrelerinin kullanımdan önce mevcut görüntünün normalize edilmesi gerekli olduğu için; görüntü ilk önce normalize edilerek (Çizelge 4.1), GLCM entropi değeri ilgili formül (Çizelge 4.2) ile hesaplanmış, her bir mekânsal alan ve mekânsal yapı için aynı formül uygulanarak değerler hesaplatılmıştır.

Çizelge 4.1. GLCM işlemi öncesi görüntü normalizasyon formülü

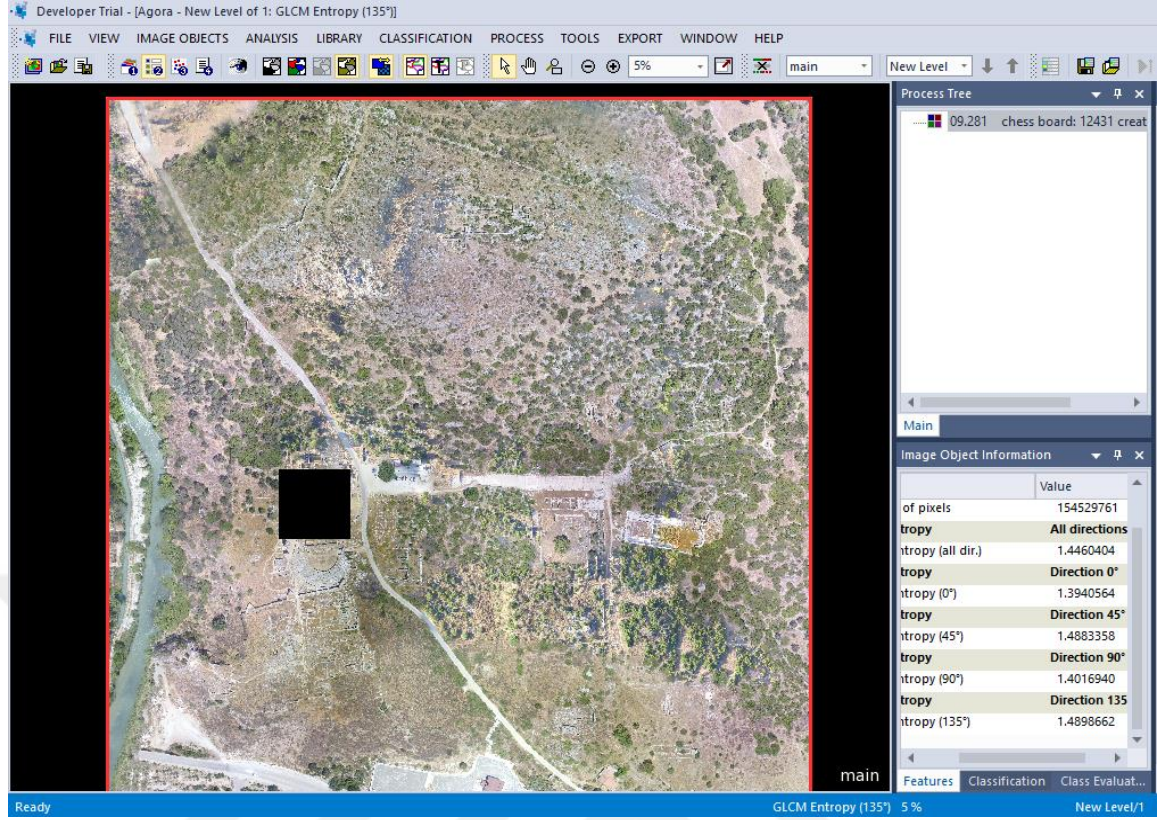
Belirlenen Yöntem	Normalize Formülü
Entropi	$P_{i,j} = \frac{V_{i,j}}{\sum_{i,j=0}^{N-1} V_{i,j}}$
i: satır sayısı (referans piksel değeri) j: sütun sayısı (komşu piksel sayısı) $V_{i,j}$: matriste i ve j hücre değerleri	$P_{i,j}$: i ve j hücrelerinin normalize edilmiş değerleri N: satır ya da sütun sayısı

Çizelge 4.2. Definiens yazılımı ile kullanılan parametre ve hesaplanan formül

Parametre	Parametre Formülü
GLCM Entropi	$\sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j} (-\ln P_{i,j})$
i: sıra (satır sayısı) j: sütun sayısı $P_{i,j}$: normalize edilmiş i ve j değeri N: satır veya sütun sayısı	$\ln(0)$ işlemi tanımlı olmadığı için bu değer; $\ln(0) = 0$ olarak kabul edilmektedir. Değer aralığı: [0;90]

Orjinal görüntünün 0°, 45°, 90° ve 135°'lik entropi değerleri hesaplandıktan sonra yön sabiti elde etmek amaçlı bu dört açıdan hesaplanan değerler toplanıp, ortalaması alınmıştır. Her bir açı için kendi içinde hesaplanan bu değerler sonucunda her görüntü için 4 farklı açıdan elde edilen entropi değeri artı ortalama entropi değeri olmak üzere toplamda 5 adet entropi değeri elde edilmiştir.

Analizin başlangıcında orijinal görüntünün değerlerinin hesaplatılması şarttır çünkü görüntüden çıkarılan mekansal parçalara referans olacak sabit bir görüntü değeri bulunmalıdır. Mekansal alan ve yapı unsurlarının dahil edileceği entropi işleminin analiz sonuçları, orjinal görüntü baz alınarak değerlendirilecektir. Orjinal görüntü için yapılan bu işlem adımları, kenti oluşturan mekansal kısım görselleri ve mekansal yapı unsurları görselleri için de kendi içinde ayrı ayrı hesaplanmıştır (Şekil 4.10). Hem yapısal bazda hem de kısımsal bazda oluşturulan analizde kentte yer alan 27 yapı için toplamda 135, kentin mahalleleri için yani mekansal alanları için 8 farklı görüntüden toplamda 40 entropi değeri hesaplanmıştır. Böylelikle hesaplanan toplam GLCM entropi sayısı 175'tir. Hesaplanan bu değerler; Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4'te gösterilmiştir. Değerlerin kentin geneline olan dağılımı ve etkisi histogram oluşturularak gösterilip, değerlendirme aşamasına geçilmiştir.



Şekil 4.10. Definiens yazılımı aracılığıyla hesaplanmış GLCM Entropi değerleri

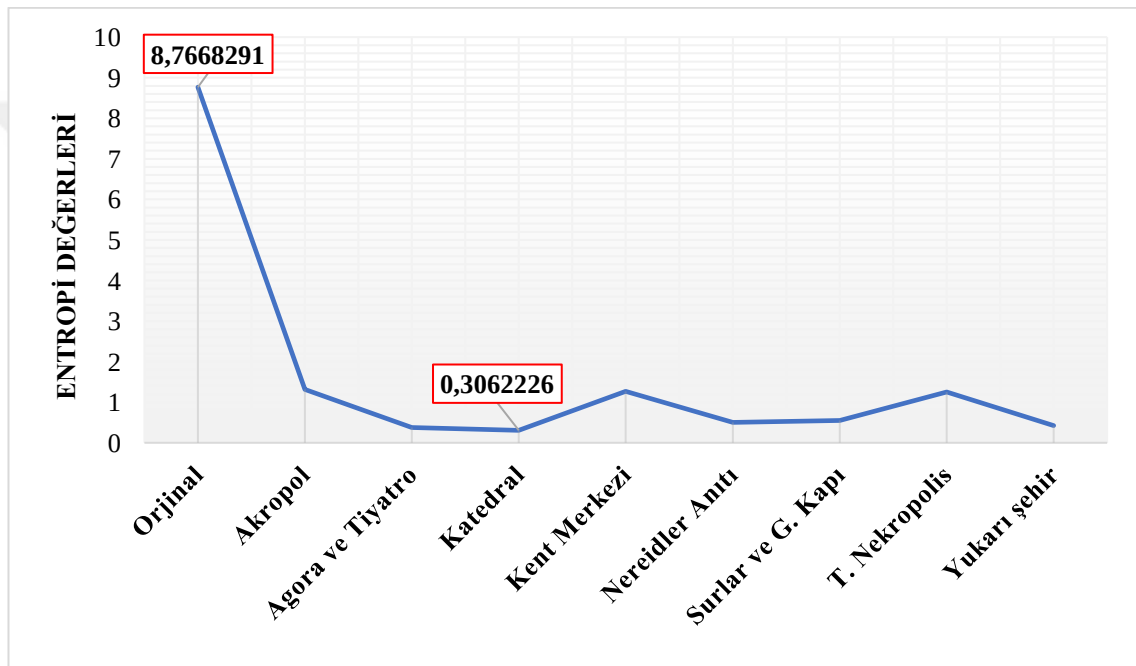
Çizelge 4.3. Mekansal Alan Entropi Değerleri

Kısım Adı	Entropi				
	All	0°	45°	90°	135°
Orjinal Görüntü	8,7668291	8,6098463	8,8926381	8,6372734	8,8962684
Akropol	1,317366	1,2827425	1,3434884	1,2887899	1,347754
Agora ve Tiyatro	0,3747044	0,3712897	0,3780344	0,3721683	0,377128
Katedral	0,3062226	0,3033567	0,3087542	0,304223	0,3084106
Kent Merkezi	1,2666733	1,2338193	1,2916658	1,2385282	1,2963659
Nereidler Anıtı	0,4998721	0,4865643	0,5118163	0,4891832	0,5107231
Surlar ve G. Kapı	0,5525985	0,530905	0,5716643	0,5349415	0,5707702
T. Nekropolis	1,2519162	1,2169374	1,2803775	1,2208503	1,2827716
Yukarı Şehir	0,4251828	0,4163538	0,4326514	0,418097	0,4328844

8 farklı mekansal alana uygulanan GLCM Entropi hesap değerleri yukarıdaki çizelgede görüldüğü gibidir. Hesaplama işlemi 0°, 45°, 90° ve 135°'lik açılarla oluşturulup ortalama tüm değerler Entropi All değerleri üzerinden gösterilmektedir. Kentin geneli için hesaplanmış orjinal görüntü Entropi All değeri üzerinden diğer mekansal alanların All entropi değerleri farkı alınarak GLCM Entropi değer düşüşleri hesaplatılmış ve Çizelge 4.4'te gösterilmiştir. Değer farklarına yönelik oluşturulan histogramda (Şekil 4.11) mekansal alan entropi değer dağılımları gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Mekansal Alan Entropi Fark Değerleri

Kısım Adı	Fark	Değer
Akropol	$(8,7668291) - (1,3173660)$	7,4494631
Agora ve Tiyatro	$(8,7668291) - (0,3747044)$	8,3921247
Katedral	$(8,7668291) - (0,3062226)$	8,4606065*
Kent Merkezi	$(8,7668291) - (1,2666733)$	7,5001558
Nereidler Anıtı	$(8,7668291) - (0,4998721)$	8,266957
Surlar ve Güney Kapı	$(8,7668291) - (0,5525985)$	8,2142306
Tepedeki Nekropolis	$(8,7668291) - (1,2519162)$	7,5149129
Yukarı Şehir	$(8,7668291) - (0,4251828)$	8,3416463



Şekil 4.11. Mekansal Alan Entropi Değişim Grafiği

Analiz sonuçlarına bakıldığında; ortalama değer üzerinden yorum yapılacak olursa; orjinal görüntünün ortalama entropi (All) değeri 8,7668291'dir. Görüntüde analize dahil edilen mekansal alanların değerleri incelendiğinde orjinal görüntüye göre en çok düşüşün yaşandığı mekansal alan; Katedraldir. Katedral değerinden sonra Agora ve Tiyatro mekansal alanı, üçüncü sıradaysa Yukarı Şehir kısmı bu değeri takip etmektedir. Mekansal alan için oluşturulan çizelge, kentin mekansal yapıları için de yapılmıştır ve Çizelge 4.5'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. Mekansal Yapı Entropi Değerleri

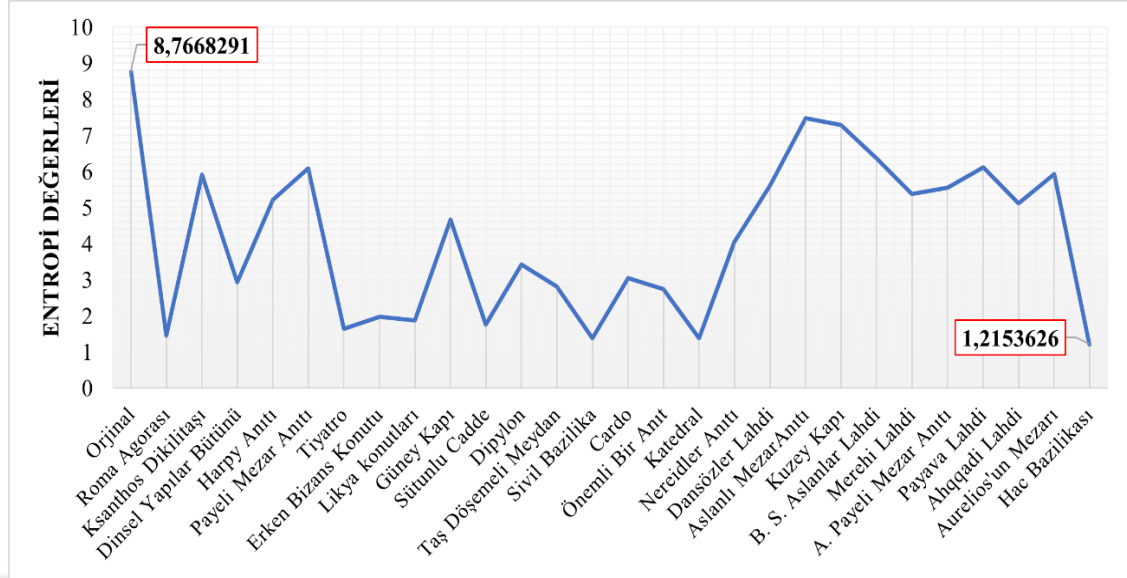
Yapı Adı	Entropi				
	All	0°	45°	90°	135°
Orjinal Görüntü	8,7668291	8,6098463	8,8926381	8,6372734	8,8962684
Roma Agorası	1,4460404	1,3940564	1,4883358	1,4016940	1,4898662
Ksanthos Dikilitaşı	5,9047487	5,7559530	6,0131251	5,7819441	6,0210629
Dinsel Yapı Bütünü	2,9344237	2,8482130	2,9956804	2,8615880	3,0014516
Harpy Anıtı	5,2232952	5,0831851	5,3232518	5,1081568	5,3311099
Payeli Mezar Anıtı	6,0857704	5,9350047	6,1963346	5,9612840	6,2040313
Tiyatro	1,6483664	1,5906723	1,6929352	1,6006990	1,6966076
E. Bizans Konutu	1,9729292	1,9085343	2,0220017	1,9188827	2,0258285
Likya Konutları	1,8757037	1,8131615	1,9238496	1,8231149	1,9273262
Güney Kapı	4,6608932	4,5309302	4,7523830	4,5540143	4,7600751
Sütunlu Cadde	1,7599309	1,6997783	1,8074169	1,7083159	1,8103847
Dipylon	3,4190022	3,3199523	3,4880150	3,3361462	3,4946642
Taş Döşemeli M.	2,8173100	2,7339924	2,8770241	2,7469040	2,8823897
Sivil Bazilika	1,3788131	1,3287813	1,4178151	1,3371153	1,4216533
Cardo	3,044233	2,9550869	3,1070267	2,9694190	3,1131195
Önemli Bir Anıt	2,7475019	2,6659147	2,8063586	2,6784232	2,8116040
Katedral	1,3866573	1,3375361	1,4264324	1,3449312	1,4283221
Nereidler Anıtı	4,0471759	3,9314399	4,1275241	3,9514918	4,1349638
Dansözler Lahdi	5,6096569	5,4642294	5,7148157	5,4899401	5,7226962
Aslanlı Mezar Anıtı	7,4709582	7,3116241	7,5916046	7,3387838	7,5980548
Kuzey Kapı	7,2794895	7,1215521	7,3990005	7,1483775	7,4055779
B. S. Aslanlar Lahdi	6,3528896	6,1998860	6,4654336	6,2263525	6,4730575
Merehi Lahdi	5,3803556	5,2376472	5,4825849	5,2629686	5,4905539
A. P. Mezar Anıtı	5,5496263	5,4049091	5,6539652	5,4305321	5,6618962
Payava Lahdi	6,1159893	5,9649520	6,2269238	5,9911708	6,2346428
Ahqqadi Lahdi	5,1202153	4,9816889	5,2188634	5,0063821	5,2268998
Aurelios'un Mezarı	5,9228435	5,7737892	6,0314418	5,7998761	6,0392581
Hac Bazilikası	1,2153626	1,1727976	1,2490850	1,1790083	1,25240086

Yukarıdaki çizelgede görüldüğü üzere Ksanthos Antik kentine ait vaziyet planında belirlenmiş 27 farklı mekansal yapıya uygulanan GLCM Entropi hesap değerleri hesaplanmıştır. Yapılan analiz hesaplama işlemi 0°, 45°, 90° ve 135° 'lik açılarla oluşturulup ortalama tüm değerler Entropi All değerleri üzerinden gösterilmektedir. Kentin geneli için hesaplanmış orjinal görüntü Entropi All değeri üzerinden kentin diğer mekansal yapı All entropi değerleri farkı alınarak GLCM Entropi değer farkları hesaplatılmış ve Çizelge 4.6'da gösterilmiştir. Ortaya çıkan değer farklarına yönelik oluşturulan histogramda (Şekil 4.12) mekansal yapı entropi değer dağılımları gösterilmiştir

Çizelge 4.6. Mekansal Yapı Entropi Fark Değerleri

Yapı Adı	Fark	Değer
Roma Agorası	(8,7668291) – (1,4460404)	7,3207887
Ksanthos Dikilitaşı	(8,7668291) – (5,9047487)	2,8620804
Dinsel Yapılar Bütünü	(8,7668291) – (2,9344237)	5,8324054
Harpy Anıtı	(8,7668291) – (5,2232952)	5,5435339
Payeli Mezar Anıtı	(8,7668291) – (6,0857704)	2,6810587
Tiyatro	(8,7668291) – (1,6483664)	7,1184627
Erken Bizans Konutu	(8,7668291) – (1,9729292)	6,7938999
Likya Konutları	(8,7668291) – (1,8757037)	6,8911254
Güney Kapı	(8,7668291) – (4,6608932)	4,1059359
Sütunlu Cadde	(8,7668291) – (1,7599309)	7,0068982
Dipylon	(8,7668291) – (3,4190022)	5,3478269
Taş Döşemeli Meydan	(8,7668291) – (2,8173100)	5,9495191
Sivil Bazilika	(8,7668291) – (1,3788131)	7,3880160
Cardo	(8,7668291) – (3,0442330)	5,7225961
Önemli Bir Anıt	(8,7668291) – (2,7475019)	6,0193272
Katedral	(8,7668291) – (1,3866573)	7,3801718
Nereidler Anıtı	(8,7668291) – (4,0471759)	4,7196532
Dansözler Lahdi	(8,7668291) – (5,6096569)	3,1571722
Aslanlı Mezar Anıtı	(8,7668291) – (7,4709582)	1,2958709
Kuzey Kapı	(8,7668291) – (7,2794895)	1,4873396
B. Saldıran Aslanlar Lahdi	(8,7668291) – (6,3528896)	2,4139395
Merehi Lahdi	(8,7668291) – (5,3803556)	3,3864735
A. Payeli Mezar Anıtı	(8,7668291) – (5,5496263)	3,2172028
Payava Lahdi	(8,7668291) – (6,1159893)	2,6508398
Ahqqadi Lahdi	(8,7668291) – (5,1202153)	3,6466138
Aurelios’un Mezarı	(8,7668291) – (5,9228435)	2,8439856
Hac Bazilikası	(8,7668291) – (1,2153626)	7,5514665*

Ksanthos Antik Kenti’ne dair yapılan yapısal düzeydeki mekansal analiz sonuçları için, All Entropi değerleri üzerinden yorumlandığında; orjinal görüntünün ortalama entropi (All) değeri 8,7668291’ dir. Kent için görüntüdeki mekansal analize dahil edilen yapıların orijinal görüntüye farkla entropi değerinin en çok düşüş gözlemlendiği yapılar sırasıyla; Hac Bazilikası, Sivil Bazilika ve Katedral’dir. İlgili sonucun grafiksel dağılımı Şekil 4.14’te ifade edilip, görsele göre de en çok entropi değer düşüşünün yaşandığı yapılar bariz olarak görülmektedir.



Şekil 4.12. Mekansal Yapı Entropi Değişim Grafiği

Günümüz mekansal analiz çalışmalarında birçok farklı yöntemin kullanıldığı bilinmektedir. Tekstür parametrelerine bağlı sayısız analizin yapıldığı ve entropi konulu uygulamaların günümüze kazandırdığı teknik boyutlar, kullanıcıya birçok uygulama alanı kazandırmaktadır. Entropi çalışmalarına farklı bir bakış açısı kazandırmayı amaçlayan bu çalışma, yapılan hesap ve analiz ile ortaya çıkan sonuçlarının doğruluğunu ölçmek için ek bir uygulama daha yapılmıştır. Bunun amacı, bu yöntem ile yapılacak olan mekansal analizlerin gelecek çalışmalar için kullanım güvenilirliğini sağlamaktır.

4.3. YSA ile GLCM Entropi Analiz Tahmini

Bu bölümde yapılan YSA çalışması, MATLAB arayüzünde YSA için kullanılan “nntool” arayüzüne girilen verilerin tahmini sonuç çıktısını kapsamaktadır. Bu sebeple, entropi ile yapılan mekansal analizde, YSA için gerekli problemi tanımlamak önemlidir. Sistemin çalışması için performans değerlendirme kriterlerini, eldeki veriler ile ilişkilendirmek esastır. GLCM Entropi ile oluşturulan mekansal analiz çıktı tablosu incelendiğinde; kentin mekansal yapı ve mekansal alanları tek bir kategoride toplanmıştır. Analiz girdisi olarak hesaplanan entropi açıları, toplamda 5 girdi olarak değerlendirilmiş ve kendi içinde bu değerlerin toplam sayısı 175’tir. Çıktı değeri için; kentin entropi analiz sonucuna göre önemli çıkan mekansal yapı ve alanlarına sınıf değeri olarak “1”, diğerlerine ise “0” değeri atanmıştır. Doğru bir modelleme için 1 ve 0 değerlerinin birbirine yakın miktarda olmasına dikkat edilerek sisteme tanımlanmıştır. Böylelikle, YSA için oluşturulan modelin, yapılan entropi analizinin tahmin oranını bulunup, sistemin doğru çalışıp çalışmadığı tespit edilecektir. Hedef; orijinal görüntüdeki entropi değerinin, analizden sonra gözlemlenen değişiminde entropi yönlerinin etkisini ve böylece kentin mekansal unsurlarının önem derecesi sınıfını tahmin ettirmektir.

YSA işleminde, arayüzde tanımlanan aktivasyon formülleri vardır. Bu fonksiyonlar yapılacak işlem türüne bağlı olarak değişim göstermektedir. Bir YSA sisteminde aktivasyon fonksiyonlarının kullanımı, oluşturulan sinir ağının daha iyi öğrenmesini sağlayıp, sistemin olumlu yönde çalışmasına etki etmektedir. Çalışmada,

yaygın olarak kullanılan ve iyi bir sınıflandırıcı olan LOGSIG (Logaritmik Sigmoid) fonksiyonu kullanılmıştır. Aktivasyon fonksiyonu tercih edildikten sonra, verilerin normalizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. LOGSIG için veri normalize formülü şu şekildedir;

$$X_{norm} = (X - X_{min}) / (X_{mak} - X_{min})$$

Veri normalizasyon işlemi, Excel üzerinden ilgili formül kullanılarak hesaplanmıştır. İlgili uygulama aşamalarının ekran görüntüleri alınıp, Şekil 4.13 ve Şekil 4.14'te gösterilmiştir.

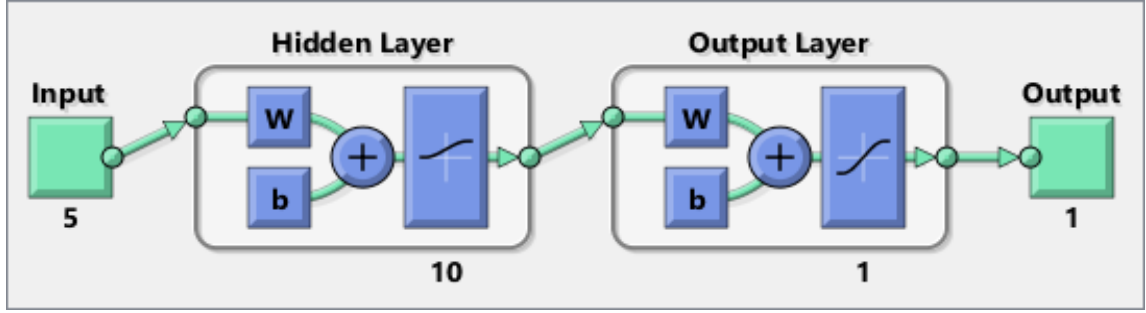
Minimum	0,3062226	0,3033567	0,3087542	0,304223	0,3084106	0
Maksimum	7,4709582	7,3116241	7,5916046	7,3387838	7,5980548	1
(Mak-Min)	7,1647356	7,0082674	7,2828504	7,0345608	7,2896442	1
1/(Mak-Min)	0,139572492	0,142688619	0,137308876	0,142155286	0,137180907	1

Şekil 4.13. Girdi ve çıktı değerleri için hesaplanan değerler

Norm_All	Norm_0	Norm_45	Norm_90	Norm_135	Norm_SONUÇ
0,15908721	0,155630434	0,161967023	0,156011304	0,16207315	1
0,781400238	0,778023438	0,783260755	0,778687008	0,783666821	0
0,366824576	0,363122032	0,368938815	0,363542952	0,369433806	1
0,686288075	0,682027116	0,688535027	0,682904582	0,689018443	0
0,806665887	0,803572078	0,808417045	0,804181122	0,808766592	0
0,187326354	0,183685286	0,190060337	0,184300916	0,190434123	1
0,232626393	0,229040576	0,235244088	0,229532411	0,235596944	1
0,219056388	0,215431963	0,221766933	0,215918512	0,22208431	1
0,607792226	0,603226626	0,610149674	0,604130296	0,610683372	0

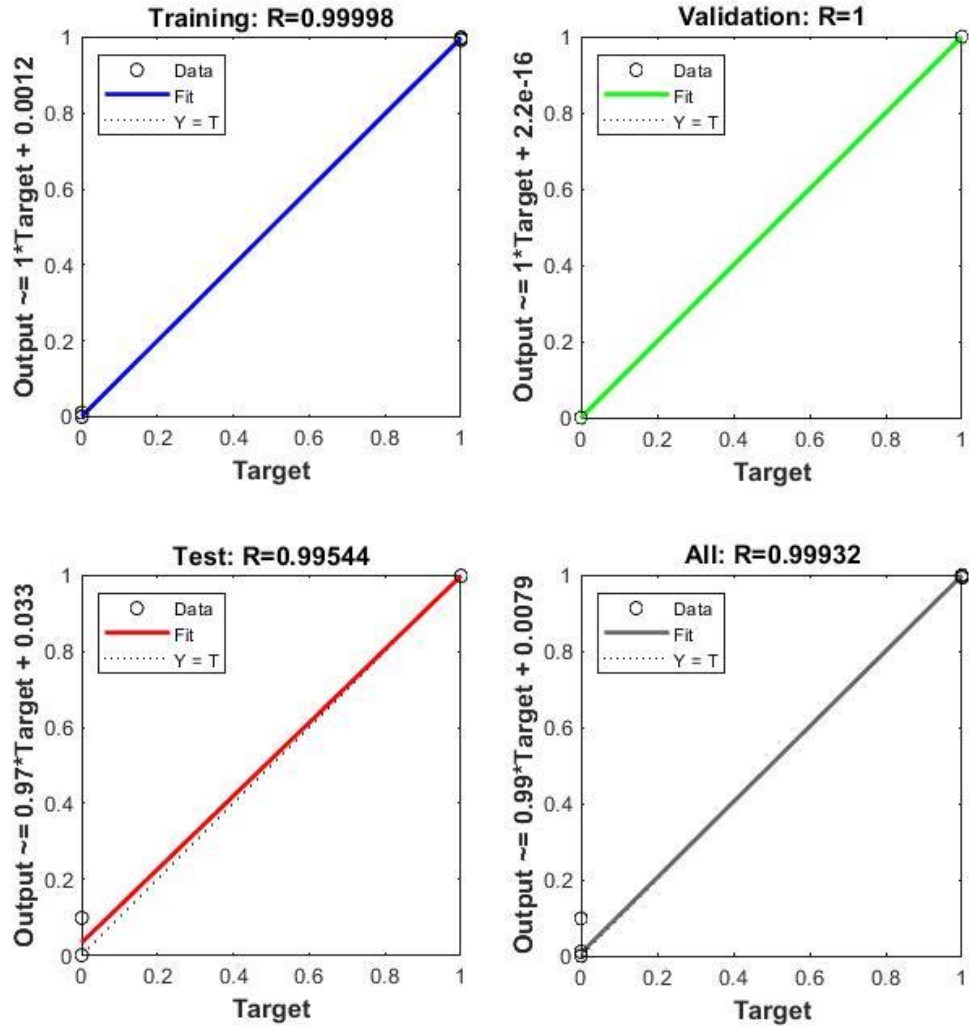
Şekil 4.14. Girdi ve çıktıların bir kısmına ait normalizyon değerleri

YSA siseminin doğru çalışıp çalışmadığı test edilmek için işlem için kullanılacak verilerin bir kısmı test değerleri için ayrılmaktadır. Bunun sebebi, sisteme tanımlayıp eğittiğimiz verilerin, sisteme hiç tanıtılmamış veriler ile de çalıştırılmasını sağlayıp, yapılan modelin doğru analiz yapıp yapmadığını saptamaktır. Bu yüzden, YSA için verilerin %80'i eğitim için, %20'si test verileri için ayrılmıştır. MATLAB arayüzünde girdi, çıktı, test girdi ve test çıktı değerleri tanımlanıp, bu matrisler sütun formatında olduğundan, formül gereği tanımlanan matrislerin her birinin transpozesi alınmıştır. "nntool" aracı ile çalıştırılan ara yüzde; İleri Beslemeli Geri Yayılım YSA modeli kullanılmıştır. Nöron sayısı 10, iterasyon değeri 1000 olarak girilip, oluşturulan YSA modelinin işlem sürecini gösterir hali Şekil 4.15'te gösterilmiştir.



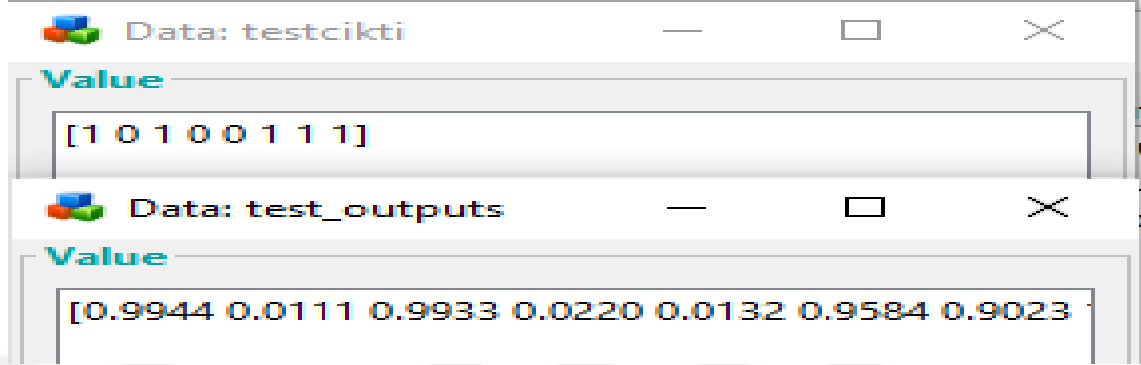
Şekil 4.15. YSA işlem süreci

Oluşturulan YSA modelinin eğitilme durumunu gösterir regresyon grafiği Şekil 4.16’da gösterilmiştir.



Şekil 4.16. YSA regresyon grafikleri

Görüldüğü üzere, YSA sistemi üzerinden modelin eğitimi; %99 oranında başarılı olmuştur. Bunun anlamı, mekansal analiz için oluşturulan entropi değerlerinin YSA modeli üstünde çok yüksek doğruluk oranıyla tanıtıldığıdır. Test modeli için ayrılan veriler ile orijinal çıktı görüntülerinin işlemi simüle edildikten sonra oluşturulan YSA modeli analiz sonucu Şekil 4.17’de gösterilmiştir.



Şekil 4.17. Çıktı değerlerinin test değerleri ile karşılaştırılması

Yapılan analiz modelinin doğruluk oranını test etmek için, daha önceden sisteme hiç tanımlanmayan test verileri ile yeniden analiz yapılmıştır. Yukarıdaki şekilde de görüldüğü üzere, GLCM Entropi yöntemine göre oluşturulan mekansal analizin, YSA modeli üzerinden test süreci çok yüksek oranda doğrulanmıştır. Var olan ham değerler, test değerleri ile birbirine çok yakındır.

Entropisel çalışmalara farklı bakış açısıyla yaklaşan bu çalışmada, piksel bazlı parça-bütün ilişkisine dayalı mekansal analiz, YSA modeli oluşturularak yapılan analizin doğruluğu tekrar desteklenmiştir. Daha çok sosyolojik ifadelerle açıklanabilen tarihsel mekanların analizi, tamamen dijital ortamda ve matematiksel değerler ile işlenmiş, araştırmacılara bu konuda da kullanım imkanı sunabileceğinin bir göstergesi olmuştur.

4.4. Değerlendirme ve Tartışma

Çalışma sahasının uygulama aşamasında ilk olarak kentin analizi ve dokusal anlamda irdelemesinin yapılabilmesi için İHA aracılığıyla çekilen hava fotoğrafları kullanılmıştır. Elde edilen hava fotoğrafları ile kenti oluşturan yapıları ve yapıların oluşturduğu mekansal alanların detaylı bir şekilde görüntüsü çıkarılmış, yüzeye yönelik modelleme ve doku çıkarma işlemi tamamlanmıştır. Mekansal analizin ilk aşamasını oluşturan bu adımla, mekana yönelik dokusal analizin temelleri atılmıştır. Analiz aşamasında, ilk uygulamada işlenen kentin hava fotoğrafı üzerinden gerekli işlem adımlar takip edilmiştir. Kente dair yapılan bu çift taraflı mekansal analizde kenti mekansal anlamda ifade eden kent kısım/mahalle ve mekansal yapılar üzerinden değerlendirilip, her bir unsurun ayrı ayrı GLCM Entropi değerleri hesaplatılmıştır. Hesaplatılan değerler için her bir mekansal unsurun ortalama entropi değeri ile orijinal görüntünün ortalama entropi değeri arasında oluşan fark; kentin mekansal unsurlarının orijinal görüntüden çıkarıldığında ne kadar değişim ve bozulma yaşandığı sonucunu vermiştir. İşlem doğruluğu için hesaplanan 0°, 45°, 90° ve 135°'lik açıların entropi değerleri ile kıyaslandığında, sonucun değişmediği ve yapılan analiz hesaplatma işleminin doğru yapıldığı teyit edilmiştir.

İlk aşamada yapılan mekansal alana yönelik analiz için oluşturulmuş entropi değer tablosuna bakıldığında; orjinal görüntü değeri sabit kalıp referans değer olarak kullanılmış, 0°, 45°, 90° ve 135° açıları ile ayrı ayrı hesaplatılan entropi değerlerinde orjinal görüntüye göre 8,4606065’lik fark ile en çok düşüş, Katedral alanında yaşanmıştır. Bunun anlamı; görüntü yansıma ve piksel değerleri bakımından incelendiğinde; kentin tamamından Katedral mekansal alanı çıkarıldığında, görüntüdeki en büyük bütünlüğün bozulduğu, düzensizliğin en çok artış gösterdiği ve en önemli mekansal alanının Katedral Kısmı olduğu sonucu çıkmaktadır. Bu değeri takip eden 8,3921247 değeri ile Agora ve Tiyatro kısmı ikinci sırada yer alıp, 8,3416463’lük fark değeri ile Yukarı Şehir kısmı ise üçüncü konumdadır.

İkinci adımda yapılan analiz işlemi; kentin mekansal yapıları ile oluşturulmuş mekansal analiz işlemini kapsamaktadır. Mekansal alan analizinde yapılan işlemler bu analiz adımlarında da aynen uygulanmıştır. 27 farklı mekansal yapının ayrı ayrı GLCM entropi değerleri hesaplatılmış, hesaplanan yapı entropi değerinden All entropi sonuçları üzerinden fark atama yapılmıştır. Orjinal görüntünün 8,7668291’lik All entropisinden mekansal yapıların All entropi değerleri farkı alınarak; kent bütününde en çok entropi düşüşünü yaratan mekansal yapılar tespit edilmiştir. Bu işlem adımlarına göre kentte en çok bozulmayı ve dokusal kaybı yaşatan yapısı 1,2153626 lık değer ve 7,5514665’lik büyük farkla Hac Bazilikası oluşmuştur. Hac Bazilikası’ndan sonra 7,388016’lik farkla Sivil Bazilika ikinci sırada, 7,3801718’ lik fark ile Katedral üçüncü sırada yer almaktadır.

Son olarak; kullanılan yöntemin güvenilirliğini test etmek amacıyla YSA modeli oluşturulmuştur. Entropi analizi sonucunda elde edilen entropi değerleri girdi olarak, sonuç sınıflandırma değeri olarak da; kent içi entropi değerlerine göre önemli olanlar için 1, kalanlarına ise 0 değeri atanmıştır. Yapılan analiz ile birlikte oluşturulan YSA analizi %99 oranında doğru eğitilip, test verisi için yeniden analiz yapılmıştır. Çıkan sonuçlar ile, tahmin edilen test değerlerinin birbirine çok büyük oranda benzerlik gösterdiği gözlemlenmiştir. Böylece, çalışmada kullanılan mekansal analiz için entropi yöntemi, YSA modelinde yüksek oranda tahmin değerleri ile çalışmış ve GLCM Entropi yönteminde elde edilen sonuçlar ile uyumluluk göstermiştir. Böylelikle bu yöntemin, gelecek çalışmalar için altlık oluşturması, çift analiz yöntemiyle teyit edilmiştir.

Entropi ve düzen ilişkisinden bilindiği üzere; düzensizliğin ölçüsü olan entropide; ilgili çalışma alanındaki nesnelerin düzensizliği arttıkça entropi değeri yükselip, düzenlilik arttıkça yani daha az bozulma yaşandıkça entropi değeri düşmektedir. Bu çalışma için elde edilen değer ve tablolara bakıldığında; hem mekansal alan anlamında hem de mekansal yapı anlamında kentten çıkarıldığında kent için en çok önem arz eden alan ve yapıların benzer işlevlere sahip olduğu görülmektedir. Katedral, Hac Bazilikası, Sivil Bazilika, kendi içlerinde değerlendirildiğinde; kentin özellikle ibadet ve inanç anlamında önemli parçalarını oluşturan merkezleridir.

Analiz sonucuna göre ortaya çıkan bu uyumluluğun bir tesadüf olmadığı açıkça söylenebilir. Öyle ki; kentin söz konusu olan bu merkezleri, sosyolojik boyutta incelendiğinde de benzer sonuçların çıktığı net bir şekilde ifade edilmektedir. Toplumun mekânsal algısının kent ölçeği bazında değerlendirmesi yapıldığında; kent toplumlarının mekanlara yönelik yükledikleri anlam ve işlevsel olarak anlamlandırma süreçleri kentteki mekansal öğeler üzerine yoğunlaşmaktadır. Toplumların benimsedikleri davranışlar, sosyal yaşam ve inançları; mekansal yorumlama ve algılama olgularına doğrudan etki

etmektedir (Ertürk ve Gökdemir 2017). Kent mekansal algısının ve mekansal parçalarının; toplumun yaşantısı, deneyimleri ve inançları üzerindeki önemi oldukça büyüktür. Tarihte kurulan ilk kent efsanelerinde dahi yer alan ve Aşağı Mezopotamya’da somut örneği olarak karşımıza çıkan ilk kamu yapılaşmalarının tapınaklar olduğu görülmektedir. Eridu’nun tapınakla kurulan Tanrı ve kutsal kent anlayışı, Uruk’un göz kamaştırıcı tapınak yapıları, Çatalhöyük’te Tanrılara daha yakın olan kişilere sosyal statü bakımından ayrıcalık tanınması; tarih boyunca toplumların bu değerlere ne kadar önem verdiğinin ve değerleri doğrultusunda yapılaşma faaliyetine gittiğinin en büyük örnekleridir.

Toplumların incelenmesi dini, sosyal ve siyasi bakımdan ele alındığında; Ksanthos halkının inanç merkezlerini ön planda tuttuğu ve tarih boyunca bu olgularının sosyal ve siyasi yaşamlarına olan etkileri açıkça görülmüş, bu etkileşimler kentin tarihçesi bölümünde detaylıca yer almıştır. Kentin; bir dönem piskoposluk merkezi haline gelmesi, kentte yer alan ölü gömme ve Tanrı kültü gelenekleri, kent yapılaşma ve mimarisinde en güzel örneklerini göstermiştir. Kentin en tepesine kurulan Yukarı Şehir kısmında yer alan Hac Bazilikası’ndaki kilise, Sivil Bazilika’nın hem işlevsel olarak dini merkeze dönüştürülmesi hem de konum olarak Katedral ile ortak alanı kapsaması, Katedral’in başlı başına bir inanç merkezini oluşturması ve Hristiyanlık dininin benimsenmesinden sonra muazzam Likya sanatı örnekleriyle yeniden tasarlanması, Agora ve Tiyatro’nun kentin en büyük sosyal ağ düzeyini temsil edip bu alanın içindeki dinsel yapılar bütünü oluşturarak kilise, şapel, vaftiz havuzu gibi öğelerin yer alması; bu çalışmada yapılan sayısal mekansal analizin istatistikî sonuçlarını, sosyolojik yapı ile doğru orantıda desteklemiştir.

Kentlere yönelik yapılan entropi yaklaşımları çalışmalarına bakıldığında; direkt olarak yapıya ve mekansal alana yönelik yapılan çalışmaların kısıtlı olduğu görülmektedir. Entropiye dayalı yapılan bu analiz çalışmasında, kentsel ve toplumsal kimliği oluşturan mekansal öğelerin değerlendirmesine sayısal yöntemler dahil edilerek; sosyolojik imgelere analitik bakış açısı oluşturarak yeni bakış açıları kazandırılmıştır. Kentteki mekansal yapıya ve mekansal alana yönelik yapılan kent bütününden parça çıkarmadaki gözlemlenen değişim ile alandaki bütün nesnelerin varlığı-yokluğu çok net bir şekilde, kişisel değerlere bağlı kalmadan değerlendirilebileceğinin örneğini oluşturmuştur.

5. SONUÇLAR

Tarih boyunca uygarlığın göstergesi olarak kabul edilen kentler, insanlığın kültürel açıdan gelişim basamaklarının bir yansıması olarak karşımızda durmaktadır. Kuruldukları andan itibaren gerek siyasi gerek ekonomik gerekse de dini açıdan birçok gücün temsili olarak varlıklarını sürdürerek, bunun devamı niteliğinde gelişen kentlerin şekillenmeleri üzerinde önemli izler bırakmışlardır. İlk kent ve kentleşme sürecinde; Mezopotamya'dan sonra Anadolu'ya çevrilen gözler, birçok uygarlığın ve ilklerin barındığı muazzam bir kültür şöleniyle karşı karşıya gelmiştir. Sayısız medeniyete kucak açmış bu topraklarda, şüphesiz Likya kentleri; hala heyecan ve merak uyandıran bir statüde yer almaktadır. Kendilerine has gelenekleri, yaşayış tarzları, dilleri, kent içi yapılaşmaları ve dahi bunlara etki eden inanış ve düşünce sistemleri ile bütünleşmiş bir kültürel ağın öncüsü konumundadırlar. Likya Birliği başkentliği yapmış Ksanthos Antik Kenti, görkemli ve odak noktası haline gelmiş yaşantısının yanı sıra; yaşadığı istilalar, toplu intihar, yangın ve deprem felaketleri gibi sarsıcı geçmişe sahip olan bir Likya kentidir. Geçirdiği kültürel etkileşimler ile kent içi mekânsal yapılarında oldukça önemli izler barındırarak bizlere; günümüz gözüyle kendilerini anlama ve yorumlama fırsatı sunmaktadır. Kent içi mekânsal alan ve yapıların konumlanması ve inşa edilmesi süreci birçok etkene bağlı olmakla birlikte; bunların en önemlisi şüphesiz kent halkının algıladığı, inandığı ve yansıttığı olgulardır. Kent için önem arz eden yapıların ve mekânsal alanların tespitinde tarih kaynaklarından ve sosyolojik yorumlamalardan faydalanıp bir çıkarımda bulunmak mümkündür. Sayısal sonuçlara dayalı olan analiz sistemleri ise bu tür sosyolojik olguların analitik çerçevede sunulmasına olanak sağlayıp, başka bir görüşe bağlı kalmaksızın hızlı yoldan çözüme erişimi kolaylaştırmaktadır.

Likya bölgesi, Eşen Çayı'nın oluşturduğu vadi ile bölgede önemli yerleşim ağını sağlayarak birçok kente ev sahipliği yapmış bir kültür bölgesidir. Ksanthos Antik Kenti, bu bölge sınırları içinde yer alan, Eşen Çayı'nın hemen doğusunda ve yüksek kayalık bir tepelik alan üzerinde kurulmuş, tarih boyunca önemini her zaman koruyarak birçok topluluğun ilgisini çekmiş Likya'nın en önemli kentidir. Erken yerleşim döneminde Eşen Çayı kenarındaki sarp kayalıkta yer alan Likya Akropolü ve bu alandaki mezar anıtlarıyla sınırlandırılmış olan kent, Hellenistik Dönem ve Roma Dönemi ile birlikte birçok yapı unsurunun kente eklenerek kentin genişlemesi sağlanmıştır. Sosyal ve kültürel unsurlar eşliğinde gelişen mekansal oluşum süreci, kentin mekansal yapı ve alanları hakkında önemli bilgiler sunmaktadır.

Kentin mekansal unsurlarına uygulanan entropi analiz sonuçlarına göre Ksanthos kentinin hangi yapı ve mekansal alan ile bütünlük gösterdiğine dair bulgular elde edilmiştir. Sayısal veriler incelendiğinde; yapı olarak kentin Hac merkezi olarak kullanıldığı düşünülen ve önemli ibadet merkezini oluşturan Hac Bazilikası'nın ilk sırada önem ifade ettiği, mekansal alan olarak hesaplatıldığında ise Katedral bölgesinin önem derecesinin en yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda; kentin önem ihtiva eden unsurların dini başlık altında toplandığı görülmektedir.

Tarihi kaynaklar incelendiğinde; ilk kentlerin tapınak ve dini imgeler çevresinde oluştuğu bilinmektedir. Dini öğelerin yer almadığı bir kentin varlığından söz edilemeyeceğini belirten görüşler, kentin dini merkezlerini temsil eden alanların toplumun üzerindeki etkisine değinmektedir. Kurulan ilk kentlerden itibaren kentin dini

merkezlerine verilen önem, bulunan birçok arkeolojik kalıntıda saptanarak durumun önemi bir kez daha desteklenmiştir.

Ekonomik, sosyal ve siyasi bakımdan örgütlenmenin daha doğrusu kurumsallaşmanın ifadesi olan dini merkezler, toplum için her türlü ideolojik ögenin sağlandığı mekanlardır. Eski Çağ'dan itibaren mutlak otoritenin gücü dinden gelmektedir. Tanrılara adanan kentler ve tanrıların kentleri koruması inancı; kentler için dinsel boyutun ne derece önemli olduğunu göstermektedir. Kentlerin kuruluşundan itibaren dini ögeler etrafında şekillenmesi, kent ve civar sakinlerini kendine çekmeye yetecek bir noktadır. Gücünü bu otoriteden alan kentlerde, kent sakinlerinin seçtikleri üst düzey kişiler adına ve ailelerine atfedilen yapılar bulunmaktadır. Ksanthos Antik Kenti'nde, kentte yaşayan halkın yüceleştirdikleri kişiler adına yapılmış birçok anıt ve yazıt bulunmaktadır.

Kentin analizi, GLCM Entropi yöntemi kullanılarak hesaplanmış ve direkt olarak yapı ve belirlenen mekansal alan üzerinden sonuca ulaşılmıştır. Bu yöntemde, kentin tamamından ilgili mekansal unsur çıkarılarak hesaplama yöntemine gidilmiştir. Öğle saatlerinde çekilen hava fotoğrafı kullanılmış ve hava fotoğrafı üzerinden çıkarılan kent dokusundaki piksel yansıma değerleri elde edilmiştir. Çalışmanın niteliğini ve yöntemini daha da desteklemek için kentin mekansal unsurların kent içi önem dağılımını gösterir bir tablo ve grafiklerle çıkan sonuçlar daha da anlaşılır bir hale getirilmiştir. Uygulanan YSA modelinde, kentin önem derecesini gösterir sınıflandırma değeri ile entropi sonucu ortaya çıkan değerler kullanılmıştır. Kent içi yapılan analizin doğruluk tahmini %99 oranında başarı göstermiş ve test için ayrılan verilerin sonuçlarıyla GLCM Entropi yöntemi yeniden uygulanabilir kılınmıştır. Daha çok veri ile detaylı analizlerin ortaya çıktığı YSA modelinde, antik kentler için daha fazla veri değeri elde edilerek yeniden analiz edilip, antik kentlerin mekansal analizlerinde hassas sonuçların elde edileceği düşünülmektedir.

Daha geniş bölgelerde, mevsimsel bazlı ve hatta gün içindeki Güneş açısının kente düşme açısı ve saatlerindeki değişime bağlı olarak aynı işlemin gerçekleştirilmesi, mekansal analizlerde entropi yönteminin mevcut kullanım potansiyeli açısından önemini bir kez daha vurgulayacağı öngörülmektedir.

Bütünden parça çıkarma mantığına göre yapılan bu çalışma için, aynı parçalar bu sefer kentin dokusuna eklendiğinde; analiz sonuçlarına olan etkisi bir kez daha gözlemlenip yeni bir yöntem olarak sunulabileceği öngörülmektedir.

Bu çalışma sonucuna bağlı olarak; tarihi mekanlar başta olmak üzere; seçilen birçok örneklem alan ve bu alan sınırlarında kalan hedef unsurların, tekstür parametrelerine bağlı kalınarak entropi temelli algoritmalar ile güvenilir ve objektif olarak tespit edilebileceği ve gelecek çalışmalar için referans oluşturacağı öngörülmektedir.

Bu durumda bu çalışma yöntemi ile; mekansal analiz faaliyetlerinin oluşturulmasında zaman alıcı ve yüksek maliyet içeren geleneksel yöntemlerin aksine, hem hedef çalışma türüne göre alanlar hakkında sürekli veri akışı sağlanmış olup, hem de elde edilen veriler ışığında istenilen tarihsel dönem için bizlere karşılaştırma imkanı sunularak, söz konusu yöntemin kullanımı önemli hale getirilmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Adams, R. M. 1981. Heartland of Cities: Surveys of Ancient Settlements and Land Use on the Central Floodplain of the Euphrates. Chicago.
- Akşit, O. 1967. Likya Tarihi. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi yayınları, İstanbul.
- Aktaş, H. 2015. Şablon eşleştirme yöntemi ile nesne takibi ve yüksek hızlı FPGA gerçekleştirilmesi.
- Akurgal, E. 1959. Urartu Medeniyeti. *Ankara Üniversitesi- Ankara Anadolu (Anatolia) Dergisi*, 4: 65-75.
- Aliğaoğlu, A. 2019. Tarihsel Süreçte Dünya’da ve Türkiye’de Tarım Coğrafyası Alanındaki Çalışmalar. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 17(2): 367-383.
- Alp, O. 1998. Şehircilik Açısından Romanizasyon Sürecinde Likya Kentleri. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, 169s.
- Alparslan, E., Aydoğan, C., Yüce, H., & Dönertaş, A. S. 2004. İstanbul İli Marmara Denizi Kıyısız Alan Dokusu Değişikliklerin Landsat Uydu Görüntü Analizi ile Belirlenmesi. *TUBITAK-MAM-Yer ve Deniz Bilimleri Araştırma Enstitüsü*, 61-63.
- Alparslan, E., Aydoğan, C., Yüce, H., & Dönertaş, A. S. 2004. İstanbul İli Marmara Denizi Kıyısız Alan Dokusu Değişikliklerin Landsat Uydu Görüntü Analizi ile Belirlenmesi.
- Altınçeki, P. 2017. Neolitik Çağ, Evrim mi? Devrim mi?. <http://arkeopolis.com/neolitik-cag-evrim-mi-devrim-mi> [Son erişim tarihi: 17.04.2021].
- Anonim 1: <https://kantitatifekoloji.net/algoritma/belgeler/egitimsunumlari/4.pdf> [Son erişim tarihi: 17.03.2021].
- Anonim 2: <http://www.kimnenasil.com/yapay-zeka-nedir-ornek-yapay-zeka-uygulamalari-nelerdir/yapay-sinir-aglari/> [Son erişim tarihi: 17.06.2021].
- Arı, Y. 2011. Ramsar Sözleşmesi'nin Doğa Koruma Yaklaşımına Eleştirel Bir Bakış. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 11(15): 275-302.
- Aşlıoğlu, F. , Memlük, Y. 2010. Frig Vadisi Kültür Mirası Alanlarının Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi*, 2(2): 185-197.
- Atalay, İ., Mortan, K. 2011. Resimli ve Haritalı Türkiye Bölgesel Coğrafyası Kitabı. İnkılap Kitabevi:632, İstanbul, 301-371 s.
- Avcı, M. 2012. Göller Yöresi Batı Kesiminde İklim İle Bitki Örtüsü Arasındaki İlişkiler. *Coğrafya Dergisi* , 0 (4): 143-215.
- Avdan, U., Gülşen, F. F., Ergincan, F., & Çömert, R. 2014. Arkeolojik alanlarda taş planlarının çıkarılmasında insansız hava araçlarının kullanılması (Anavarza Örneği). 7. *Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu*, ss. 1-7, 15-17 Ekim, Hitit Üniversitesi, Çorum.
- Barner, M., Cottineau, C., Molinero, C., Salat, H., Stanilov, K., & Arcaute, E. 2017. Multiscale entropy in the spatial context of cities. *arXiv preprint arXiv:1711.09817*.

- Batty, M. 1974. "Spatial Entropy". *Geographical Analysis*, 6: 1-32.
- Batty, M. 1974. "Urban Density And Entropy Functions", *Journal Of Cybernetics*, 4(2): 41-55.
- Becks, R. 2020. Likya Uygarlığı'nın Keşfi. İşkan, H., DüNDAR. E. (Ed.), *Lukka'dan Likya'ya Sarpedon ve Aziz Nikolaos'un Ülkesi* içinde, Yapı Kredi Yayınları, İstanbul, 23-375s.
- Benliay, A., Soydan, O., Kayku, M. 2015. Aspendos- Sillyon- Perge Bisiklet Güzergâhı Örneğinde Peyzaj Görsel Kalitesi ve Peyzaj Özelliklerinin Değerlendirilmesi. *ARTIUM Dergisi*, 3(1): 48-64.
- Biggs, R.D. 1974, *Inscriptions from Tell Abu Salabikh*, Chicago, Londra.
- Bobál', P. , Sipina, S. , Škultéty, F. 2017. Aspects of Aerial Laser Scanning when exploring unknown archaeological sites (Case study) , *Transportation Research Procedia*, 28: 37–44.
- Boeing, G. 2019. Urban spatial order: Street network orientation, configuration, and entropy. *Applied Network Science*, 4(1): 1-19.
- Bostancı, S. H. 2008. Kent silüetlerinin entropi yaklaşımı ile değerlendirmesi. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 235s.
- Bostancı, S. H., & Ocakçı, M. 2009. Kent silüetlerine ilişkin tasarım niteliklerinin, entropi yaklaşımı ile değerlendirilmesi. *İTÜDERGİSİ/a*, 8(2): 27-36.
- Braudel, F. 2018. Akdeniz Mekan, Tarih, İnsanlar ve Miras. Metis Yayınları: 281, İstanbul, 56 s.
- Büyükyıldırım, G. 1994. Antalya Bölgesi Tarihi Su Yapıları. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, DSİ Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Cabral, P., Augusto, G., Tewolde, M., & Araya, Y. 2013. Entropy in urban systems. *Entropy*, 15(12): 5223-5236.
- Calp, M. H. 2019. İşletmeler için personel yemek talep miktarının yapay sinir ağları kullanılarak tahmin edilmesi. *Politeknik dergisi*, 22(3), 675-686.
- Chen, Y. 2020. Modeling urban growth and form with spatial entropy. *Complexity*, 1-14.
- Claiborne, R. 1990. The Emergence of Man: The Birth of Writing. *Time- Life International*.
- Colin, H. J. 1962. 'Fethiye-Antalya-Kaş-Finike (Güneybatı Anadolu) bölgesinde yapılan jeolojik etüdler'. *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Dergisi*, 59: 19-59.
- Çalışkan, A., Emrullah, Acar & Yılmaz, Kaya. 2012. Glcm Tabanlı K-Nn Sınıflandırıcı Modeli İle Avuç İçi Tanıma Sistemi. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 1(2): 1-10.
- Çambel, A.B. 1993. Applied chaos theory: A paradigm for complexity. George Washington University, Academic Pres, Washington D.C.
- Çankaya, G., Arslan, M. H., & Ceylan, M. 2013. Görüntü İşleme Ve Yapay Sinir Ağları Yöntemleri İle Betonun Basınç Dayanımının Belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 1(1): 1-12.

- Çevik, N. 2019. Information Technologies and Applied Sciences. 14(2): 149-165.
- Çevik, Ö. 2015. Arkeolojik Kanıtlar Işığında Tarihte İlk Kentler ve Kentleşme Süreci Kuramsal Bir Değerlendirme. Arkeoloji ve Sanat Yayınları: 100, İstanbul, 25 s.
- Çığır, D. 2003. Antik Kaynaklarda Lykia ve Lykialılar. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, 484 s.
- Çölkesen, İ., & Yomralıoğlu, T. 2014. Arazi örtüsü ve kullanımının haritalanmasında WorldView-2 uydu görüntüsü ve yardımcı verilerin kullanımı. *Harita Dergisi*, 152(2): 12-24.
- Definiens, A. G. 2007. Definiens Imaging Developer 7. eCognition Software. EII Earth. Munich, Germany.
- Demir, T. 2020. Jeopolitikte Mekan Kavramı. *Avrasya Terim Dergisi*, 8(1): 1-7.
- Demirhan, A., & Güler, İ. 2010. Özörgütlemeli Harita Ağları Ve Gri Düzey Eş Oluşum Matrisleri Ile Görüntü Bölütleme. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 25(2): 285-291.
- Deniz, S., Öktem, S., Kırbaş, İ., Tarkan, D. 2017. Alansal/Yersel Lazer Tarayıcıların Arkeolojik Mekânların Fiziki Özelliklerinin Tespitinde Kullanılması: Kibrya Antik Kenti Odeon Yapısı Sahne Duvarı Örneği. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(1): 211-217.
- Des Courtis, J. 2003. Dünya Kültür Mirası Kentlerinden Ksanthos ve Letoon Rehberi. Ege Yayınları: 176, İstanbul, 13-36s.
- Ekinoğlu, H., Kubat, A. S., & Plunz, R. 2017. Modeling spatial wholeness in cities using information entropy theory. 14(3): 67-81.
- Ekinoğlu, H., Kubat, A. S., & Plunz, R. 2017. Modeling spatial wholeness in cities using information entropy theory. *İTÜ AIZ*, 14(3): 67-81.
- El Garouani, A., Mulla, D. J., El Garouani, S., Knight, J. 2017. Analysis of urban growth and sprawl from remote sensing data: Case of Fez, Morocco. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 6: 160-169.
- Eldem, A., Eldem, H., & Palalı, A. 2017. Görüntü işleme teknikleriyle yüz algılama sistemi geliştirme. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6(2): 44-48.
- Erbay, M. 2018. Uzaktan Algılama Teknolojilerinin Arkeoloji/Müze Alanlarında Kullanımı. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 17(33): 61-75.
- Erdoğan, E. 2006. Perge Arkeolojik Sit Alanı, Peyzaj Özellikleri Ve Koruma Sorunları. *ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 8(10): 36-47.
- Ertürk, M., & Gökdemir, G. 2017. Sosyo-Kültürel Farklılıkların Mekân Kullanımına Etkilerine Karşılaştırılmalı Bir Örnek: Kültür ve Gülveren Mahalleleri. *Mediterranean Journal of Humanities*, 1: 185-192.
- Ertürk, M., Cemali, S., & Erpay, T. 2017. Korunan Kıyılarda Yaşayan Halkın Mekân Ve Turizm Algısının Ekosistem Üzerindeki Etkileri: Adrasan-Olimpos- Çıralı Kıyı Koridoru. *Erzincan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10(2): 153-164.

- Esmer, Ö. 2005. Information theory, entropy and urban spatial structure. Ph.D. Doctoral Program, Middle East Technical University, Ankara, 266 p.
- Fänge, P. 2014. The Harpy Tomb: An Experimental Visibility Analysis. Msc Thesis, Lund University, Sweden, 62p.
- Frangipane, M. 2002. Yakındoğu'da Devletin Doğuşu. (çev. Z. İlkelen), İstanbul.
- Gencer Tamer, Z. 2012. Medyanın Gündem Oluşturma Sürecinde Sosyal Entropinin Rolü Üzerine Uygulamalı Bir Çalışma. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya, 202 s.
- Gender, M. 2020. Antik Yakındoğu Kaynaklarında Lukka, Likyalılar ve Trmmili, İşkan, H., Dünder. E. (Ed.), *Lukka'dan Likya'ya Sarpedon ve Aziz Nikolaos'un Ülkesi* içinde, Yapı Kredi Yayınları, İstanbul, 77-375s.
- Girgin, E. 2020. Nicel Araştırma Nedir. <https://www.iienstitu.com/blog/nicel-arastirma-nedir> [Son erişim tarihi: 05.05.2021].
- Goldman, S. 1953. Information theory, Prentice – Hall, New York.
- Gooley, T. 2020. Doğanın İşaretlerini okumanın kaybolmuş sanatı. Küskü, Ö., 391, 120s.
- Gökdemir, G. 2018. Dim Çayı Yerleşmelerinin Beşeri Ve Ekonomik Coğrafyası. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, 193 s.
- Gül, F. 2013. İnsan-Doğa İlişkisi Bağlamında Çevre Sorunları Ve Felsefe. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14: 17-21.
- Gümüş, M. G. 2016. Arkeolojik Uygulamalarda Coğrafi Bilgi Sistemleri (Cbs) Yoluyla Mekâna Yönelik Analizler: Knidos Arkeolojik Alan Çalışması. Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya, 81s.
- Gündüz, M. 2006. Sosyal Yaşam Ve Entropi Yasası: Dünyanın Sonuna Mı Yaklaştık?. *Atatürk Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisi*, 20(1), 345-355.
- Hartog, F. 1997. Heredotos'un Aynası (Çev. M. Ökmen), Ankara.
- Harvey, A.S. , Fotopoulos, G. , Hall, B. , Amolins, K. 2017. Augmenting comprehension of geological relationships by integrating 3D laser scanned hand samples within a GIS environment. *Computers & Geosciences*, 103: 152–163.
- Herban, I., & Vilceanu, C. B. 2012. Terrestrial laser scanning used for 3D modeling. 12th International Multidisciplinary Scientific GeoConference.
- Huot, J.L., Thalmann, J.P., Valbelle, D. 2000. Kentlerin Doğuşu. İmge Kitabevi Yayınları: 474, Ankara, 25 s.
- Ifrah, G. 1994. IX rakamların evrensel tarihi (Historic universelle des chiffres). Çeviri: Kurtuluş Dinçer, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, Ankara.
- Işık, F. 2020. Beylikler Dönemi Ksanthos'u (Arnaa) Özelinde Likya Uygarlığı'nın Anadolu-İon Özü Üzerine. İşkan, H., Dünder. E. (Ed.), *Lukka'dan Likya'ya Sarpedon ve Aziz Nikolaos'un Ülkesi* içinde, Yapı Kredi Yayınları, İstanbul, 257-375s.

- İplikçioğlu, B. 2020. Bir Roma Eyaleti olarak Likya. İşkan, H., Dündar, E. (Ed.), *Lukka'dan Likya'ya Sarpedon ve Aziz Nikolaos'un Ülkesi* içinde, Yapı Kredi Yayınları, İstanbul, 58-375s.
- Kaimaris, D., Patias, P., & Tsakiri, M. 2012. Best period for high spatial resolution satellite images for the detection of marks of buried structures. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 15(1): 9-18.
- Kaynar, O., Taştan, S., & Demirkoparan, F. 2011. Yapay sinir ağları ile doğalgaz tüketim tahmini. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 25.
- Keseroğlu, H., Demir, G. 2016. Antikçağda Bilim ve Kütüphane. *Türk Kütüphaneciliği*, 30 (3) :365-397.
- Kızılgut, İ. 2020. *Likya ve Ksanthos*, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü Ders Notları. Akdeniz Üniversitesi.
- Kocalar, A. Z. 2018. Arkeolojik Yeraltı Yerleşmeleri Ve Koruma Sorunları: Nevşehir Yeraltı Şehirleri (Derinkuyu, Kaymaklı). *Journal of Awareness*, 3(3): 25-46.
- Konuk, G. 1992. Zaman ve mekanın bir sentezi olarak kentsel tasarım, 1. Kentsel Tasarım ve Uygulamalar Sempozyumu, ss. 66-81, MSÜ, İstanbul.
- Köroğlu, K. 2012. Eski Mezopotamya Tarihi: Başlangıcından Perslere Kadar. İletişim Yayınları: 7. Baskı, İstanbul.
- Köroğlu, K. 2012. *Eski Mezopotamya Tarihi: Başlangıcından Perslere Kadar*, İstanbul, İletişim Yayınları, 7. Baskı.
- Kulakoğlu Dinçer, N., İstanbullu Dinçer, F. 2020. Değişen Dünya da Kültürel Mirasın Sürdürülebilirliği: Teknolojinin Etkileri. Gümüş M., Dilek, E. (Ed.), *Kültürel Miras ve Turizm* içinde, Detay Yayıncılık, İstanbul ,117-178s.
- Kupková, L., Potůčková, M., Kopalová, I., & Kolář, J. 2010. Object Based Image Analysis for Urbanized Areas. In *Imagin Europe: Proceedings of the 29th Symposium of the European Association of Remote Sensing Laboratories*, March, Chania, Greece ,p. 231.
- Kuznetsova, I., Kuznetsova, D., & Rakova, X. 2015. The use of surface laser scanning for creation of a three-dimensional digital model of monument. *Procedia Engineering*, 100: 1625-1633.
- Kültür ve Turizm Bakanlığı, 2021. Xanthos. <https://antalya.ktb.gov.tr/TR-67548/xanthos.html>,2021 [Son erişim tarihi: 04.05.2121].
- Kültür ve Turizm Bakanlığı. 2019. Likya Yolu Haritaları. <https://likyayolu.ktb.gov.tr> [Son erişim tarihi: 03.05.2021].
- Leick, G. 2019. Kentin Mucidi Mezopotamya. Say Yayınları: 406, İstanbul, 72 s.
- Li, R., Luo, T., & Zha, H. 2010. 3D digitization and its applications in cultural heritage. In *Euro-Mediterranean Conference*, November pp. 381-388, Springer, Berlin, Heidelberg.
- Lloyd, S. 2002. Türkiye'nin Tarihi Bir Gezginin Gözüyle Anadolu Uygarlıkları. TÜBİTAK Yayın Komisyonu: 285, Ankara.

- Marchettini, N., Pulselli, F. M., & Tiezzi, E. 2006. Entropy and the city. *WIT Trans. Ecol. Environ*, 93: 263-272.
- Marksteiner, T. 1997. Die Befestigte Siedlung von Limyra, Studien zur Vorromischer Wehrarchitektur und Siedlungsentwicklung in Lykien unter besonderer Berücksichtigung der Klassischen Periode. Institut für Klassische Archäologie der Universität Wien. Viyana.
- Maslow, A. H. 1943. A Theory of Human Motivation. *Psychological Review*, 50: 370-396.
- Meier, R.L., 1962. A communications theory of urban growth. Massachusetts Institute of Technology Press, Cambridge.
- Mellaart, J. 1978. The Archeology of Ancient Turkey, Londra 1978, pp.13.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2021. Resmi İstatistikler. <https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/ilveilceler-istatistik.aspx?m=ANTALYA> [Son erişim tarihi :12.05.2021]
- Meyer, S. 2020. Mitoslarda Likyalılar. İşkan, H., DüNDAR. E. (Ed.), *Lukka'dan Likya'ya Sarpedon ve Aziz Nikolaos'un Ülkesi* içinde, Yapı Kredi Yayınları, İstanbul, 11-375s.
- Necati, AKSU., & Kenan, UÇAN 2016. Zaman Ve Konum Girdileri Kullanılarak Yapay Sinir Ağlarıyla Referans Evapotranspirasyonun Tahmin Edilmesi. *El-Cezeri Journal Of Science And Engineering*, 3(2).
- Nieswandt, H. H. 2020. Pers İmparatorluğu Dönemi'nde Likyave Likya Sanatında Pers-Yakındoğu Unsurları. İşkan, H., DüNDAR. E. (Ed.), *Lukka'dan Likya'ya Sarpedon ve Aziz Nikolaos'un Ülkesi* içinde, Yapı Kredi Yayınları, İstanbul, 240-375s.
- Nissen H.J. 2004. Ana Hatlarıyla Mezopotamya. Arkeoloji ve Sanat Yayınları, İstanbul.
- Nsanziyera, A. F., Lechgar, H., Fal, S., Maanan, M., Saddiqi, O., Oujaa, A., & Rhinane, H. 2018. Remote-sensing data-based Archaeological Predictive Model (APM) for archaeological site mapping in desert area, South Morocco. *Comptes Rendus Geoscience*, 350(6): 319-330.
- Ozulu, İ.M., Altan, M. 2007. Hava Fotoğrafları Kullanılarak Arkeolojik Alanların Değişim Analizi: Hattusa Örneği. *Anadolu Üniversitesi Bilim Ve Teknoloji Dergisi*, 8(2): 463-473.
- Öner, E. 1995. Patara ve Çevresinin Jeomorfolojisi, TÜBİTAK Proje No. YBAG-106, Ankara.
- Öner, E., & Akbulut, H. 2015. Paleocoğrafik-Jeoarkeolojik Bulgular Işığında Patara Apollon Tapınağı'nın Yerinin Tartışılması: Patara Apollon Tapınağı Kısık Boğazı'nda Mıydı?. *Ege Coğrafya Dergisi*, 24(2): 69-106.
- Özen, İ., & Aptoula, E. Biçimbilimsel Özniteliklerin Eş-Oluşumlarına Dayalı Doku Betimleme.
- Özer, E. 2020. Likya Lahitleri. İşkan, H., DüNDAR. E. (Ed.), *Lukka'dan Likya'ya Sarpedon ve Aziz Nikolaos'un Ülkesi* içinde, Yapı Kredi Yayınları, İstanbul, 201-375s.

- Özgan, C. 2020. Klasik Dönem Likya Yontuculuğu: Biçem ve Yorum. İşkan, H., Dündar. E. (Ed.), *Lukka'dan Likya'ya Sarpedon ve Aziz Nikolaos'un Ülkesi* içinde, Yapı Kredi Yayınları, İstanbul, 253-375s.
- Özhanlı, M. 2001-2002. İsinde Dikme Anıtı. *Adalya*, V: 73-106.
- Özmenteş, G. 2018. "Müzik Teorilerine Meta-Teorik Bir Bakış: Müzikte Entropi". IX. Uluslararası Hisarlı Ahmet Sempozyumu, ss. 178-190, 10-12 Mayıs.
- Özüdoğru, Ş. 2008. Arkaik Dönem Plastik Eserleri Işığında Lykia İkonografisinde Yerli Ve Yabancı Unsurlar. Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, 229 s.
- Pagounis, V., Tsakiri, M., Zacharis, V., Andritsanos, V., & Tsiardaki, M. 2016. Detection of geometric changes for an historic theatre by comparing surveying data of different chronological periods. *Journal of Cultural Heritage*, 21: 860-868.
- Penrose, R., 1989. Us nerede? Kralın yeni usu III (The emperor's new mind). Çeviri: Tekin Dereli, TÜBİTAK Yayınları.
- Pesaresi, M. 2000. Texture analysis for urban pattern recognition using fine-resolution panchromatic satellite imagery. *Geographical and Environmental Modelling*, 4(1): 43-63.
- Polat, N., Uysal, M., Dereli, M. A. 2019. Düşük Maliyetli İHA ile Yüksek Çözünürlüklü SYM Üretimi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8(1): 56-62.
- Polat, Y., & Polat, R. T. 2020. Arkeolojik Alanların 3B Modelleme ve 360 Derece Panoramik Görüntü ile Anlatımı: Yazılıkaya/Midas Vadisi ve Midas Kale Örneği. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(3): 647-663.
- Polat, Y., Tamsü Polat, R. 2020. Arkeolojik Alanların 3B Modelleme ve 360 Derece Panoramik Görüntü ile Anlatımı: Yazılıkaya/Midas Vadisi ve Midas Kale Örneği. *Gaziantep University Journal Of Social Sciences*, 19(3): 647-663.
- Postgate, J. N. 1972. "The Role of the Temple in the Mesopotamian Secular Community", In: *Man, Settlement and Urbanism*. P. J. Ucko- R. Tringham- G. W. Dimbleby (Ed), pp.811-825.
- Purvis, B., Mao, Y., Robinson, D. 2019. Entropy and its Application to Urban. *Entropy*, 21(1): 56.
- Pustu, Y. 2006. Küreselleşme Sürecinde Kent "Antik Site'den Dünya Kentine". *Sayıştay Dergisi*, 60: 129-151.
- Rad, S. B. 2018. Entropinin Görsel Sanattaki İzi. Sanatta Yeterlik Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 119 s.
- Ratti, C., Richens, P. 1999. CAAD futures Digital Proceedings. 49-64
- Remondino, F. , Rizzi, A. 2010. Reality-based 3D documentation of natural and cultural heritage sites techniques, problems, and examples. *Appl Geomat* 2: 85–100.
- Richards-Rissetto, H. 2017. What can GIS 3D mean for landscape archaeology?. *Journal of Archaeological Science*, 84: 10-21.
- Roaf, M. 1996. Mezopotamya ve Eski Yakındoğu, Atlaslı Büyük Uygarlıklar Ansiklopedisi 9. İstanbul.

- Robertson, A. H. F., & Dixon, J. E. 1984. Introduction: aspects of the geological evolution of the Eastern Mediterranean. *Geological Society, London, Special Publications*, 17(1): 1-74.
- Samtaş, G., & Gülesin, M. 2011. Sayısal görüntü işleme ve farklı alanlardaki uygulamaları. *Ejovoc (Electronic Journal of Vocational Colleges)*, 2(1): 85-97.
- Saralıoğlu, E., & Güngör, O. 2020. Derin Öğrenme Amaçlı Etiketli Veri Üretimi İçin Bir Web Platformu. *Türk Uzaktan Algılama ve CBS Dergisi*, 1(1): 24-33.
- Sathyamoorthy, D. 2013. Çoklu ölçekli sayısal yükseklik modellerinden çıkarılan fizyografik detaylara ait yüzey doku özelliklerinin gri düzey eş-oluşum matrisi ile analizi. *Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi*, 107: 59-69.
- Schuler, C. 2020. Hellenistik Dönem’de Likya ve Likya Birliği (MÖ 4.-1. Yüzyıl). İşkan, H., DüNDAR. E. (Ed.), *Lukka’dan Likya’ya Sarpedon ve Aziz Nikolaos’un Ülkesi* içinde, Yapı Kredi Yayınları, İstanbul, 44-375s.
- Selim, S., & Sönmez, N. K. 2017. Coğrafi bilgi sistemleri tabanlı rota planlama: Likya Bölgesi Idebessos Antik Kenti. *Türkiye Ormancılık Dergisi*, 18(4): 302-308.
- Sevin, V. 201. Anadolu’nun Tarihi Coğrafyası I. Türk Tarih Kurumu:387, 159-387s.
- Seyirci, H. K. 2017. Ksanthos Güney Kent Kapısı ve Evreleri. *Adalya*, 20: 177-212.
- Shannon, C.E. 1948. A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27.
- Solak, S. 2017. Mekân-Kimlik Etkileşimi: Kavramsal Ve Kuramsal Bir Bakış. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 6(1): 13-37.
- Şahin, C., Doğanay, H. ve Özcan, N. A. 2005. Türkiye Coğrafyası. Gündüz Eğitim ve Yayıncılık, Ankara.
- Şenel, M. 1997. 1/100000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları No: 4 Fethiye-M8 Paftası. MTA Gn.Md. Jeol.Etüt.Dair., Ankara.
- Şener, E. 2019. İnsansız Hava Araçları Kullanılarak Olası Kaya Düşmelerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı 3D Modellenmesi: Kasımlar Köyü (Isparta-Türkiye) Örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23(2): 419-426.
- Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y. 1981. Tethyan Evolution of Turkey: A Plate Tectonic Pproach. *Tectonophysics*, 75: 181-241.
- Tanoğlu, A . 2015. Türkiye’de Toprak. *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Mecmuası*, 23: 3-4.
- Tekin, S., Yalçınkaya, B., Acarer, A., & Mert, A. 2018. Yaban hayatında uydu verilerinin kullanım olanakları üzerine bir çalışma: MaxEnt ile Karaca (*Capreolus capreolus* L.)’nın habitat uygunluk modellemesi. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 2(2): 147-156.
- Tekoğlu, R. 2020. Likya Dili ve Yazısı, İşkan, H., DüNDAR. E. (Ed.), *Lukka’dan Likya’ya Sarpedon ve Aziz Nikolaos’un Ülkesi* içinde, Yapı Kredi Yayınları, İstanbul, 109-375s.

- Tel, H. Ö., & Yüksel, F. Ş. K. 2017. Kızılıkoyun Nekropolü Arkeolojik Sit Alanı'nın Koruma-Planlama Kapsamında Değerlendirilmesi. *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, 7(16): 1-16.
- Tiryakioğlu, İ., Uysal, M., Erdoğan, S., YALÇIN, M., Polat, N., & TOPRAK, A. S. 2016. 3 Boyutlu Bina Modelleme ve WEB Tabanlı Sunumu: Ahmet Necdet Sezer Kampüsü Örneği. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(1): 107-114.
- Tiryakioğlu, İ., Uysal, M., Erdoğan, S., Yalçın, M., Polat, N., Toprak, A. S. 2016. 3 Boyutlu Bina Modelleme ve WEB Tabanlı Sunumu: Ahmet Necdet Sezer Kampüsü Örneği. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16: 107-114.
- Topaloğlu, A. 2010. Tralleis Latrinası Işığında Antik Dönemde Latrinalar Ve Tralleis Latrinasının 3D Modellemesi. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın, 130s.
- Tuğal, İ., & Karcı, A. 2019. Renyi Entropi İle Ülkelerin Hava Trafiğinin Analizi. *Mühendislik Bilimleri Ve Tasarım Dergisi*, 7(4): 843-853.
- Tunçdilek, N. 1986. Türkiye'de Yerleşmenin Evrimi, İstanbul üniversitesi Yayınları:168, İstanbul.
- Ulvi, A., Yakar, M. 2020. İHA ve Yersel Fotogrametrik Teknikler Kullanarak Aksaray Kızıl Kilise'nin 3 Boyutlu Nokta Bulutu ve Modelinin Üretilmesi. *Geomatik Dergisi*, 5(1): 22-30.
- Usta, G. 2020. Mekan Ve Yer Kavramlarının Anlamsal Açından İrdelenmesi. *The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication*. 10(1): 25-30.
- Uzun, Ö. F., & Gül, A. 2017. Fotoğraf Yardımı İle 3 Boyutlu Ağaç Modellenmesinde Uygun Programın Araştırılması. *Mühendislik Bilimleri Ve Tasarım Dergisi*, 5(3): 621-631.
- Üreten, H. 2007. Tanrıça Leto: Lydia Sikkeleri Üzerinde. *SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16: 25-40.
- Varkıvaç, B. 2012. Ksanthos Antik Kenti 2011 Yılı Çalışmaları. *ANMED*, 1-7.
- Varkıvaç, B. 2015. Kaunos Tiyatrosu Periaktosları, *Adalya Dergisi*, 18: 177-2020.
- Varkıvaç, B. 2018. Ksanthos'taki Güneydoğu Sektör Üzerine Düşünceler. Arslan, M., Baz, F. (Ed), *Arkeoloji, Tarih ve Epigrafi'nin Arasında: Prof. Dr. Vedat Çelgin'in 68. Doğum Günü Onuruna Makaleler* içinde, Arkeoloji ve Sanat yayınları, İstanbul, 919-933s.
- Vitruvius, 2021. Mimarlık Üzerine. Alfya Yayıncılık: 456, İstanbul, 175s.
- Wikipedia. 2021. MATLAB, <https://tr.wikipedia.org/wiki/MATLAB>, [Son erişim tarihi: 17. 06. 2021].
- Williams, G.P. 1997. Chaos theory tamed. Joseph Henry Press, Washington D.C.
- Wilson, 1971. Urban And Regional Planning. *London Papers*, 2: 156-170.
- Wycherley, R.E. 2011. Antik Çağda Kentler Nasıl Kuruldu?. Arkeoloji ve Sanat Yayınları:272, İstanbul, 192s.

- Yakar, M., & Mırdan, Ö. 2017. Tarihi Eserlerin İnsansız Hava Aracı İle Modellenmesinde Karşılaşılan Sorunlar. *Geomatik Dergisi*, 2(3): 118-125.
- Yelmenoğlu, İ. 2020. Işıklar Ülkesini Okumak. İşkan, H., DüNDAR. E. (Ed.), *Lukka'dan Likya'ya Sarpedon ve Aziz Nikolaos'un Ülkesi* içinde, Yapı Kredi Yayınları, İstanbul, IX-375s.
- Yokoyama, R., & Haralick, R. M. 1979. Texture pattern image generation by regular Markov chain. *Pattern recognition*, 11(4): 225-233.
- Yurtoğlu, H. 2005. Yapay Sinir Ağları Metodolojisi İle Öngörü Modellemesi: Bazı Makroekonomik Değişkenler İçin Türkiye Örneği. Devlet Planlama Teşkilatı, Ekonomik Modeller ve Stratejik Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Uzmanlık Tezi.
- Yüksel, E. 2020. Işıklar Ülkesinin İki Önemli Figürü Ksanthos Harpy Ve Nereidler Anıtı. II. Uluslararası Akdeniz Bilimsel Araştırmalar Kongresi, ss.35-44, 7-9 Şubat, Gazimağusa, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti.
- Zimmermann, K. 2020. Osmanlı Fethine kadar Doğu Roma ve Bizans Dönemi'nde Likya, İşkan, H., DüNDAR. E. (Ed.), *Lukka'dan Likya'ya Sarpedon ve Aziz Nikolaos'un Ülkesi* içinde, Yapı Kredi Yayınları, İstanbul, 72-375s.
- Zimmermann, M. 2020. Likya Uygarlığı'nın Keşfi. İşkan, H., DüNDAR. E. (Ed.), *Lukka'dan Likya'ya Sarpedon ve Aziz Nikolaos'un Ülkesi* içinde, Yapı Kredi Yayınları, İstanbul, 3-375s.

ÖZGEÇMİŞ

ESRA ÖLMEZ

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2018-2021	Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, Antalya
Lisans	Karadeniz Teknik Üniversitesi
2012-2016	Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Trabzon

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Veri Etiketleyici	T.C. Savunma Sanayii Başkanlığı
2020-Devam Ediyor	Veri Kovanı, Yapay Zekâ Projesi, Ankara
Ücretli Harita Öğretmenliği	MEB Uluborlu Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi
2017-2018	Harita-Kadastro Bölümü, Isparta
Sözleşmeli Öğretim Elemanı	Süleyman Demirel Üniversitesi
2016-2018	Uluborlu Selahattin Karasoy MYO, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Isparta