



Tarihi Diyarbakır sur kapılarındaki yapısal hasarların georadar (GPR) yöntemiyle belirlenmesi: Urfa Kapı örneği

*Determination of the structural damages in the historical Diyarbakır city walls by georadar (GPR)
method: The example of the Urfa Gate*

Nursen İŞİK^{1*}, Fatma Meral HALİFEOĞLU² Mehmet Şakir GÜLER³

¹ Dicle University, Diyarbakır, Turkey, isik@dicle.edu.tr. Orcid No: <https://orcid.org/0000-0002-6125-1896>

² Dicle University, Diyarbakır, Turkey, mhalife@dicle.edu.tr. Orcid No: <https://orcid.org/0000-0003-2032-3774>

³ Dicle University, Diyarbakır, Turkey, msakirguler@ogr.dicle.edu.tr. Orcid No: <https://orcid.org/0000-0003-1344-8130>

MAKALE BİLGİLERİ

Makale Geçmişi:

Geliş 7 Şubat 2022
Revizyon 16 Mart 2022
Kabul 17 Mart 2022
Online 30 Mart 2022

Anahtar Kelimeler:

Anahtar kelime , Diyarbakır , Urfa Kapı, yapısal hasar, Georadar (GPR), Suriçi Bölgesi.

ÖZ

Diyarbakır Suriçi Bölgesi, farklı biçim ve boyutta burçların bulunduğu tarihi surlarla çevrili bir kentsel sit alanıdır. Savunma yapılarından olan sur duvarları ve burçların geçmişte kullanılmalarına rağmen yakın dönemde bakımsız ve boş durumda kalarak, yapısal sorunları meydana gelmiştir. Urfa Kapı, Suriçi Bölgesindeki sur dışına açılan tarihi kapılarından biridir. Uzun yıllar restorasyon çalışması yapılmayan tarihi kapıda, yoğun trafik akışının etkisiyle zaman içinde sur duvarları, kapı geçişleri ve burçlarda strüktürel çatlaklar ve ayrışmalara bağlı yapısal sorunlar oluşmuştur. Oluşan hasarların zemin ve duvarlardaki konumları ve düzeylerinin belirlenmesi amacıyla, tarihi yapılarda tahribatsız yöntemlerden biri olarak kullanılan Georadar (GPR) taramaları yapılmıştır. Urfa Kapı ve kapı geçişlerinde 50 metre profil boyu, araştırma derinliği ise zeminde 20 metre duvarlarda 4.00 metre olarak seçilmiştir. Bu çalışmada, tarihi surların batı yönündeki Urfa Kapı 'da sur duvarları ile kapı geçişlerinde zeminden kaynaklanan yapısal sorunların tespiti amacıyla georadar (GPR) taramaları yapılmıştır. Gözlemsel olarak tespit edilen hasarlar, aletsel olarak georadar taramalarıyla desteklenerek, hasar düzeyleri ve konumları belirlenmiştir. Zeminde çökme deformasyonları ve duvarlarda, çatlak ve kırıklar tespit edilerek deformasyonlar iki boyutlu radargramlarla gösterilmiştir.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 7 February 2022
Received in revised form 16 March 2022
Accepted 17 March 2022
Available online 30 March 2022

Keywords:

Diyarbakır, Urfa Gate, structural problems, Georadar (GPR), Suriçi District

ABSTRACT

Diyarbakır Suriçi Region is an urban protected area surrounded by historical walls with bastions of different shapes and sizes. Although the fortifications and bastions, which are among the defensive structures, were used in the past, they have been neglected and empty in the recent period, resulting in structural problems. Urfa Gate is one of the historical gates opening outside the city walls in the Suriçi Region. Due to the heavy traffic flow on the historical gate, which has not been restored for many years, structural problems have occurred due to structural cracks and weathering in the city walls, gate passages and bastions over time. Georadar (GPR) scans, which is used as one of the non-destructive methods in historical buildings, were carried out to determine the locations and levels of the damages on the floors and walls. The profile length of 50 meters at the Urfa Gate and gate passages, and the depth of research were chosen as 20 meters on the ground and 4.00 meters on the walls. In this study, georadar (GPR) scans were carried out to determine the structural problems arising from the ground at the fortification walls and gate passages in Urfa Kapı, on the west side of the historical city walls. Damage levels and locations were determined by supporting the observationally detected damages with instrumental georadar scans. Slump deformations in the ground and cracks and fractures in the walls were detected and deformations were shown with two-dimensional radargrams.

Doi: 10.24012/dumf.1069160

* Sorumlu Yazar

Giriş

Diyarbakır'ın ilk yerleşim merkezi olan Suriçi Bölgesi, anıtsal ve geleneksel yapıların bulunduğu bir kentsel sit alanıdır. Suriçi Bölgesi, farklı form ve boyutlardaki 82 burç ve sur duvarlarıyla çevrilidir.

Diyarbakır surları ve Hevsel Bahçeleri 2015 yılında UNESCO kültürel mirası listesine alınarak koruma altına alınmıştır [URL 1]. Tarihi surlarla ilgili birçok çalışma ve araştırma yapılmıştır [1].

Yapım tarihi 4.yy'da inşa edildiği kaynaklarda [2] belirtilen Diyarbakır surları iç ve dış kaleden oluşmaktadır. Dış kale surlarının uzunluğu 4460 m, iç kale surları ise 598 metredir. Belirli dönemlerde yıkılan ve yok olan surların uzunluğu ise 620 metredir [3]. Surlarda burçlar ve sur duvarları arasında farklı boyutlarda geçitler olduğu Diyarbakır'ı 1045-1051 yılları arasında ziyaret eden Nasır-ı Hüsrev tarafından belirtilmiştir [4].

Suriçi Bölgesini çevreleyen sur duvarları, burçlar ve kapılarda tarih boyunca birçok onarım ve tamamlamanın dönemsel izleri günümüze kadar ulaşmıştır. 2013 ve sonrasında, bazı burç ve sur duvarında onarım ve müdahaleler yapılmış olmasına rağmen onarımı yapılmayan ve dış etkenlerle hasara uğrayan sur duvarı ve burçlarda bulunmaktadır. Onarımı farklı dönemlerde yapılmış burçlar ve sur duvarlarında zaman içinde kısmi veya bütünsel olarak yapısal sorunlar meydana gelmiştir.

Sur duvarları ve burçlarda en yaygın görülen yapısal sorunlar; malzeme kaybı, hatalı müdahale, trafik titreşimlerine bağlı malzeme boşalmaları, imar düzenlemeleri ile zemin ve temele bağlı oluşan oturmaya bağlı hasarlardır. Özellikle surlarda kısmi ya da bütünsel bozulmalar, yapım sistemini tehdit edecek boyutlara ulaşmıştır.

Restorasyonları başlatılan sur duvarları ve burçlarda yapısal sorunların tespitine gerektiği ölçüde önem verilmemektedir. Ayrıca surlarda yapılan restorasyon ve onarım çalışmalarında hatalı müdahalelerde mevcuttur.

Sur duvarları ve burçlardaki yapısal sorunların oluşum süreçleri göz önünde bulundurulmadan yapılan müdahaleler ile eksik tespitler nedeniyle genel müdahalelerin dışına çıkılamamıştır. Bu nedenle sur duvarları, burçlar ve kapı geçişlerindeki yapısal sorunların oluşum süreçleri, düzeyleri ve çeşitliliğinin belirlenmesi amacıyla gözlemsel ve aletsel ölçümlerin yapılması önemli ve gereklidir.

Tarihi yapılardaki yapısal sorunların aletsel tespitlerle belirlenmesi, yapıların mevcut strüktürü etkilemeyecek düzeyde ve sınırlılıktadır. Dolayısıyla tarihi yapılarda tahribatsız yöntemlerin kullanılması oldukça önemlidir [5].

Son yıllarda, kültürel miras niteliğindeki tarihi yapılardaki hasar ve sorunların tespitinde tahribatsız yöntemler yerine güncel ve daha etkin olan tahribatsız (NDT) yöntemlerin uygulanmasına geçilmiştir [6],[7], [8].

Tahribatsız görüntüleme tekniklerinde, hızlı veri toplama ve yüksek çözünürlükle gömülü cisimlerin algılanması sağlanmaktadır [9], [10],[11]

Georadar (GPR) tahribatsız görüntüleme yöntemlerinden biri olup, gelişen teknolojiyle kullanımı hızla yaygınlaşmıştır. Kültürel miras ve zemin ve altındaki yapıların tespitinin yanında yeraltında ve belirgin olmayan teşhis araştırmalarında tercih edilen jeofizik yöntemidir. [12], [13].

Georadar yönteminin kullanımı sadece arkeolojik kalıntıların bulunmasıyla sınırlı değildir. Yeraltı tesislerinin haritalama işlemlerinde (toprak altındaki boru ve tesisatlar), betonarme yapılarda tahribatsız muayenesi ile donatıların mevcut konumları ve boşlukların tayini, demiryolları mühendisliği, kara mayın tespiti gibi alanlarda kullanılmaktadır [14], [15].

Georadar yönteminde temel olarak bir elektromanyetik dalga yayan cihaz ve dijital kayıt sistemi ile alıcı antenlerden oluşur. Dalgaların yansımalarındaki gecikme süreleri ve antenlerin yaydığı malzemedeki dalgaların yayılma hızından, yansıtıcı cismin bulunduğu derinlik çıkarılarak elde edilir. Tarama yapılan nesnelere meydana gelen yansımaların tespiti için belirli frekanslardaki sinyallerin emisyonundan oluşmaktadır. Georadar, enerjinin yayıldığı ortamın yeraltı veya başka herhangi bir ortam olması için tasarlanmış bir radardır. Georadar araştırması, heterojen bir ortamda yayılan elektromanyetik dalgaların emisyonuna ve tespitine dayanır. Bu enerjinin ortamın homojen olmayan kısımlarında meydana gelmesi, dalgaların yansımalarına, kırılmalarına neden olmaktadır. Yansıyan dalgalar, antenler tarafından yakalanarak, dijital kayıt altına alınmaktadır [16].

Georadar taramalarında kullanılan verici antenler yatay doğrultuda elektrik alan vektörüne paralel olacak şekilde birkaç nanosaniyeli elektromanyetik dalga üretmektedir. Yeraltında ilerleyen dalgalar herhangi bir deformasyonla (anomali) karşılaştıklarında yansıma veya saçılmaya uğrarlar. Saçılan dalgalar yukarı çıkarak yüzeydeki alıcı anten, kontrol ünitesi ve kayıt cihazına kaydedilir. Elde edilen görüntü "radar izi" olarak adlandırılır. Yapılan taramalar önceden belirlenmiş noktalarda seçilen profillerle yapılmaktadır. Ölçüm noktalarındaki elde edilen radar izleri bir araya getirilerek "radargram" adı verilen radar kesitleri oluşturulur [17], [18].

Bu çalışmada, motorlu taşıt ve yaya trafiğinin yoğun olduğu Urfa Kapı sur duvarları ve kapı geçişlerindeki yapısal sorunlar, gözlemsel tespitlerle belirlenmiş, gözlemsel olarak tespit edilemeyen duvar ile zemindeki hasar durumları, düzeyleri ve konumları tahribatsız yöntemlerden biri olan Georadar (GPR) taramalarıyla belirlenmiştir.

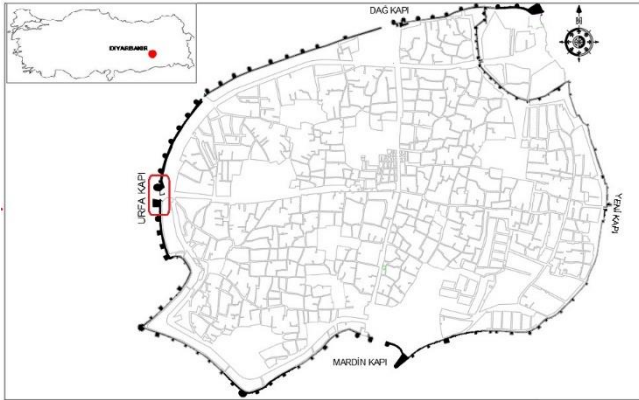
Gözlemsel ve aletsel tespitler öncesi Urfa Kapı, sur duvarları, kapı geçişleri ve burçlarının mimari özellikleri ve yapım tekniği incelenerek yapının mevcut durumuna göre planları çıkarılmıştır.

Georadar (GPR) taramalarıyla tespit edilen hasar düzeyleri konumları radargram kesitlerinde gösterilerek, kapılardaki

hasarların mevcut durumları saptanmıştır. Zemin ve duvarlarda tespit edilen hasarlara yönelik yapılacak güçlendirme ve restorasyon çalışmalarına katkı sağlayacak koruma ve tamamlayıcı müdahale önerileri sunulurak çalışma tamamlanmıştır.

Tarihi Diyarbakır Surları ve yapısal özellikleri

Diyarbakır, Türkiye'nin güneydoğusunda bulunan ve birçok ticari yolun yer aldığı tarihi kentlerden biridir. Antik dönemlere dayanan geçmişi ile geleneksel ve anıtsal yapıların bulunduğu Suriçi Bölgesi, dünya kültür mirasında yer alan önemli bir yerleşim merkezidir. Bu merkezde büyük çoğunluğu tescilli ve farklı tür ve plan tipine sahip yapılar yer almaktadır. Suriçi Bölgesi 82 burç ve dört ana kapıdan oluşan tarihi surlarla çevrilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Diyarbakır ilinin Türkiye'deki konumu ve Urfa Kapı'nın Suriçi Bölgesindeki yeri¹

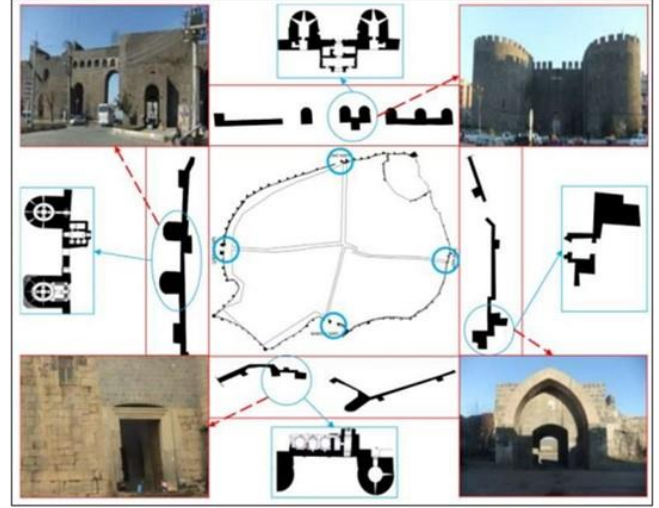
Diyarbakır surları, iç ve dış kaleden oluşmakta, iç kale Suriçi Bölgesi'nin kuzeydoğusunda yer almaktadır. Dış kale Suriçi Bölgesini çevreleyen birçok burç ve sur duvarlarından meydana gelmiştir. Dış kale surlarının uzunluğu 4460 m, iç kale surlarının ise 598 metredir. Farklı dönemlerde bazı surlar yıkılmış ve yıkılan surların uzunluğu 620 metredir [3].

Albert Gabriel'e [19] göre; Sur duvarlarının yükseklikleri 5-15 metre arasında değişiklik göstermektedir. Dış surların siperlik ve mazgallardan oluştuğu ve seğirdim yoluyla çevrelendiği ve yüksekliğinin 1.80-2.00 metre olduğu vurgulanmıştır. Sur duvar kalınlıkları 0.40-0.45 metre arasında değişmekte olup, yüksek sur duvarlarının mukavemetini arttırmak amacıyla kullanılan silindirik formulu kenet taşları kullanılmıştır.

Diyarbakır Surları ve burçları, farklı form ve boyutlarda kullanım amaçlarına göre farklı özelliklerde yapılmıştır. Dış kale surlarının batısındaki sur ve burç duvarları, diğer duvarlara göre daha kalın olup, burçlar dairesel planlıdır. Yedi kardeş burcu, Ulu (Evli) Beden Burcu, Keçi Burcu ve Nur Burcu önemli burçlardır. Plan tipleri değişiklik gösteren burçlar, farklı boyutlarda tek ya da iki katlı olabildiği gibi büyük boyutlu burçlarda galeri katları da

bulunmaktadır. Burçların zemin katları geçmişte depo, üst katları ise askeri amaçlarla kullanılmıştır.

Surlar, Dicle Nehri'nden yaklaşık 100 metre yukarıda kayalık zemin üzerinde inşa edilmiştir. Suriçi Bölgesini çevreleyen Diyarbakır surlarının dışa açılan dört kapısı bulunmaktadır. Kuzey yönünde Dağ kapı (Harput Kapı), batısında Urfa Kapı (Rum, Halep Kapı), doğusunda Yeni Kapı, güneyinde Mardin Kapı (Tell Kapı) yer almaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Diyarbakır surları ve sur kapılarının konumları [20]

1950 yılında yapılan imar düzenlemeleriyle, Dağ Kapı ve Urfa Kapı arasındaki 13. ve 14. burçlardaki sur duvarlarında "Çift Kapı", 1959 yılında ise 8. ve 9. Burçlar arasındaki sur duvarlarında "Tek Kapı" olarak adlandırılan geçiş kapıları eklenmiştir [19],[21],[22].

Suriçi Bölgesinin kuzeyinde yer alan köşeli formulu surlarla çevrilen İç kaleye giriş Saray Kapı'dan sağlanmaktadır. Kalenin doğusunda Küpeli Kapı, Oğrun Kapı ile Fetih Kapısı olmak üzere toplam dört adet geçiş kapısı bulunmaktadır.

İç kalede, Hz. Süleyman Cami ve birçok kamu yapısının bulunduğu bir yerleşke bulunmaktadır. Artuklu Kemeriyle girilen bu alanda, günümüzde kazı çalışmaları devam eden Artuklu Sarayı, Aslanlı çeşme, Saint George Kilisesi, Eski Ceza Evi Binası, Adliye A ve B Binaları, Kolordu Komutanlığı olarak kullanılmış tescilli yapılar yer almaktadır.

Diyarbakır Surları ve Hevsel Bahçeleri Kültürel Peyzaj alanının UNESCO Dünya Kültür Mirası olarak tescillenmesinde, Diyarbakır Büyükşehir Belediyesi, Diyarbakır Valiliği ve kentte bulunan birçok kurum ve sivil toplum kuruluşları ile Kültür ve Turizm Bakanlığının desteğiyle 2012 yılında, kent tarihi ve kültürel zenginliklerin geleceğe aktarılması için çalışmalar başlatılmıştır [23].

Diyarbakır Surları ve Hevsel Bahçeleri için yaptığı adaylık başvurusu Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür

¹ Diyarbakır Büyükşehir Belediyesi koruma amaçlı imar planına göre (KAİP) yeniden düzenlenmiştir.

Teşkilatına (UNESCO) bağlı Dünya Miras Komitesinde 2015 yılında değerlendirilerek ve alınan kararla, UNESCO Dünya Miras Listesi'ne eklenen on beş yapıdan biri olarak kaydedilmiştir [24].

Urfa Kapı ve burçlarının konumu ve mimari özellikleri

Urfa Kapı, Suriçi Bölgesinin batı yönünde sur dışına açılan kapısıdır. Albert Gabriel tarafından numaralandırılmış haritaya [19] göre 20 ve 20' numaralı burçlar ve üç geçiş kapısından oluşmaktadır. Kuzey yönünde bulunan kapı önceki yıllarda araç geçişinde kullanılmış, ancak kapının bulunduğu üst duvarlarda yapısal sorunların oluşması nedeniyle kapı araç geçişine kapatılmıştır. Kuzey kapısının üzerindeki yazıtların Artuklu Devleti dönemine (1183-1194) ait olduğu görülmüştür [25]. Urfa kapı ve kapı geçişlerinde 1944 yılında genel onarım geçirmiş üç kapı araç girişine açılmıştır. Ortadaki kemerli kapı, sonraki dönemlerde yapılan onarımlarda yükseltilmiştir. Bu nedenle orta kapıdaki özgün izler silinmiştir [19],[26],[27]. Günümüzde kuzeydeki kapı ve güney kapı trafiğe kapatılmış sadece ortadaki kemerli kapı araç trafiğine açık durumdadır. Toplam sur duvarının uzunluğu 33,73 m, duvar kalınlığı 4.04 m'dir. Kuzey kapı (K1) sur dışı genişliği 3,99 m'dir.

Kapılar, sur duvarı kalınlığı boyunca koridor oluşturacak şekilde düzenlenmiştir. Kuzey kapısının (K1) kuzey ve güney duvarında mekânlar bulunmaktadır. Kuzey kapı boyutları 3.43m-5.31m, ortadaki kemerli kapı (K2) 11,24 m yüksekliğinde ve 5,58 m genişliğindedir. Güney yönündeki kapı (K3) geçişi sur duvarı genişliğinde koridor şeklinde olup, çevresinde mekanlar bulunmamaktadır. Güney kapı boyutları (K3) 3.83m genişlik ve 3,63 m yüksekliğindedir (Şekil 3).

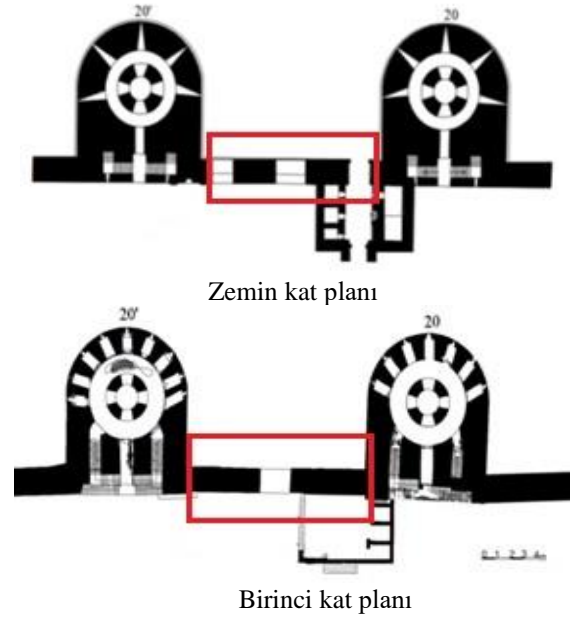


Şekil 3. Urfa Kapı Suriçi ve sur dışı görünümü (2022)

Urfa kapı geçişlerinin her iki yönde silindirik formlu iki burçla (20 ve 20') sınırlanmaktadır. Dıştan U biçimli silindirik formlu burçlar, galeri katı ve iki kattan oluşmakta ve burçlara sur içinden kemerli bir kapı ile girilerek ulaşılmaktadır. Burçların zemin katlarında dikdörtgen planlı giriş koridoru ile yukarı çıkan merdivenler konumlanmıştır.

20 ve 20' burçların birinci katında, dört ayağın taşıdığı bir galeri katı bulunmakta olup, ayakların oluşturduğu çekirdek bölümü koridorla çevrilidir. Birinci katta beş adet mazgal penceresi olan burçların ikinci katı aynı plan düzenindedir. (Şekil 4).

² Arkad: Mimarlıkta, sütun ya da ayakların taşıdığı kemer sırası, böyle bir kemer sırası ile sağır bir duvar arasında uzanan geçit [URL 2]



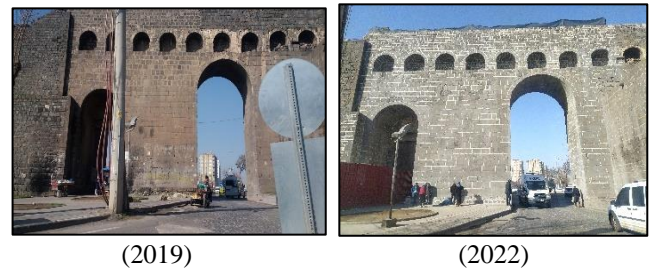
Şekil 4. Urfa Kapı 20-20' burçların planları [19]

Urfa Kapı sur duvarları, kapı geçişlerinde gözlemsel olarak tespit edilen hasarlar

Urfa Kapı sur duvarlarında 2019-2021 Haziran ayına kadar yapılan gözlemsel tespitlerle, kapı geçişleri, burçlar ve sur duvarlarındaki yapısal sorunlar belirlenmiştir. Bu sorunlar burçlar, kapı geçişleri ve sur duvarlarına göre ayrı olarak sınıflandırılmış ve gözlemsel tespitler fotoğraflarla belgelenmiştir. Haziran 2021 yılından sonra restorasyon sürecine giren Urfa kapı ve burçlarında, hasarlı alanlar askıya alınarak kısmi müdahaleler yapılmıştır.

Kapı geçişleri ve tespit edilen yapısal sorunlar

Urfa Kapı 'da 20 ve 20' burçlar arasındaki sur duvarlarında üç adet kapı geçişi bulunmaktadır. Kuzey kapı sur dışında kitabeli ve dörtgen formludur Ortada kemerli kapı (K2) diğer iki kapıya göre yüksektir. Güney yönündeki kapının (K3) sur dışında açılan kapısı dikdörtgen formlu olup, koridor şeklinde devam ederek Suriçi Bölgesine kemerli bir kapıyla açılmaktadır. Kapı geçişlerinin üstünde kemerli 11 adet sıralı niş şeklinde "arkad"²lar bulunmaktadır (Şekil 5).

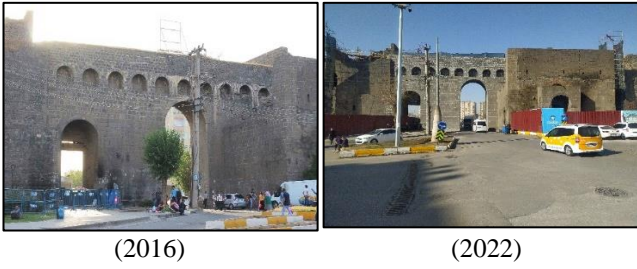


Şekil 5. Urfa Kapı geçişleri üstlerindeki "arkad"lar (2022)

Kuzey Kapı (K1)

Trafik titreşimi ve kapı üstü duvardaki ayrışmalar nedeniyle 2012 yılında araç trafiğine, 2017 yılından sonra da kısmi olarak yaya geçişine kapatılmıştır. Kapının güney duvarı tümüyle yıkılmış, doğu duvarında strüktürel ayrışmalar mevcuttur. Kapı içindeki koridor üzerindeki tonoz, sıva ile kapatılmış ve bu alanlardaki nemlenme problemleri dışa yansımıştır.

Kapı geçişlerinin altında ve kemer bölümlerinde malzeme kayıpları bulunmaktadır. Kuzey kapının üzerindeki güney duvarının yıkılması nedeniyle döşemede malzeme yığınları ve toprak dolgu bulunmaktadır. Toprak bulunan alanlarda bitkilenmeye bağlı, özellikle duvarlarda nem sorunları oluşmuştur. Kuzey kapı üzerindeki "arkad"lı dört adet niş toprak ve taş dolgu ile kapatılmış, ancak 2021 yılındaki kısmi müdahalelerle nişlerin içi temizlenmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Urfa Kapı Suriçi Bölgesi cephesindeki restorasyon öncesi ve restorasyon süreci

Orta Kemerli Kapı (K2)

Orta kemerli kapının (K2) 1944 yılında yüksekliğinin artırılarak düşeydeki boyutlarının değiştirilmesi nedeniyle sur duvarında kesit daralmaları oluşmuştur. Bu nedenle, kapının sur dışına bakan batı bölümündeki çevre duvarlarında, kılcal çatlak, kırık ve malzeme kayıplarına bağlı boşalmalar ve kısmi ayrışmaların oluştuğu görülmüştür.

2021 yılında yapılan kısmi onarımlarda orta kemerli kapının duvar yüzeylerinde, temizleme dışında malzeme kayıpları ve güçlendirmeye yönelik bir çalışma yapılmamıştır (Şekil 7).



Şekil 7. Orta Kemerli Kapı (K2) batı yönünde meydana gelen malzeme kayıpları (2021)

Güney kapı (K3)

Güney kapıda (K3), kapıyı çevreleyen silmelerde malzeme kayıpları ve çatlaklar bulunmaktadır. Kapının alt bölümleriyle kuzey ve güney duvarlarında kısmi boşalma ve taş malzemede çatlaklar mevcuttur. Kapının sur dışına

açılan bölümlerindeki malzeme kayıpları zemine yakın alt bölümlerde yoğunlaşmıştır (Şekil 8).



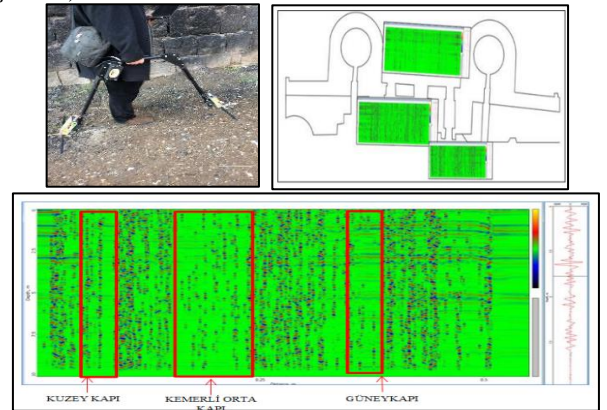
Şekil 8. Güney Kapıdaki (K3) malzeme kaybı hasarları

2021 yılında cephe temizliği ve burçların askıya alınması dışında, malzeme kaybı, çatlak ve kırıklara yönelik bir çalışma yapılmamıştır.

Urfa Kapı 'da zemin hasarlarına yönelik georadar (GPR) yöntemiyle yapılan aletsel tespitler

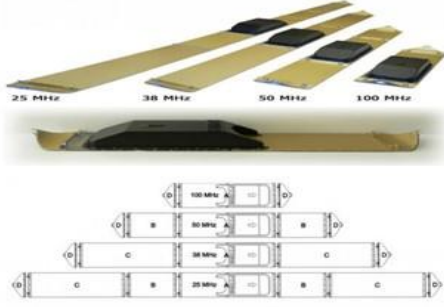
Urfa Kapı 'da hasarlara yönelik gözlemsel tespitler sonrasında, hasarların aletsel tespitlerle mevcut konumları ve düzeyleri belirlenmiştir. Zemin ve duvarlardaki hasar durumlarını belirlemek amacıyla georadar (GPR) cihazı kullanılarak, hasar durumları ve düzeyleri radargram kesitleriyle gösterilmiştir.

Urfa Kapı 'da kapı geçişlerindeki hasarların tespiti amacıyla 2017 yılında, 300 Hz'lik antenlere sahip Rimex GPR (Georadar) cihazıyla Georadar (GPR) taramaları yapılmıştır. GPR/Gradiyometre cihazından elde edilen tespitler, bilgisayar ekranına aktarılarak radargram ham görüntüleri, matematik işlemciyi yüksek oranda kullanan PRGSM 2,5 ve WOXLER 2 programları ile filtrelenmiştir. Jeofizik mühendisleri tarafından filtre edilen 16 görüntüye göre yatay ve dikey kesitler çıkarılarak, yapı zemin ve temel görüntüleri hakkında veriler elde edilmiştir. Yaklaşık 5,00 m derinliğin gösterildiği cihazda yapılan ölçümler sonucunda 1.00-2.50 metrede sürekli taşların bulunduğu temel yüzeyleri belirlenmiştir. 2.50-5.00 metre derinlikte yapılan ölçümlerde sürekli olmayan bir temel katmanı belirlenmiştir. Yapılan zemin taramasında elde edilen radargramların yatay ve dikey kesitlerinde, yüzeysel olarak temellerde herhangi bir deformasyon ve hasarın bulunmadığı tespit edilmiştir [28] (Şekil 9).



Şekil 9. Urfa Kapı 'da Rimex (GPR) cihazıyla yapılan aletsel ölçümler ve radargram kesitleri [28]

Urfa Kapı, kapı geçişleri ve sur duvarlarında georadar (GPR) taramaları 2020 yılında farklı georadar cihazıyla tekrar yapılmıştır. Georadar taramalarında Zond Python 3 GPR 100 Mhz merkez anteni bulunan cihaz kullanılmıştır. Python-3 GPR özellikle derin anketler (olumlu zeminde 65 metreye kadar) için kullanılan tek bir operatör tarafından taşınan bir taşınabilir dijital yeraltı radarıdır. Sur duvarlarındaki deformasyon, kırık ve çatlakların mevcut konumları ve düzeylerinin belirlenmesi amacıyla 1.6 Ghz anten kullanılarak taramalar yapılmıştır (Şekil 10).



Şekil 10. Urfa Kapı, Kapı geçişleri ve sur duvarlarında kullanılan Python-3 GPR cihazı ve şematik görünümü (URL 3)

Urfa Kapı, sur duvarları ve kapı geçişlerinde yapılan taramalarda, araştırma derinliği, duvarlarda 4.00 metre, zemin için 20.00 metre seçilmiştir. Taramalar sonucunda elde edilen veriler, filtre edildikten sonra belirlenen deformasyon ve anomaliler radargram kesitler üzerinde gösterilmiştir. Çalışma alanına ait koordinat bilgileri, çalışma alanları poligonlara bölünecek şekilde alınmış ve köşe koordinatları Tablo 1 de gösterilmiştir (Şekil 11).



Şekil 11. Urfa Kapı Sur duvarları ve kapı geçişleri yerbulduru haritası [29]

Tablo 1. Urfa Kapı, sur duvarları ve kapı geçişlerinin bulunduğu bölgeye ait koordinat bilgileri (ED/50/6')[29]

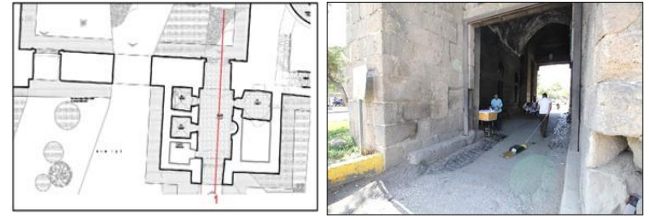
Koordinatlar	ZON (S)	Poligon	O	N	Yükseklik(m)
URFA KAPI	37 S	P-1	607868	4196652	665
	37 S	P-2	607880	4196647	666
	37 S	P-3	607864	4196449	665
	37 S	P-4	607868	4196445	663

Georadar (GPR) zemin taramaları, her kapı geçişi için ayrı olarak, duvar taramaları ise kapı geçişleri ve kapı geçişleri arasındaki sur duvarlarında yapılmıştır.

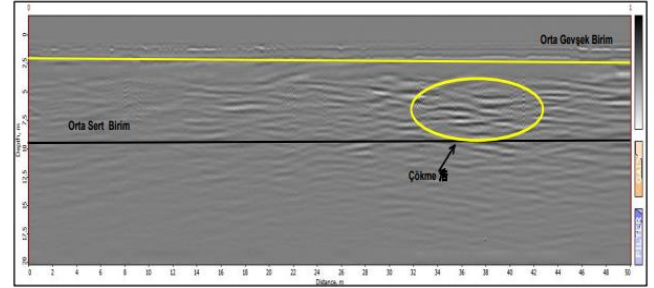
Urfa Kapı, kapı geçişlerinde yapılan zemin taramaları ve konumları

Kuzey Kapı (K1) Georadar Taraması (GPR-Z1)

Kuzey Kapı (K1) taramalarında 50.00 metre profil boyu ve 20.00 metre araştırma derinliği (penetrasyon) seçilmiştir. Profilde elde edilen verilere göre iki ayrı seviyenin ayrıldığı belirlenmiştir. Üst kısımlarda yaklaşık 2.50 metre kadar orta gevşek birim, 2.50–10.00 metreler arası orta sert birim olduğu düşünülmüştür. Ayrımlanan profil boyunca meydana gelen anomali yapılar radargram kesitlerinde gösterilmiştir. 7.50 metre derinlikte ve 36.00 ile 40.00 metreler arasında çökme şeklinde deformasyonlar tespit edilmiştir (Şekil 12, Şekil 13).



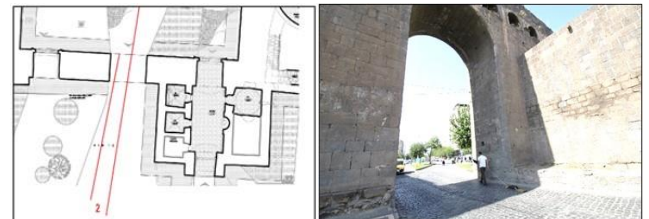
Şekil 12. Kuzey kapıda (K1) yapılan georadar (GPR-Z1) taramaları ve konumu



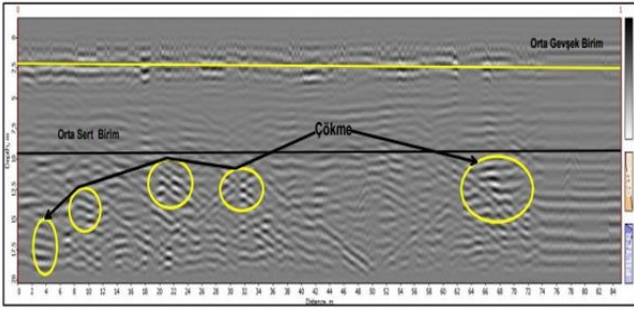
Şekil 13. Kuzey kapıda (K1) yapılan georadar taramalarından elde edilen radargram kesiti

Orta Kemerli Kapı (K2) Georadar Taraması (GPR-Z2)

Urfa Kapı, orta kemerli kapı (K2) zeminde yapılan georadar (GPR) taramalarında 90.00 metre profil boyu ve 20.00 metre araştırma (penetrasyon) derinliği seçilmiştir. Profilde elde edilen radargram kesitinde iki farklı seviye ayrıldığı görülmüştür. Zeminden yaklaşık 2.50 metreye kadar orta gevşek birim, 2.50 –10.00 metreler arası orta sert birim olduğu düşünülmektedir. Ayrımlanan profil boyunca çökme şeklinde deformasyonlar tespit edilmiştir. Çökme deformasyonlarının konumları radargram kesitinde gösterilmiştir (Şekil 14, Şekil 15).



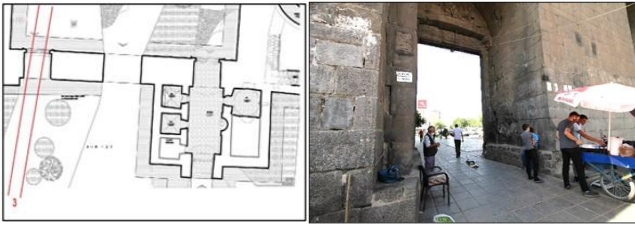
Şekil 14. Orta Kemerli kapıda (K2) yapılan georadar (GPR-Z2) taramaları ve konumu



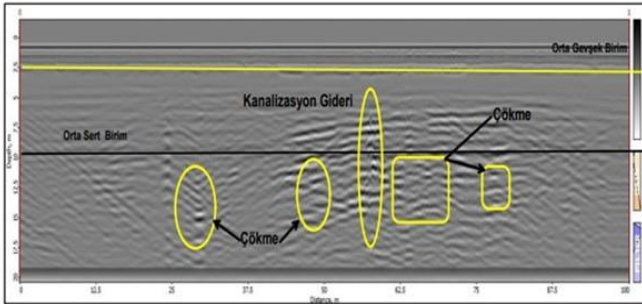
Şekil 15.Orta Kemerli kapıda (K2) yapılan georadar taramalarından elde edilen (GPR-Z2) radargram kesiti

Güney Kapı (K3) Georadar Taraması (GPR-Z3)

Urfa Kapı, güney kapısında (K3) yapılan georadar (GPR) taramalarında 100.00 metre profil boyu ve 20.00 metre araştırma (penetrasyon) derinliği seçilmiştir. Profilde elde edilen taramalarda, diğer kapılarda olduğu gibi iki farklı seviye ayrıldığı, zeminden 2.50 metreye kadar orta gevşek birim, 2.50–10.00 metreler arası, orta sert birim olduğu düşünülmüştür. 5.00 metre derinlikte ve 58.00 ile 60.00 metreler arasında bir adet kanalizasyon gideri ve farklı lokasyonlarda çökme deformasyonları olduğu tespit edilmiştir. Çökme deformasyonlarının konumları radargram kesitlerinde gösterilmiştir (Şekil 16, Şekil 17).



Şekil 16. Güney kapıda (K3) yapılan georadar (GPR-Z3) taramaları ve konumu



Şekil 17.Güney kapıda (K3) yapılan georadar taramalarından elde edilen (GPR-Z3) radargram kesiti

Urfa Kapı, kapı geçişlerinde yapılan duvar taramaları ve konumları

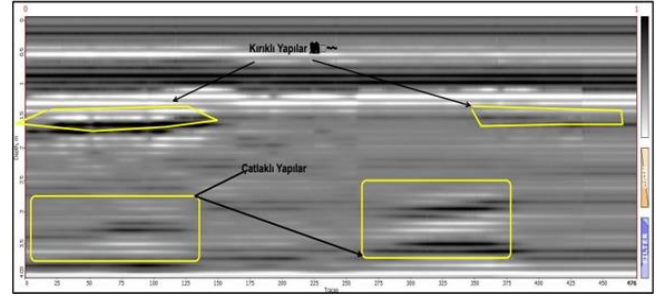
Güney kapı ile Orta Kemerli kapı arasındaki sur duvarı taraması (GPR-D1)

Güney kapı ile orta kemerli kapı arasında duvar taramasında (GPR-D1) 18.00 metre profil boyu ve 4.00 metre araştırma (penetrasyon) derinliği seçilmiştir. Taramalarda 00.50 ile 1.50 metrelerden itibaren kırıklı ve çatlaklı yapılar olduğu tespit edilmiştir. Çatlak ve kırıkların sur duvarlarında

strüktürel hasar oluşturacak düzeyde olmadığı düşünülmektedir (Şekil 18, Şekil 19).



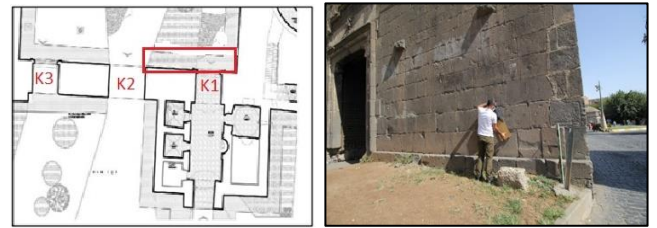
Şekil 18.Güney kapı (K3) ile orta kemerli kapı (K2) arasındaki sur duvarı (GPR-D1) tarama ve konumu



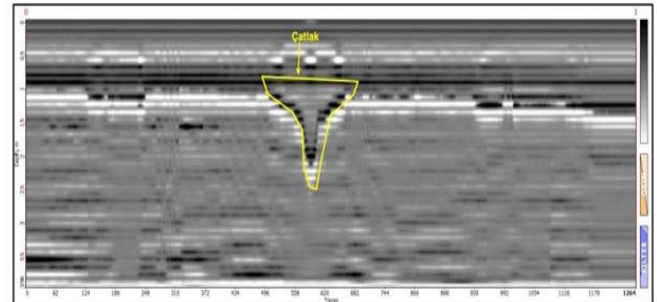
Şekil 19.Güney kapı (K3) ile orta kemerli kapı (K2) arasındaki sur duvarı (GPR-D1) radargram kesiti

Orta Kemerli Kapı (K2) ile Kuzey Kapı (K1) arasındaki sur duvar taraması (GPR-D2)

Urfa Kapı, orta kemerli kapı (K2) ile kuzey kapı (K1) arasındaki sur duvarında yapılan georadar taramalarında 12.00 metre profil boyu ve 4.00 metre araştırma derinliği (penetrasyon) seçilmiştir. Duvar taramalarında 0.50-1.50 metreden itibaren kırıklı ve çatlaklı yapılar tespit edilmiştir. 1.50 metre derinlikte 558.00- 650.00 traces aralığında oluşan yaklaşık **12 cm** ve alta doğru daralan bir adet çatlak yapısı mevcuttur. Tespit edilen çatlak ve kırıklı yapıların, gözlemsel tespitlerde belirlenmiş hasarlara yakın alanlarda olduğu görülmüştür (Şekil 20, Şekil 21).



Şekil 20. Orta kemerli kapı (K2) ile kuzey kapı (K1) arasındaki sur duvarı (GPR-D2) tarama ve konumu



Şekil 21. Orta kemerli kapı (K2) ile kuzey kapı (K1) arasındaki sur duvarı (GPR-D2) radargram kesiti

Sonuç ve Öneriler

Tarihi Suriçi Bölgesinin dört kapısından biri olan Urfa Kapı'daki hasarların tespiti amacıyla gözlemsel ve aletsel tespitler yapılmıştır.

Urfa Kapı 'da 2017 yılında georadar taramaları sadece zeminde yapılmış ve bu taramalarda, mevcut hasarların yapısal sorun oluşturacak düzeyde olmadığı belirlenmiştir [28].

Urfa Kapı 'da sur duvarları ve kapı geçişlerinde zemin ve duvarlardaki hasarların belirlenmesi amacıyla tahribatsız yöntemlerden biri olan Georadar (GPR) yöntemi kullanılarak, Python 3 cihazı ile aletsel tespitler yapılmıştır.

Bu tespitlere göre;

- Urfa Kapı'daki sur duvarları ve kapı geçişlerinde yapılan georadar (GPR) taramalarında araştırma (penetrasyon) derinliği zemin için 20.00 metre, duvarlarda ise 4.00 metre olarak seçilmiştir.
- Georadar taramalarında, kapı geçişleri ve sur duvarlarının zemin yapısının, zemin ile 2.50 metre seviyesinde orta gevşek birim, 2.50-10.00 metre arasında ise orta sert birim şeklinde iki seviyede ayrıldığı görülmüştür.
- Urfa Kapı'nın kuzey kapısında (K1) 7.50 metre derinlikte ve 36.00- 40.00 metreler arasında çökme şeklinde deformasyonlar olduğu tespit edilmiştir.
- Orta kemerli kapı (K2) zemininde, orta sert zeminin altında belirgin şekilde beş adet çökme şeklinde deformasyonlar olduğu görülmüştür.
- Güney kapıda (K3) 5.00 metre derinlikte ve 58.00-60.00 metreler arasında bir adet kanalizasyon borusu olduğu düşünülen bir kanal ile farklı lokasyonlarda çökme deformasyonları olduğu tespit edilmiştir.
- Güney Kapı (K3) ile orta kemerli kapı (K2) arasındaki sur duvarında yapılan taramalarda, araştırma derinliği 4.00 metre olarak seçilmiştir. Bu taramalarda 00.50-1.50 metrelerden itibaren kırıklı ve çatlaklı yapılar olduğu tespit edilmiştir.
- Orta kemerli kapı (K2) ile kuzey kapı arasında kalan sur duvarlarındaki taramalarda 00.50-1.50 metre derinlikten itibaren kırıklı ve çatlaklı yapıların olduğu belirlenmiştir. 1.50 metre derinlikte 58.00-650.00 traces aralığında üst tarafı yaklaşık **12 cm** olan alta doğru daralan bir adet çatlak yapısı tespit edilmiştir.
- Zemin ve sur duvarlarında yapılan georadar taramalarında tespit edilen deformasyonların boyutları ve konumları iki boyutlu radargram kesitleriyle gösterilmiştir.

Urfa kapı, sur duvarları ve kapı geçişlerindeki hasarların belirlenmesi amacıyla, gözlemsel ve aletsel tespitler yapılarak, hasarların konumları ve düzeyleri belirlenmiştir. Üst yapıda meydana gelen çatlak ve deformasyonların zeminde tespit edilen çökmelere bağlı oluştuğu belirlenmiştir.

Urfa Kapı 'da tespit edilen hasarların giderilmesi amacıyla, 2021 yılında kısmi olarak başlatılan restorasyon çalışmalarının, hazırlanacak kapsamlı güçlendirme çalışmalarıyla desteklenmesi gerekli ve önemlidir.

Bu bağlamda Urfa kapı, sur duvarları ve kapı geçişleri için;

- Strüktürel hasarları bulunan Urfa Kapı, sur duvarları, kapı geçişleri ve burçlarını kapsayan rölöve projeleri güncellenerek, restorasyon, restitüsyon ve güçlendirme projeleri ivedilikle hazırlanmalıdır.
- Projelerinin hazırlanması sonrası, hasar analizlerine yönelik uygulama projelerine katkı sunacak akademik ve bilimsel destek sağlayan uzmanların bulunduğu bilim kurulları oluşturulmalıdır.
- Kuzey kapının (K1) Suriçi bölgesine bakan doğu duvarındaki strüktürel ayrışmaların giderilmesi amacıyla, kapının tümü askıya alınmalıdır. Kuzey kapı kemer ve tonozlarda kullanılan beton sıvalar kaldırılarak özgüne uygun tamamlamalar yapılmalıdır.
- Orta kemerli kapının (K2) güney duvarı ile batı duvarındaki çatlak ve kırıkların giderilmesi amacıyla güçlendirme çalışmaları yapılmalıdır.
- Güney kapının (K3) zemine yakın duvarlarındaki malzeme kayıpları, özgüne uygun malzemelerle tamamlanmalıdır. Kapı geçiş koridorundaki tonoz ve kemerlerdeki beton malzemeler kaldırılmalıdır.
- Sur duvarları, kapı geçişleri ile burçlardaki hasarların giderilmesi ve güçlendirilmesinde gerekli bölümlerde askılama uygulaması yapılarak uygun kuşaklama ve çemberleme gibi müdahaleler tercih edilmelidir.
- Burçların sur duvarlarıyla birleşim yerlerindeki ayrışma ve malzeme kayıpları tamamlanmalıdır.
- Kapı geçişlerinin üzerinde bulunan kemerli ve sıralı niş şeklindeki "arkad"lardaki malzeme kayıpları giderilmelidir.
- Kuzey kapının sur içi bölgesine bakan doğu duvarındaki hasarlı lentoda güçlendirme yapılarak, bozulmuş taşıyıcılık özelliği yeniden kazandırılmalıdır.
- Georadar taramalarıyla zeminde ve duvarlarda tespit edilen, çökme, kırık ve çatlakların giderilmesine yönelik, ilgili uzmanlar tarafından önerilen güçlendirme çalışmaları ivedilikle başlatılmalıdır.

Urfa kapı, sur duvarları ve kapı geçişlerinde georadar (GPR) taramalarıyla hasarların tespit edilmesi amacıyla yapılan bu çalışmanın benzer nitelikteki sur duvarları ve kapı geçişleri için bir rehber olacağı düşünülmektedir.

Gözlemsel tespitler sonucu tespit edilen hasarların, aletsel tespitlerle desteklenmesi ve elde edilen verilerde mevcut hasarların konumları ve düzeylerinin mevcut durumunun belirlenmesi ve belgelenmesi, Urfa Kapı 'da yapılacak restorasyon ve onarım çalışmalarında katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- [1] V. Berchem, Strzygowski, J., 1910. "Amida, Heidelberg
- [2] C.Parla, "Türk İslam şehri olarak Diyarbakır" Yüksek lisans tezi. .35,1990
- [3] F.M. Halifeoğlu, "Castle Architecture in Anatolia; Fortifications of Diyarbakır". *Frontiers of Architectural Research* (2), 209–221, 2013.
- [4] N. Husrev, "Sefername" (Abdulvahap Terzi, Trans.). The Ministry of Education Publication, 1985.
- [5] N. Işık "Investigation of structural problems on the ground and walls of Diyarbakır historical Behram Pasha mosque by the georadar (GPR) method" DUJE (Dicle University Journal of Engineering) DÜMF Mühendislik Dergisi 12:4 689-698. 2021. Doi: 10.24012/dumf.1002241
- [6] D.M, McCann., M.C. Forde. Review of NDT methods in the assessment of concrete and masonry structures. *NDT&E International* 34, 71–84. 2001
- [7] N. Işık, Halifeoğlu, F.M. "Tarihi yapılarda tahribatsız yöntemlerle yapısal sorunların tespiti; Diyarbakır Hoca Ahmet (Ayn minare) camide georadar (gpr) ölçümleri ve değerlendirilmesi" DUJE (Dicle University Journal of Engineering)- *DÜMF Mühendislik Dergisi* 12:5, 2021: pp. 829-840 Doi: 10.24012/dumf.1051475
- [8] İ. Bedirhanoğlu, A. İrfanoğlu "Diyarbakır Şeyh Mutahhar Camii Dört Ayaklı minaresinin deprem yer hareketine karşı davranışı. *Uluslararası katılımlı tarihi eserlerin güçlendirilmesi ve geleceğe güvenle devredilmesi sempozyumu*, 223-234, 15-17 Ekim 2009.
- [9] N. Massini, L. Nuzzo and Enzo Rizzo GPR investigations for the study and the restoration of the rose window of Troia Cathedral (southern Italy) *Near Surface Geophysics*, 287-300, 2007.
- [10] P. Ulriksen P. Application of impulse radar to civil engineering. PhD thesis, Lund University of Technology, Lund, Sweden. 1982.
- [11] L. Binda, Lenzi G., A. Saisi. NDE of masonry structures: use of radar tests for the characterization of stone masonries. *NDT&E International* 31, 411–419.1998.
- [12] D. Daniels, "Ground Penetrating Radar, 2nd Edition". *The institution of engineering and technology*, 2004.
- [13] A. S. Turk, K.A. Hocaoglu, A. A. Verity, 2011. "Subsurface Sensing". John Wiley & Sons Inc., ISBN: 978-0-470-13388-0.
- [14] M. Ambrosanio, V. Pascazio, "A compressive sensing-based approach for microwave tomography and GPR applications", *International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, Quebec City, Canada, 2014.
- [15] S. Meschino, L. Pajewski, M. Pastorino, A. Randazzo, and G. Schettini, "Detection of subsurface metallic utilities by means of an SAP technique: Comparing MUSIC- and SVM-based approaches," *Journal. Applied. Geophysics*, 2013.
- [16] J. M. Gutiérrez "Análisis del subsuelo utilizando técnicas geofísicas.sistema georadar ramac/GPR VIII Congreso Nacional de Topografía y Cartografía TOPCART, 2004.
- [17] Kadioğlu, S., "3D Ground Penetrating Radar-Data Acquisition, Processing, and Interpretation", 14th International Petroleum Congress and Natural Gas Congress and Exhibition of Turkey, Ankara-TURKEY, Proceedings, p.485-486. 2003
- [18] Kadioğlu, S. and Ulugergerli, E.U., Determination of cavities using ground penetrating radar in Dalaman Akköprü dam construction area, the 16th international geophysical congress and exhibition of Turkey, 7-10 December, MTA Cultural Center-Ankara, Abstract Book, 372-375. 2004.
- [19] A. Gabriel, "Voyages Archeologiques Dans La Turquie Orientale." 2. Cilt. s106. 1940.
- [20] N. Işık, F.M. Halifeoğlu, S. İpek, "Nondestructive testing techniques to evaluate the structural damage of historical city walls" *Construction and Building Materials*. Volume 253, 30 August 2020, 119228.
- [21] Ş. Beysanoğlu, "Anıtlar ve Kitabeleri ile Diyarbakır Tarihi, I", s.335, 1990.
- [22] İ. Yıldız, Ş. Öztürk, "Diyarbakır Surları" T.C Diyarbakır Valiliği Yayınları.s.24. 2016
- [23] S. Karadoğan, M. Assenat, "Amida" (Université Paul-Valéry Montpellier 3) atölyesi ve çalışmaları, *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi* Cilt:8 Sayı:2 285-292. 2017.
- [24] E. Deniz, "Türk dünyasından haberler", *Türk Dünyası Dergisi* sayı. 40, 233,2016.
- [25] C. Parla, "Türk İslam şehri olarak Diyarbakır" Yüksek lisans tezi. s.41, 1990
- [26] Ş. Beysanoğlu, "Anıtları ve Kitabeleri ile Diyarbakır Tarihi: Cumhuriyet dönemi", 2001.
- [27] C. Parla, "Diyarbakır Surları ve kent tarihi " *ODTÜ Mühendislik Fakültesi Dergisi* 2005/1. (22: 1) 57-84.
- [28] N. Işık, "Geleneksel yığma yapılarda taşıyıcı sistem hasarları ve nedenlerinin tespiti ile güçlendirme ve tamamlayıcı müdahale önerileri; Diyarbakır Suriçi Örneği", *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi*, 287-288, 2017.
- [29] A.E. Anaran, "Urfa Kapı zemin ve duvar bazlı yayımlanmamış jeofizik etüt raporu", 2020.

İnternet kaynakları

URL 1 <https://whc.unesco.org/archive/2015/whc15-39com-19-en.pdf> (Erişim Tarihi: 31.01.2022)

URL 2 <https://www.arkeolojikhaber.com/haber-arkad-11905/> (Erişim Tarihi: 05.02.2022)

URL 3 <https://radsys.lv/en/products-soft/products/prod/6> (Erişim Tarihi: 01.02.2022).