



**T.C.**  
**KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**OBRUK OLUŞUMUNUN ÜST YAPIYA OLAN ETKİSİNİN SAYISAL OLARAK  
İNCELENMESİ**

**Halil ÖNEM**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Haziran-  
2023KONYA  
Her Hakkı Saklıdır**

**TEZ KABUL VE ONAYI**

Halil ÖNEM tarafından hazırlanan “Obruk Oluşumunun Üst Yapıya Olan Etkisinin Sayısal Olarak İncelenmesi” adlı tez çalışması 23/06/2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği /oy çokluğu ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

**Jüri Üyeleri****İmza**Prof. Dr. Abdülkadir ÇEVİK **(Başkan)**

.....

Prof. Dr. Musa Hakan ARSLAN **Üye (Danışman)**

.....

Dr. Öğr. Üyesi İbrahim Hakkı ERKAN **Üye**

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Prof. Dr. Mevlüt UYAN  
Enstitü Müdürü

## TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Halil ÖNEM

Tarih: 06.06.2023

**ÖZET****YÜKSEK LİSANS****OBRUK OLUŞUMUNUN ÜST YAPIYA OLAN ETKİSİNİN SAYISAL OLARAK İNCELENMESİ****Halil ÖNEM****Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İnşaat Mühendisliği  
Anabilim Dalı****Danışman: Prof. Dr. Musa Hakan ARSLAN****2023, 140 Sayfa****Jüri****Prof. Dr. Musa Hakan ARSLAN****Prof. Dr. Abdulkadir ÇEVİK****Dr. Öğr. Üyesi İbrahim Hakkı ERKAN**

Türkiye’de özellikle İç Anadolu Bölgesi Karapınar ilçesinde, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde ve Toros Dağları olarak adlandırılan bölgelerde obruk son yıllarda sayıları zamanla artan obruk oluşumları görülmektedir. Söz konusu obruklar özellikle kırsal kesimde üst ve alt yapılarda da hasara neden olmaya başlamıştır. Bu tez çalışmasında, son yıllarda Konya Karapınar bölgesinde sayısı hızla artan obruklar göz önüne alınarak; ilk olarak bölgenin obruk oluşum mekanizması ve obruk özellikleri incelenmiştir. Ardından bölgenin üst yapı envanteri üzerinden bir irdeleme yapılmıştır. Yapılan irdelemelere göre obrukların genel özellikleri ve yapı stokunun durumunu düşünerek nümerik bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Literatürde ilk kez yapılan bu çalışma ile bölgenin yapı stokunu temsil eden üç farklı yükseklikte yapı seçilmiş ve böylece yapıların zemine uyguladıkları basınç ana bir parametre olmuştur. Yapısal bu parametrelere ilave olarak bu yapılara dört farklı uzaklıkta seçilen üç farklı obruk genişliğine ve dört farklı obruk derinliğine sahip toplam 81 adet sonlu elemanlar modeli PLAXİS 3D programı ile oluşturulmuştur. Oldukça kapsamlı veri setinden elde edilen yapı ve obruk etkileşim parametreleri yapıda meydana gelebilecek oturmalar bağlamında değerlendirilmiştir. Model oluşturulurken obruk oluşum mekanizması kapsamında bölge zemininin geoteknik özellikleri alınmıştır. Yapılan analizler neticesinde belirlenen parametrelerden obruk derinliği, obruk çapı ve obruk-yapı mesafesinin obruk-yapı etkileşimine doğrudan, yapı yükünün ise sınırlı düzeyde etki ettiği görülmüştür. Belirlenen parametrelerden yüksek derinlik, düşük mesafa ve yüksek çapta olan oluşumlarda düşey deplasman değerinin yükseldiği, düşük derinlik düşük çap ve yüksek mesafede oluşan obruklarda obruk-yapı etkileşiminin sınırlı kaldığı anlaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Obruk, Yapı etkileşimi, Plaxis, Sonlu Elamanlar



**ABSTRACT****MS****NUMERICAL INVESTIGATION OF THE EFFECT OF THE SINKHOLE  
FORMATION ON BUILDING****Halil ÖNEM****Konya Technical University Institute of Graduate Studies Department of Civil  
Engineering****Advisor: Prof. Dr. Musa Hakan ARSLAN,  
2023, 140Pages****Jury****Prof. Dr. Musa Hakan ARSLAN****Prof. Dr. Abdlkadir ÇEVİK****Asst. Prof. Dr. İbrahim Hakkı ERKAN**

In Turkey, especially in the district of Karapınar in the Central Anatolian Region, in the Southeastern Anatolia Region and in the regions called the Taurus Mountains, sinkhole formations have been observed in recent years, the number of which has increased over time. These sinkholes have started to cause damage to the upper and lower structures, especially in rural areas. In this thesis, Considering the rapidly increasing number of sinkholes in the Konya Karapınar region in recent years; First of all, the sinkhole formation mechanism of the region and the characteristics of the sinkhole were examined. Then, an analysis was made on the superstructure inventory of the region. According to the investigations, a numerical study was carried out considering the general characteristics of the sinkholes and the state of the building stock. With this study, which was done for the first time in the literature, three different heights of buildings representing the building stock of the region were selected and thus the pressure exerted by the buildings on the ground became a main parameter. In addition to these structural parameters, a total of 81 finite element models with three different sinkhole widths and four different sinkhole depths selected at four different distances from these structures were created with the PLAXIS 3D program. The structure and sinkhole interaction parameters obtained from the quite comprehensive data set were evaluated in the context of settlements that may occur in the structure. While creating the model, the geotechnical properties of the soil of the region were taken within the scope of the sinkhole formation mechanism. As a result of the analyzes made, it was observed that the depth of the sinkhole, the diameter of the sinkhole and the distance of the sinkhole-structure had a direct effect on the sinkhole-structure interaction, and the structure load had a limited effect. It has been understood that the sinkhole-structure interaction is limited in the sinkholes formed in diameter and high distance.

**Keywords:** Sinkhole, Structure interaction, Plaxis, Finite elements,

## ÖNSÖZ

Bu tez çalışması Konya Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak hazırlanmıştır. Obruk Oluşumunun Üst Yapıya Olan Etkisi Sayısal Olarak İncelenmiştir.

Tezimin her aşamasında yardım ve desteğini benden esirgemeyen, danışman hocam SayınProf. Dr. Musa Hakan ARSLAN'a ve çalışmamda yardım ve desteklerini sunan sayınProf. Dr. Abdülkadir ÇEVİK ve Dr. Öğr. Üyesi Hakkı ERKAN hocalarıma,yüksek lisans çalışmamın başından sonuna kadar bilgi tecrübe benimle paylaşan her aşamada destek olan arkadaşım Dr.Bekir FİDAN'ateşekkürü borç bilirim.

Çalışmalarım boyunca desteklerini hep hissettiğim Konya İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğüdeki müdürlerim ve mesai arkadaşlarımateşekkürlerimi sunarım.

Son olarak Öğrenim hayatım boyunca bana maddi manevi her türlü yardımlarından dolayı aileme sonsuz şükranlarımı sunarım.

Halil ÖNEM  
KONYA-2023

## İÇİNDEKİLER

<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iv</b>
<b>ÖNSÖZ .....</b>	<b>v</b>
<b>İÇİNDEKİLER.....</b>	<b>vi</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1. Amaç .....	2
1.2. Kapsam.....	3
<b>2. LİTERATÜR TARAMASI .....</b>	<b>4</b>
2.1. Dünyada Obruk İle İlgili Çalışmalar.....	4
2.2. Türkiyede Obruk İle İlgili Çalışmalar.....	8
2.3. Obruk Üstyapı Etkileşimi Çalışmalar .....	12
2.4. Obruk Sonlu Elemanlar Modelleme Çalışmaları .....	18
<b>3. OBRUK OLUŞUM MEKANİZMASI .....</b>	<b>25</b>
3.1. Obruk Nedir .....	25
3.2. Obruk Oluşum Nedenleri.....	26
<b>4. OBRUK OLUŞUMU NEDENİYLE MEYDANA GELEN ÜST YAPI HASARLARI .....</b>	<b>28</b>
4.1. Obruk Oluşumu Görülen Yerlerde Yapı Stoğu Özellikleri .....	33
<b>5. PLAXİS PROGRAMI İLE OBRUK MODELLEME İLKELERİ.....</b>	<b>39</b>
5.1. Modelin Oluşturulması .....	39
<b>6. NÜMERİK ÇALIŞMA .....</b>	<b>39</b>
6.1. Parametre Seçim İlkeleri.....	44
6.2. Karşılaştırmalı Modelleme Sonuçları .....	51
6.2.1. Obruk Çapı Etkisi .....	51
6.2.2. Obruk Derinliği Etkisi .....	58
6.2.3. Obruk-Yapı Mesafesi Etkisi .....	65
6.2.4. Yapı Yüğü Etkisi .....	73
<b>7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....</b>	<b>80</b>
7.1. Sonuçlar .....	80
7.2. Öneriler.....	82
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>83</b>

**EKLER..... 86**



## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

Cc	Derecelenme katsayısı
E	Elastisite modülü
E 50 ref	Sekant modülü
e init	Boşluk oranı
e max	Maksimum boşluk oranı
e min	Minimum boşluk oranı
E oed ref	Başlangıç rijitlik modülü
E ur ref	Boşaltma/tekrar yükleme modülü
K 0	Sükunetteki toprak basıncı katsayısı
K 0 nc	Konsolide gerilme katsayısı
kN	Kilonewton
m	Metre
MC	Mohr-Coulomb
R inter	Mukavemet azaltma katsayısı
Rf	Göçme oranı
Skempton-B	Skempton katsayısı
V	Poisson oranı
Vur	Poisson oranı
$\gamma$	Birim hacim Ağırlık
$\gamma$ sat	Doygun halde birim hacim ağırlık
$\gamma$ unsat	Kuru birim hacim ağırlık
$\phi$ (phi)	İçsel Sürtünme Açısı
$\psi$ (psi)	Dilatasyon açısı
$S_{u/\gamma W}$	Kesme mukavemet oranı
$\tau_f$	Zeminin kayma dirancı
c	Kohezyon
$\sigma$	Gerilme
$\tan\theta$	Sürtünme açısı

**Kısaltmalar**

DIC	Dijital görüntü korelasyonu
ERT	Elektrik rezistivite tomoğrafi
Flac	Sonlu elemanlar zemin Analiz Programı
FLAC2D	2 boyutlu zemin analiz yazılımı
FLAC3D	3 boyutlu zemin analiz yazılımı
FRP	Elyaf takviyeli polimer
INERIS	Fransada enstitü
Insar	İnterferometrik sentetik açıklıklı radar
Konya AFAD	Konya İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü
ODH	Obruk duyarlılık haritası
MTA	Maden Tetkik ve Arama
PFC	Parça akış yazılımı
PFC2D	Geoteknik analiz yazılımı
---	Karşılığı olmayan

## 1. GİRİŞ

Obruklar dünyada ve özellikle Türkiye’de yüzyıllardır oluşumları devam eden doğal karstik boşluklardır. Obruk oluşumları doğal olabildiği gibi yeraltı kazılarıyla birlikte oluşan yapay karstik boşluklar ile de oluşmaktadır. Türkiye’de de özellikle obruk platosu olarak adlandırılan İç Anadolu Bölgesinde Karapınar ilçesinde, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde ve Toros Dağları olarak adlandırılan bölgeler de oluşumlar görülmektedir. Son yıllarda özellikle Karapınar ilçesinde obruk oluşum sayılarında önemli bir artış gözlemlenmektedir. Bu artışın sebebi bölgenin jeolojik yapısının etkisi, yeraltı su seviyelerindeki değişim, tarımsal aktiviteler ve tektonik hareketler olarak açıklanabilir. Son yıllarda obruk oluşumu ve obrukların etkileri konusunda oldukça farklı çalışmalar tüm dünyada yapılmaktadır (Gutiérrez ve ark. (2008); Cianta (2023); Soliman ve ark. (2019)).

Türkiye’de obruklar ile ilgili özellikle son yıllarda ilgili kurum ve kuruluşlar ile birlikte üniversiteler bu konuda çalışmalar yapılmaktadır. Örneğin MTA Genel Müdürlüğüne “Konya Ovası Projesi (KOP) bölgesinde (Konya, Karaman, Aksaray ve Niğde) karstik çöküntü alanlarının belirlenmesi ve tehlike değerlendirmesi projesi” başlatılmış ve bölgede oluşan obruklar detaylı araştırma yapılmış ve 2019 yılında final raporu yayınlanmıştır (Törk ve ark.,(2019)). Konya Teknik Üniversitesi bünyesinde kurulan Obruk Araştırma Merkezi kurulmuş ve obruk araştırma çalışmalarına devam etmektedir [URL-1].Konya İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğüne, 12.02.2020 tarih ve 31037 Cumhurbaşkanlığı Kararnamesiyle yayınlanan yatırım programında yer alan 2020K14-138637 numaralı “Obruk Alanlarının Tespit Edilmesi” projesi yürütülmekte ve bu konudaki çalışmaları devam etmektedir. Son yıllarda artarak sayıları Türkiye’de 600’ü bulan obruklar özellikle yerleşim alanlarına doğru ilerlemeye başlamış ve yerleşim yerlerine çok yakın yerlerde (hatta bazı yerleşim yerlerinde) üst yapılarda da zarar vermeye başlamıştır. Öyle ki obruklar nedeniyle oluşacak muhtemel yapı hasarları ile ilgili bilimsel çalışmaların yapılması değerlendirilmesi de kaçınılmaz olmuştur.

## 1.1. Amaç

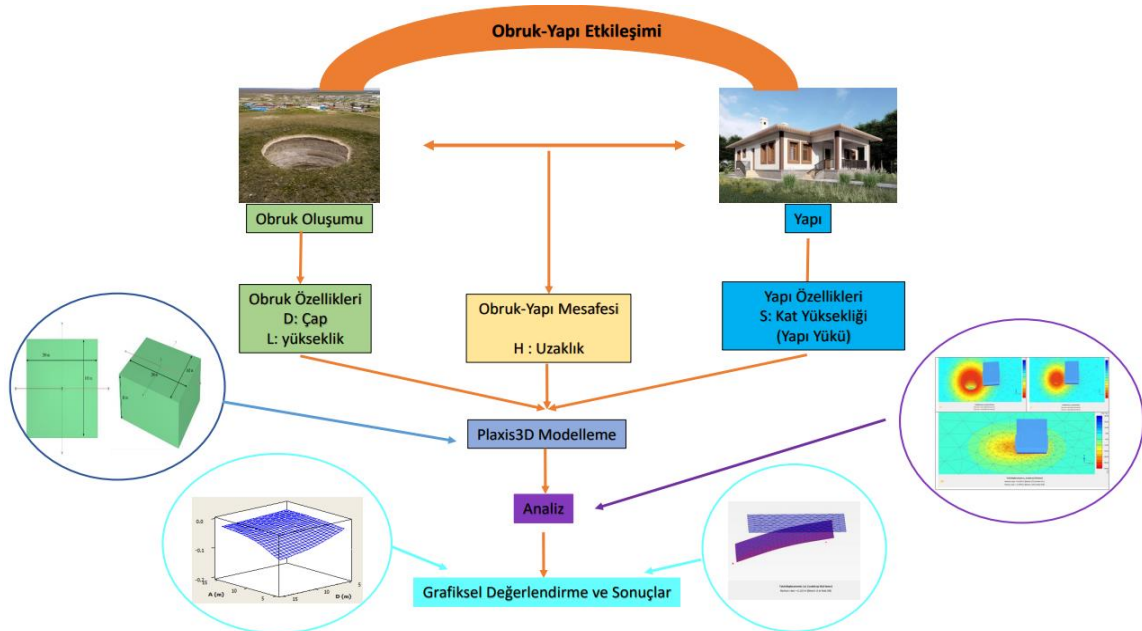
Türkiye’de meydana gelen obrukların sayıları gün geçtikçe artmakta ve özellikle Konya Karapınar bölgesinde oldukça sık aralıklarla görülmektedir. Obrukların bu denli sık görülmeye başlaması ve doğayı ve insanları etkilemesi bilim adamlarında bu konuda araştırma yapmaya sevk etmiştir. Ülkemizde obruklarla ilgili bu zamana kadar jeoloji mühendisliği , harita mühendisliği alanında , turizm alanında veya sosyal alanda bir çok çalışma yapılmış fakat obruk-yapı ilişkisi anlamında yapılan çalışma sayısı oldukça azdır. Dünyanın farklı yerlerinde bu konu hakkında çalışmalar olsada ülkemizde bu zamana kadar obruk-yapı ilişkisi kısmına pek değinilmemiştir. Son yıllarda artan obruk sayılarının özellikle yerleşim yerlerini tehdit emesi ile birlikte yapı-obruk ilişkisi üzerine bir araştırma çalışması yapılması bu tez konusunun ana motivasyonunu oluşturmuştur.

Bu bağlamda bu çalışmada obrukların yapı üzerine etkileri araştırılmıştır. Obruk özelliklerinin yapıya olan etkilerinin olup olmayacağı veya yapı özelliklerinin yakınında olan bir obrukta değişimlere neden olup olmayacağı sorusunun cevabı aranmıştır. Özellikle obruk çapının farklı büyüklükte, obruk derinliğinin farklı yükseklikte ve obruk ile yapı arasındaki mesafenin farklı uzaklıkta olduğu durumlar için obruğun yapı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Ayrıca bölgenin yapı stoku çerçevesinde farklı kat yükseklikleri veya yapı türleri bakımından farklı ağırlıktaki yapılar ve obruklar arasında ne tür bir etkileşim olacağı araştırılmıştır. Çalışma özellikle, oluşan obruklarla birlikte yerleşim yerlerinde yaşayan vatandaşların yapılarıyla ilgili yapılacak olan çalışmalar için önemli bir kaynak olacağı düşünülmektedir. Yapılan bu tez çalışması obruklar ile üst yapı ilişkisinin farklı parametrelere bağlı analiz edildiği ve youmlandığı literatüre katkı sağlayacak ilk çalışmalardan biri olacağı düşüncesiyle hazırlanmıştır.



## 1.2. Kapsam

Bu tez çalışmasında, son yıllarda Konya Karapınar bölgesinde sayısı hızla artan obruklar göz önüne alınarak; ilk olarak bölgenin obruk oluşum mekanizması ve obruk özellikleri incelenmiştir. Ardından bölgenin üst yapı envanteri üzerinden bir irdeleme yapılmıştır. Yapılan irdelemelere göre obrukların genel özellikleri ve yapı stokunun durumunu düşünerek nümerik bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Literatürde ilk kez yapılan bu çalışma ile bölgenin yapı stokunu temsil eden üç farklı kat sayısında yapı seçilmiş ve böylece yapıların zemine uyguladıkları basınç ana bir parametre olmuştur. Bu bağlamda Karapınar bölgesinin yapı envanteri göz önüne alınarak yapının zemine aktardığı gerilmeler yapılarıdaki kat sayılarını bir, iki ve üç düşünerek sırasıyla  $15 \text{ kN/m}^2$ ,  $30 \text{ kN/m}^2$  ve  $45 \text{ kN/m}^2$  olarak seçilmiştir. Yapısal bu parametrelere ilave olarak bu yapılar üç farklı uzaklıkta (obruk ile yapı arasındaki mesafe olarak ise 5m, 10 m, 15m,) üç farklı obruk genişliğine (5 m, 10 m ve 15 m) ve üç farklı obruk derinliğine (10 m, 15 m ve 20 m) sahip toplam 81 adet sonlu elemanlar modeli PLAXIS 3D programı ile oluşturulmuştur. Veri setinden elde edilen yapı ve obruk etkileşim parametreleri yapıda meydana gelebilecek oturmalar bağlamında değerlendirilmiştir. Tez çalışması özet anlatımı (Graphical Abstract) Şekil 1.1’de verilmiştir.



Şekil 1.1. Tez çalışması özet anlatımı (Graphical Abstract)

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

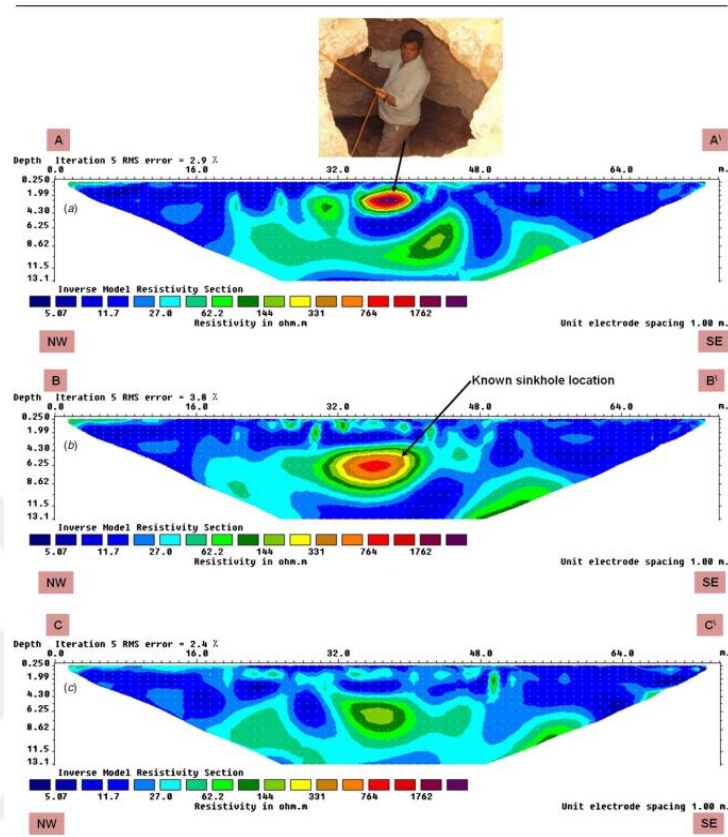
Bu çalışmada literatürde obruklar üzerine yapılan saha gözlemine dayalı çalışmalar ile obruk üst yapı etkileşimi ve sonlu elemanlar yöntemi ile obruk araştırmaları üzerine yapılan çalışmalar sunulmuştur.

### 2.1. Dünyada Obruk İle İlgili Çalışmalar

Galve ve ark. (2008), İspanya'nın Ebro vadisi üzerinde 50 km<sup>2</sup>'lik bir alanda, obruk duyarlılığını ve tehlikesini mekânsal ve zamansal olarak değerlendirmek için çalışma yapmışlardır. Üç farklı tip obruk vadi yatağında ve yüksek düzlükte haritalandırılmıştır. Bu üç tip obruk, küçük örtü çöken obruk (tip 1, yüksek düzlükte), büyük çöküntü obruk (tip 2, taşkın yatağında) ve büyük çökme (tip3, taşkın yatağında) obruklarıdır. Çalışılan alanda, 2005 yılı kasım ayından önce 447 obruk ve bu tarih ile 2 Kasım 2006 arasında 500 obruk oluşmuştur. 2005 yılındaki düdenler arasındaki istatistiksel ilişkileri analiz ederek obruk duyarlılık modelleri detaylandırılmıştır. En iyi duyarlılık modeli, frekans dikkate alınarak bir tehlike haritasına dönüştürülmüştür. Duyarlılık ve elde edilen tehlike modelleri, zarar azaltıcı önlemlerin uygulanması için nesnel bir temel olarak kullanılabilmesi belirtilmiştir. Yazarlara göre, hem duyarlılık hem de tehlike modelleri, sadece obruk oluşumuna en yatkın alanlar ile obruk oluşma olasılığının en düşük olduğu alanlardır. Bu bilgileri yüksek önceliğe sahip risk bölgelerinde önleyici planlama ve düzeltici önlemlerin uygulanmasında temel olarak kullanılabilir. Ek olarak, tehlike modelleri tarafından sağlanan nicel olasılık tahminleri, risk değerlendirmesi, maliyet-fayda analizleri, sigorta ve satın alma öncesi arazi değerlendirmesi için kullanılabilmesini belirtmişlerdir.

Youssef ve ark. (2012), Suudi Arabistan'ın farklı bölgelerinde kentsel gelişmeyi ve altyapıları tehdit eden obruklar üzerine yaptıkları çalışmada bazı obrukların yüzeysel görünür halde oldukları bazıların ise yeraltında olduklarını tespit etmişlerdir. Yeraltında olanlar ile ilgili ERT (Elektrik Rezistivite Tomografi) yönteminin doğruluğunu denemişler ve 2-4 metre derinliği olan, 5-7 metre arasında genişliklere sahip obruklar tespit etmişlerdir. ERT'nin bilinen bir düdeni tespit etmede ve haritalamada başarılı olduğu, kullanılan tekniğin, yüksek dirençli anomaliler veren hava dolu boşlukları ve su sızması ile elde edilen diğer çökeltilerle dolu olanları ayırt etme yeteneğine sahip olduğu belirtilmiştir. Yazarlar, obrukların kritik bir yerde (otoyollar ve/veya kentsel alanlar vs.) bulunması halinde, yakın aralıklı ERT profilleri, beklenmedik bir durumu önlemek için,

boşluğun boyutları ve yanal uzantılarının hacminin belirlenmesini sağlayacağını belirtmişlerdir. Şekil2.1’de yapılan çalışmaya ait ERT profili görseli verilmiştir.



Şekil 2.1.Yapılan araştırmada 1metre aralıklı yapılan ERT profili(Youssef ve ark., 2012)

Zisman (2013), yapmış olduğu çalışmada, Amerika'nın Florida Eyalatında obruklar için çıkarılan yasaları, bu yasaların sürecini, gerekliliğini ve etkilerini araştırmıştır. Bu çalışmada bu yasalarla ilgili düzeltilmesi gereken hususlar da yer verilmiştir. Mevcut yasada obruk oluşumu sonrası düzenlemeye yer verilirken obruk oluşum esnasında oluşan zararlar ile ilgili düzenleme yapılması gerekliliğini belirtmektedir. Yazar, Florida'daki obruk yasasının bazı ev sahiplerinin çıkarlarını koruduğunu ve bu iş ile uğraşanlar için bir gelir kaynağı oluşturmuş olduğunu, fakat bazı gereksiz onarımlarda imkan sağlamış olduğunu belirtmektedir. Yazar yapmış olduğu bu çalışmada yasalarda değişikliğe gidilmesi gereken üç ana hususu belirtmiştir. Bunları obruk tanımının yeniden yapılması, yapısal hasarların tanımlanması ve yeraltı araştırmalarının kalitesinin artırılması olarak açıklamıştır.

Sahu ve ark. (2015), yaptıkları araştırmada zeminde meydana gelen çökmeleri ve bunların nedenlerini araştırmışlardır. Çökme genellikle yeraltı madenlerinden veya

obruklar nevedniyle olduğunu söylemektedirler. kmeyi etkileyen faktörleri, yeraltı madencilinde yapılan çalışma teknikleri, bitişik çalışma alanları, çalışmanın derinliği, jeolojik deformasyonların varlığı, zemindeki gerilmeler, yüzey topoğrafyası, yeraltı suyundaki azalmalar, yağış ve depremler olarak belirtmişlerdir. Obruk oluşumu sonrası birçok parametrelerin etkilenebileceğini ifade etmişlerdir. Obruklar sonrası yapılarda ciddi hasarlar meydana gelebileceği, obruk olşumu sonrası hidrojeolojik değişimler olabileceği yeraltı sularının yönlerinin değişebileceğini, obruk oluşumu sonrası çıkabilecek metan gazı vb. gazların doğayı ve hayvanları tahrip edebileceğini, obruk oluşumu esnasında özellikle kömür madenlerinde yangınların oluşabileceğini, obruk oluşumu ile beraber sosyal yaşamında etkileneceğini ve obruk oluşumlarının tarımsal üretimde etkileyebileceğini belirtmişlerdir. şekil 2.2’de obruların yapılara, yeraltı sularına, yeraltı madenlerine, sosyal hayata olan etkilerini gösterir araştırmalar yapmışlardır. Yazarlar, obruk risk belirleme çalışmalarının, ampirik, yarı ampirik, uzaktan algılama, sayısal modelleme ve jeofizik yöntemler ile yapılan çalışmalar ile belirlendiğini açıklamışlardır.



**şekil 2.2.** Obrukların etkileri 1) Yapılar zerine etkileri 2) Yeraltı sularına olan etkileri 3) Yeraltı madenlerine olan etkileri 4) Sosyal hayata olan etkileri (Sahu ve ark., 2015)

Nam ve Kim (2017), Amerika’nın Florida Eyaletinde obruk risk değerlendirilmesi üzerine çalışmalarda bulunmuşlardır. şekil 2.3’de Florida Eyaletinde meydana gelen obruklar gösterilmiştir. Yazarlar, genellikle jeoloji perspektifinden çalışıldığını, ancak obruklara yönelik mühendislik çözümlerinin hala yetersiz olduğunu, metropollerde ve

şehirlerde oluşabilecek büyük çöküntü obruklarının çok büyük tehdit edici durum oluşturacağını ifade etmişlerdir. Yazarlar, obruklar ile ilgili zorluklar ve tehlikeler düşünüldüğünde, halen obruklar ile ilgili jeoteknik anlayış eksikliğinin ve yöntemlerinin, obruklar için uygun maliyetli onarım yöntemlerini ve teknolojilerini ölçmek için yetersiz olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmalarında mevcut zorluklar göz önüne alındığında geoteknik mühendislerine daha çok görev düştüğünden bahsetmişlerdir. Ayrıca çalışmada obruk ile ilgili tespit, azaltma, onarım, güçlendirme vb. gibi obruk mühendisliği çözüm fırsatlarının gelişme aşamasında olduğunu ifade etmektedirler. Yazarlar, obruklar ile ilgili olarak, obruk oluşum öncesi obruk algılama ve izleme, makro ölçekli obruk tehlike haritası, derin yeraltı keşfi ile ilgili teknoloji geliştirmeleri, sürekli yeraltı araştırmaları ile ilgili teknolojileri geliştirmeleri, konularında çalışmalar yapılması gerektiğini belirtmişlerdir.



a. Filoridada 1981 yılında açılan büyük bir obruk



b. Filoridada Walt Disney yakınında 2013 yılında oluşan obruk

Şekil 2.3. Florida da oluşan obruklar(Nam ve Kim , 2017)

Talib ve ark. (2022), Amerikanın Florida eyaletinde üç bölgede obruk araştırmaları yapmışlardır. Bu çalışmada interferometre yöntemi (elektromanyetik dalga yöntemi) ve alan kümeleme yöntemi kullanılmıştır. Bu iki yöntemin verilerini algoritmik olarak birleştirerek olası obruk çökmesi ve obruk hareketliliğini tespit etmeye çalışmışlardır. Seçilen alanda 1.7 yıl - 2.5 yıl içerisinde 0.25 m- 1 m arasında değişen arazi çökmelerini gözlemlemişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda, çökme eğilimlerinin özellikle büyüklükleri 300 m<sup>2</sup> ile 2000 m<sup>2</sup> arasında değişen yapılara yakın yerlerde olduğu ve her yıl -3 mm ila - 6 mm arasında hareket ettiğini gözlemlemişlerdir.

## 2.2. Türkiye’de Obruk İle İlgili Çalışmalar

Törk ve ark. (2013), MTA Genel Müdürlüğü tarafından Karapınar bölgesinde, özellikle son yıllarda artan çökmelerin araştırılması amacıyla “Konya havzasında karstik çöküntü alanlarının belirlenmesi ve tehlike değerlendirmesi” adlı proje oluşturulmuş ve Mayıs 2009 tarihinde Karapınar ve yakın çevresini kapsayacak şekilde (2500 km<sup>2</sup>) uygulamaya sokulmuştur. MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi koordinatörlüğünde yürütülen çalışmada; uzaktan algılama, jeoloji, jeomorfoloji, hidrojeoloji, jeofizik, jeoteknik ve karst ana başlıkları altında oluşturulan gruplarca araştırmalar yapmışlardır. Yapılan bu araştırmalarla; güncel obruk oluşumlarının mekanizmaları, gelişim süreçleri ve oluşabilecek alanların saptanması ve olası tehlikeli alanların belirlenmesine çalışılmışlardır.

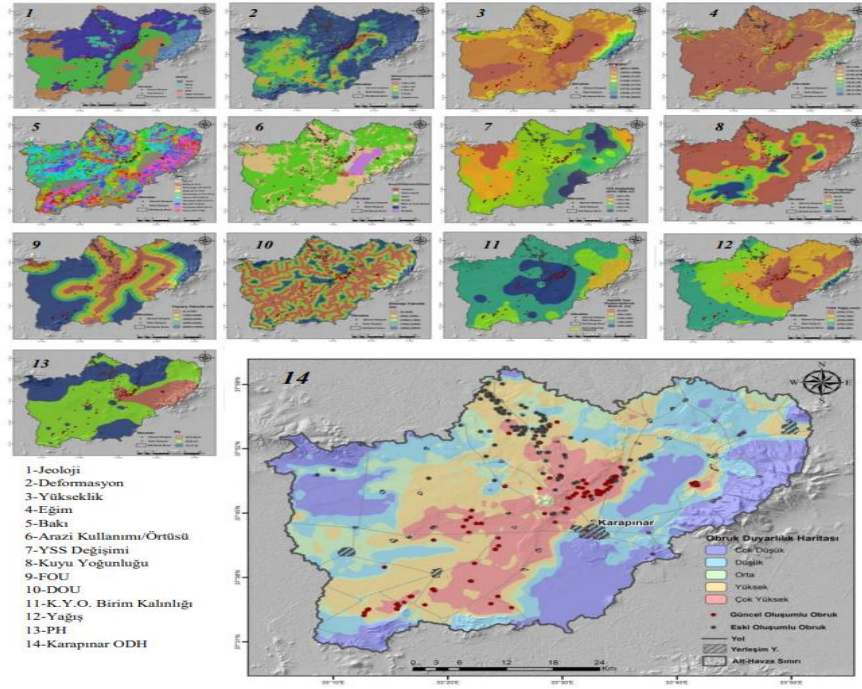
Tapu ve Bozyiğit (2015), yaptıkları çalışmada Konya ilindeki güncel obrukların; oluşumunu, morfometrik özelliklerini ve dağılımını incelemişlerdir. Konya Havzasının sahip olduğu jeolojik yapı, yeraltı suları, tektonizmanın etkisiyle obruk oluşumlarına sahne olduğunu, ancak günümüzde obruk sayısının artmasında sahada kurak ve yarı kurak iklim koşullarının yaşanmasının yanı sıra beşerî faktörlerin de etkisi olduğunu söylemişlerdir. Yazarlar, obruk oluşum sıklığının son yıllarda arttığına dikkat çekerek, bunun nedeninin insanların yeraltı suyunu aşırı kullanmasının etkili olduğu kanaatine varmışlardır. Yazarlar ayrıca günümüzdeki mevcut arazi ve yeraltı suyu kullanımı sürdürüldüğü takdirde yeni obruk oluşumlarının olacağını belirtmişlerdir.

Altuğer (2018), ARCGIS (harita üretiminde kullanılan bir yazılım) programını kullanarak obruk dağılımlarının mekânsal değişimlerini tanımlamak ve alandaki yeni obrukların gelişimi hakkında bazı değerlendirmeler yapmak üzere çalışmalar yapmıştır. Çalışma, Konya Karapınar obruklarını içine alan yaklaşık 2500 km<sup>2</sup>’lik bir bölgeyi kapsamaktadır. Yazar, obrukları, Konya-Karapınar bölgesinde, nokta şeklinde tanımlandıktan sonra çeşitli analizler yapmıştır. Bu analizleri obrukların kümelenme analizine göre, merkezi eğilim ölçüsüne göre, merkezi dağılım ölçüsüne göre ve yoğunluk ölçüsüne göre 4 farklı özellik olarak analiz etmiştir. Yaptığı analizler sonucu, obrukların yoğunluğunun kuzeybatı- güneydoğu yönünde yoğunlaştığı sonucuna ulaşmıştır.



Arık (2018), Orta Anadolu'da oluşan obrukların oluşumları ve çözüm önerileriyle ilgili çalışma yapmıştır. Obruk oluşumunu; eriyebilen nitelikteki tabakaların arasında dolaşan yeraltı suyu veya yüzeyden süzülen çeşitli türdeki suların küçük çaplı bir boşluk oluşturduğu, daha suların hareketi ile bu boşluğun büyüyerek mağara şeklini aldıktan sonra, üstteki örtü tabakasının bir süre sonra ağırlığını taşıyamayıp ani bir hareketle çökmesi sonucu oluştuğu şeklinde ifade etmektedir. Yazar obruklara ilişkin yapılması gereken çalışmalarla ilgili olarak, Konya kapalı havzasının obruklar ile ilgili olan kısmı alt alanlara bölünmeli ve her alt alanda, obruk oluşumuna uygun formasyonların ve bu formasyonların yayılım alanlarının tespit edilmesi, obruk oluşturan formasyonların jeolojik özelliklerinin belirlenmesi, obruk oluşturan formasyonların hidrojeolojik karakteristiklerinin belirlenmesi, yeraltı ve yüzey sularının hidrojeolojik ve hidrokimyasal özelliklerinin belirlenmesi, yapısal jeolojik özelliklerin belirlenmesi, geçmiş dönemlerde oluşmuş olan obrukların yerlerinin tespit edilmesi, yeraltında bulunan boşlukların yerleri ve boyutlarının belirlenmesi, yer altı suyu üretim kuyularında kuru ve sulu kaçak seviyelerin tespiti, yüzey örtü kalınlıkları düşük olan muhtemel çökme bölgelerinde obrukların görünürlük çalışmaları, yakın gelecekte çökmesi muhtemel obruk alanlarının sınırlarının ortaya konulması, eski obruklar ve oluşması muhtemel obrukların mekânsal ve zamansal dağılımlarının belirlenmesi, obruk risk haritalarının oluşturulması, çalışmaları yapılması olarak açıklamaktadır.

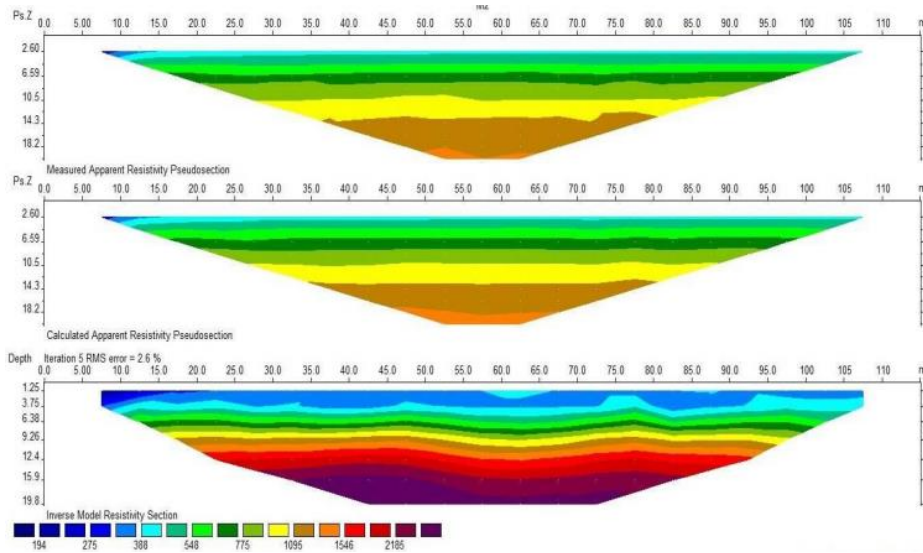
Orhan (2018), Karapınar ve çevresinde oluşan obrukların yarattığı sorunların kontrol altına alınabilmesi ve bölgede yapılacak olan planlama çalışmalarına kaynak oluşturabilecek verilerin ve haritaların oluşturulması üzerine çalışma yapmıştır. Yazar çalışmalarını, envanter verilerinin temini, arazi örtüsü/kullanımı değişimleri, InSAR (interferometrik sentetik açıklıklı radar) uygulaması ve ODH (obruk duyarlılık haritası), üretimi olmak üzere dört aşamada gerçekleştirmiştir. Şekil 2.4'de obruk duyarlılık haritası verilmiştir. Yazar çalışma kapsamında, Karapınar ve çevresinde oluşan obruklara bağlı çökme ve zemin oturmalarından kaynaklanacak olan can, mal ve ekonomik kayıpların önlenmesine yardımcı olacak potansiyel obruk alanları tespit edilmesi ve bölgede gerçekleştirilecek olan planlama çalışmalarında altlık olarak kullanılacak yardımcı haritalar üretmiştir.



Şekil 2.4. Obruk Duyarlılık Haritası(Orhan, 2018)

Boyracı (2019), yapmış olduğu çalışmada, Konya ili bölgesinde, jeofizik ve jeolojik yöntemler kullanılarak, çöküntü oluşabilecek muhtemel alanların belirlenebilmesi için; çalışma sahasında ERT (çoklu elektrotlu rezistivite) ve sondaj çalışmaları yapmıştır. Yapmış olduğu çalışmalar sonucunda elde edilen verileri yorumlamıştır. Şekil 2.5’de gösterilen ERT çalışmaları sonucu çıkarılan kesitleri incelemiştir. Yazar, sondaj çalışmaları sonucunda alınan numuneler laboratuvarda deneylere tabi tutmuş, laboratuvar sonuçlarına göre taşıma güçleri, oturma analizleri ve şişme potansiyellerini hesaplanmıştır. Yazar yapmış olduğu, sondaj çalışmaları ve laboratuvar sonuçlarına göre zeminin toplam taşıma gücü 4,23-4,61 kg/cm<sup>2</sup> aralığında değiştiğini belirlemiştir. Laboratuvarda yapılan konsolidasyon deneyleri sonuçlarından yapılan hesaplamalarda zeminin maksimum 8,63 cm oturma olabileceğini tespit etmiştir. Çalışma alanından alınan numuneler üzerinde yapılan konsolidasyon deneyi sonucunda belirlenen şişme yüzdesine göre zeminin şişme potansiyeli ‘düşük orta’ derece olduğu sonucuna varmıştır. İnceleme alanında yapılan çoklu elektrotlu rezistivite çalışmaları sonucu yeraltı kesitlerini ortaya çıkarmıştır.





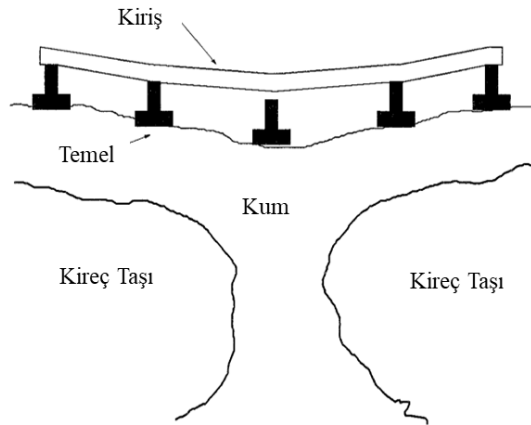
Şekil 2.5. Ert profil kesiti (Boyracı , 2019)

Demir ve ark. (2021), yapmış oldukları çalışmada, Konya kapılı havzasında yer altı su seviyelerinin değişimini araştırmak için bölgede bulunan 10 adet yeraltı su seviyesi gözlem istasyonu üzerinde aylık ortalama seviyelerini ölçerek trend analizi gerçekleştirmişlerdir. Yaptıkları analizlerde parametrik ve parametrik olmayan iki yöntem kullanmışlardır. Parametrik yöntem olarak Lineer trend yöntemi, parametrik olmayan yöntem olarak Mann-Kendall yöntemini kullanmışlardır. Yapılan çalışma sonucunda su seviyelerinin yıllar geçtikçe azaldığını özellikle son yıllarda su seviyesi düşüş miktarının hızlandığını tespit etmişlerdir.

Demir (2022), yapmış olduğu çalışmada Konya kapalı havzasında bulunan Beyşehir ve Tuz gölü ile Timraş ve Kızılören obruklarının yıllar içerisindeki su seviyelerindeki değişimlerini araştırmıştır. Çalışma kapsamında parametrik ve parametrik olmayan istatistiksel iki yöntem kullanmıştır. Parametrik olmayan yöntem olarak Innovate Sen trend testi, ile Modifiye Mann-Kendall trend testi kullanmış, parametrik olarak Linear trend testini kullanmıştır. Yazar yapmış olduğu çalışmada göllerde su seviyesinin arttığını, obruklarda ise su seviyesinin azaldığını tespit etmiştir.

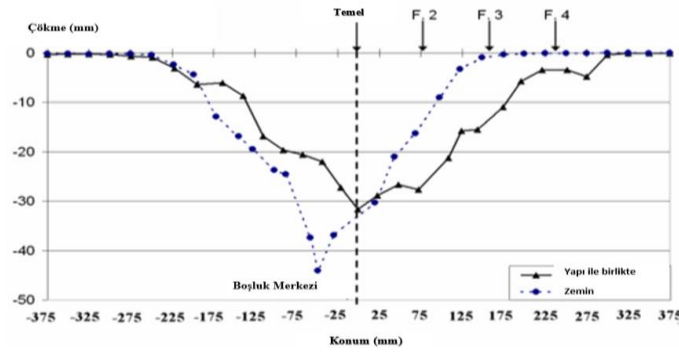
### 2.3. Obruk Üstyapı Etkileşimi Çalışmalar

Sputo (1993), yapmış olduğu çalışmada yığma yapılarda obruk hasarlarını incelemiştir. Yapılan çalışma alanı obruk oluşumu sıkça gözlenen ve karst bir arazi olan Florida'da, 1930 yılında yapılmış olan tek katlı bir lise binasıdır. Binanın şerit temel üzerine inşaa edilmiş, taşıyıcı dış duvarları tuğladan yapılmış olduğunu, ahşap dikmeleri ve çerçeve şeklinde kereste kirişleri ve ahşap döşemesi bulunduğunu tespit etmiştir. Yapılan çalışmada, 1991 yılının mart ayında okulun yakının birçok obruk meydana geldiği, okulda yapılan incelemede isetemel sisteminde hasar oluştuğunu, sınıfları ayıran duvarlarda ve tavanda çatlaklar olduğunutespit etmiştir. Şekil 2.6'da temelde oluşan deformasyon grafiği gösterilmiştir. Yazar yapmış olduğu çalışmada, oluşan obruğun onarım yöntemi olarak, temel altından çelik borular ile iletilecek olan, obruk içerisine sağlam zemine kadar beton enjeksiyon edilerek temel ile sağlam zemin arasında yük aktarımı yapılması gerektiğini belirtmektedir. Yapılan çalışma sonucunda yazarın iki farklı değerlendirmesi bulunmaktadır. Öncelikle yapı yapılmadan önce zemin araştırmalarının yapılması gerektiğini, zemin araştırmaları için harcanacak maliyetten kaçılmamasının, ileride ortaya çıkabilecek çok daha yüksek maliyetlerden kurtulmak için önemli olduğunu belirtmiştir. Bir diğeri ise yapılarda drenaj sistemleri mutlaka yapılmasını, yağmur suyu gibi yapı altına gidebilecek sızıntıları yapılardan uzaklaştırmak gerektiğini belirtmiştir.

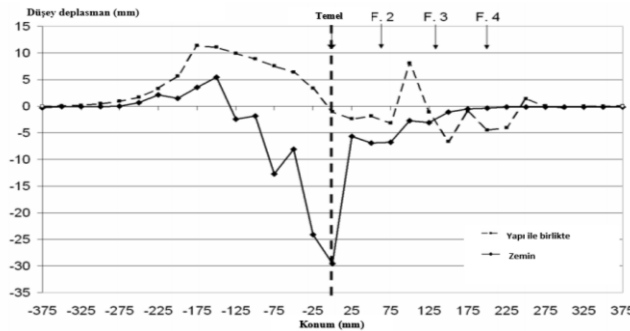


Şekil 2.6. Obruk oluşumu ile temelde meydana gelen deformasyon (Sputo, 1993)

Emeriault ve ark. (2006), yaptıkları çalışmada, bir obruk olayı sırasında zemin-yapı etkileşimlerinin nasıl olacağını, iki boyutlu zemin ve bir bina modeli kullanarak küçük ölçekli model ile analiz etmişlerdir. Çalışma, yeraltı boşluğunun yaratılmasının farklı aşamalarında, Hans-Jörg Schneebelitarafından geliştirilen çelik çubukların dikey ve yatay yer değiştirmelerinin dijital görüntü korelasyon tekniği ile belirlendiği bir dizi testin sonuçlarını sunmaktadır. Şekil 2.8’de ve Şekil 2.9’da yapılan çalışmaya ait temel-zemin yer değiştirme ve çökme grafikleri verilmiştir. Yazar yaptığı çalışmada, fiziksel modelin ampirik yöntemlerle iyi bir uyum içinde bazı sonuçlar sunduğunu görmüştür. Oluşan değişikliklerin oturma boşluğunun hacminde olmaması, şeklinde olmasına rağmen asimetrik görüntü oluştuğu sonucuna ulaşmıştır. Yazar yapmış olduğu çalışmada, obruk veya benzeri bir tehlikenin varlığı esnasında, zemin-yapı etkileşimlerini dikkate almanın çok uygun maliyetli olabileceğini ifade etmiştir.



Şekil 2.7. Zemin ve temelin çökme karşılaştırılması (Emeriault ve ark., 2006)



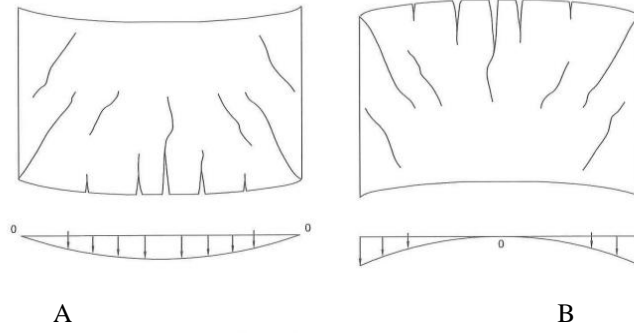
Şekil 2.8. Zemin ve temelin yer değiştirme karşılaştırılması (Emeriault ve ark., 2006)

Gutiérrez ve ark. (2008), yaptıkları çalışmada İspanyanın Zaragoza şehrinde 100 m çapında oluşumu devam eden bir obruğu araştırmışlardır. Çalışma alanındaki obruk ile birlikte 1990'lı yıllarda 5 m çapında oluşan obruk nedeniyle bölgede bulunan fabrika

binası boşaltıldığını belirtmişlerdir. Mevcut çalışılan 100 m çapındaki obruk ile beraber, obruğun kısmen üzerine inşa edilmiş 100 dairesel bir yapı ile ilgilide inceleme yapmışlardır. Araştırmacılar öncelikle binada gözlemlenen deformasyonları ve bina kenarlarında meydana gelen zemin yer değiştirmesi hakkında araştırma yapmışlardır. Araştırmacılar yeraltındaki oluşumları incelemek için öncelikle sondaj kuyuları açmışlar ancak sondaj kuyularının obrukların karmaşık yapısı nedeniyle, yorumlanmasına ve 3D modellenmesi için yeterli bilgi vermediğini belirtmişlerdir. Bunun yerine jeofizik yöntemler veya daha ucuz maliyetli hendek açma yöntemi olacağını düşünerek yapı yakınında hendek açmışlardır. Yapılan çalışmada yapının yılda 3 cm yer değiştirdiği sonucuna ulaşmışlar ve binanın yer değiştirme deformasyonunun önlem alınmadığı takdirde devam edeceğini belirtmişlerdir. Çalışma sonucunda yazarlar yerleşim yerlerinde hendek açma tekniği ile inceleme yapmanın daha ucuz, daha güvenilir ve detaylı bilgiye ulaşmada önemli olduğunu vurgulamışlardır. Ayrıca bölgede çıkartılacak detaylı obruk tehlike haritalarının yerel yönetimlerinde bu konudaki çalışmalarını ve destekleri ile birlikte, obrukların yapılar ve insanlar için oluşturduğu riski azaltacağı kanaatine varmışlardır.

Zisman ve ark. (2009), yaptıkları çalışmada obruklar nedeniyle yapılarda oluşan hasarları araştırmışlardır. Çalışmada obruk hasarları incelenirken dikkat edilmesi gereken hususlardan, araştırma aşamalarından bahsetmektedirler. Obruk araştırma aşamasında elde edilecek tüm verilerin önemli olduğu belirtmişlerdir. Yazarlar, obruk araştırma aşamalarını, sırasıyla, ofis çalışmaları, birbiriyle bağlantılı saha araştırmaları ve rapor hazırlanması şeklinde olduğunu belirtmişlerdir. Yazarlar, yapıda oluşan hasarların detaylı incelenmesinin, obruk oluşumlarını incelemek için önemli bir veri olduğunu belirtmektedirler. Bu konuda yapılarda ilk bakılacak hususun duvarlarda çatlakların varlığını kontrol etmek ve bina taşıyıcı sisteminde ve temellerde hasarların oluşup oluşmadığını belirlemek olduğunu belirtmişlerdir. Oluşan çatlakların kaynağını belirlemek için çatlaklar boyunca yer değiştirmeyi, bina geometrisini ve hareketini incelemek gerektiği belirtmişlerdir. Yapılardan alınan bu verilerin haritalanması gerektiği, çizimlerinin çıkarılıp, fotoğraflanmasının önemli olduğu vurgulamışlardır. Yazarlara göre, çatlak türlerinin analiz edilmesi, yorumlanması yapısal hasara neden olan kaynağı bulmaya yardımcı olacaktır. Şekil 2.9'da 2 farklı türde oluşan duvar çatlakları hakkında gözlemsel analizlerine yer vermişlerdir. A şeklinde içbükey bir oturma mevcut iken B şeklinde dışbükey oturma olduğunu belirtmektedirler. A'da bulunan çatlakların en fazla açıldığı nokta çekme kuvvetinin en fazla olduğu alt kısımda

iken, B’de bulunan çatlakların en fazla açıldığı nokta çekme kuvvetlerinin en fazla olduğu üst tarafta oluşacağını belirtmektedirler. Bu tip durumlarda oluşum hareketlerini analiz ederken, A çatlağını gözlemlerken hareketi merkezde, B çatlağını gözlemlerken hareketi köşelerde aramanın doğru olacağını ifade etmektedirler.

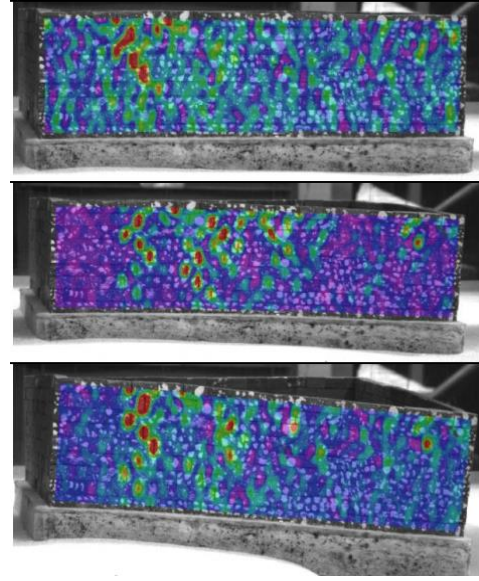


**Şekil 2.9.** Farklı türde oluşan duvar çatlakları (Zisman ve ark., 2009)

Heib ve ark. (2013), obrukların yığma yapılarıdaki etkilerini anlamak için bir model üzerinde çalışmışlardır. Hasar seviyesinin tahmini, çukurun özelliklerine ve yapıların özelliklerine bağlı olduğunu savunan yazarlar, INERIS’te (Institut national de l’environnement industriel et des risques (France)) yığma yapıların yer altı çökmesi durumunda davranışının anlaşılması için büyük ve küçük ölçekli bir fiziksel model geliştirilmiştir. Şekil 2.10’da ve Şekil 2.11’de gösterildiği gibi, duvarları küçük tahta parçaları ve şeker parçaları kullanılarak, temelleri ise polikarbon veya silikon levha kullanılarak analiz etmişlerdir. Zeminin ve yapının, yer değiştirmelerini ve gerilmelerini DIC (Dijital Görüntü Korelasyonu) adı verilen bir görüntü tekniği kullanılarak ölçmüşlerdir. Yazarlar çalışmanın sonucunda, silikon levha daha esnek olduğundan yapıya daha fazla yer değiştirme aktarımı sağladığı, duvar yapı hasarının çökme alanı üzerindeki konumuna ve esnekliğine bağlı olduğu sonucuna ulaşmışlardır.



**Şekil 2.10.** Yığma Yapı Modeli(duvarlar ahşap ve şeker, temel sikon)(Heib ve ark., 2013)



**Şekil 2.11.** Yığma Yapının Düşey yerdeğiştirmenin artmasıyla gerilme dağılımı (Heib ve ark., 2013)

Cennamo ve ark. (2017), İtalyanın Napoli şehrinde meydana gelen obruklar ile obrukların etkilediği yapıları hakkında çalışma yapmışlardır..Yapılan çalışmada yığma yapıların obruk oluşumu esnasında diğer yapılara göre daha güvenli yapılar olduğunu saptamışlardır.Bu çalışmalarında obruk nedeniyle çökme gerçekleşen iki yapıyı incelemişlerdir.Bitişik nizamda duran bu iki yapıya ait hava görüntüsü Şekil 2.12’de verilmiştir. Bu yapılara FRP (Elyaf takviyeli polimer) güçlendirme tekniği ile müdahale etmenin etkilerini araştırmışlardır. Çalışmaya başladıklarında yapılarda obruk oluşumu ile birlikte zamanla oluşan hasarları incelemişlerdir. Obruğun oluşumundan son aşamaya kadar dört evre tespit etmişler ve bu evreleri yapı köşelerinde çatlaklar, çatlakların genişlemesi ve bitişik yapıda başlayan çatlaklar, üçüncü evre olarak binanın çökmesi ve son olarak bitişik yapıda yarı çökme olarak nitelendirmişlerdir. Şekil 2.13’de bu evrelere ait görseller verilmiştir. Yazarlar, daha sonra bu çatlak analizi ile hipotezler ortaya koymuşlardır.Çatlakların çökmenin nedenini ortaya çıkarmaya yardımcı işaretler olduğunu çıkarmışlardır. Bu aşamadan sonra ortaya koyulan bu hipotezi doğrulamak üzere statik program üzerinde modelleme yapmışlardır. Son olarak bu yapılara FRP (Elyaf takviyeli Polimer) güçlendirme yapılabileceğini ve etkilerini araştırmışlardır.Sonuç olarak FRP ile güçlendirilen binalarda çökmeye karşı zaman kazandırdığı ve bu kazanılan zaman içerisinde yer altında oluşan boşluğa müdahale etmenin mümkün olacağı kanaatine varmışlardır.





Şekil 2.12.İnceleme yapılan binalar (Cennamo ve ark., 2017)



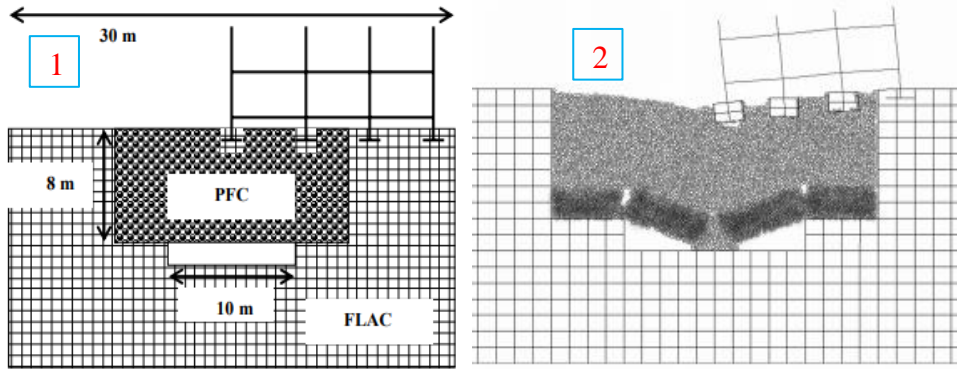
Şekil 2.13.Obruk oluşumunun başlamasından bitimine kadar ki 4 evrede oluşan bina deformasyonları (Cennamo ve ark., 2017)

Cianta, M. (2023), yapmış olduğu çalışmada, İtalya'da içerisinde iki tünel geçen bir tepenin üzerine inşa edilmiş iki binanın, zemin altındaki bu boşluklardan ve zeminde oluşan ayrışmalardan dolayı yapılara olan etkilerini araştırmıştır. Araştırmacı öncelikle zemin yapısını incelemiş ve gözenek boşluğu %59, kuru birim hacim ağırlığı  $11.1 \text{ kN/m}^3$  olan karbonatlı kayaç olduğunu belirlemiştir. Ayrıca üst yapı yükleri için 15 m yüksekliğindeki birinci bina için 150 kN, 10,5 m yüksekliğindeki ikinci bina için 40 kN yük alması gerektiğini belirlemiştir. Çalışmada zemin yapı etkileşiminin analizi için 3 boyutlu analiz programı kullanmıştır. Yazar, yapmış olduğu çalışmada programda, önce 3D zemin modellemesi yapmış, daha sonra üst yapı yüklerini ve zemin içerisinde bulunan tünel boşluklarını tanımlamış ve son olarak modeli mesh (sonlu eleman ağları) ederek

sonlu elemanlar yöntemi ile analizini gerçekleştirmiştir. Yazar, analiz sonucunda, belirli zaman aralıklarında zeminde ve yapıda meydana gelen yer değiştirmeleri hesaplamıştır. Yapılan çalışma sonucunda zeminde oluşan ayrışmaların zaman içerisinde göçmeyi tetikleyebileceğini sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca bu tip ayrışmanın bulunduğu kayaçlarda zaman içerisindeki yerdeğişimini takip etmenin yapının kullanım güvenlik ömrünü hesaplamak için kullanılması gereken bir yöntem olduğunu belirtmiştir.

#### 2.4. Obruk Sonlu Elemanlar Modelleme Çalışmaları

Caudron ve ark. (2006), daha önce zemin-yapı etkileşimini deneysel çalışma olarak modelledikleri model üzerinden bu çalışmada obruk sırasında zemin-yapı etkileşimini birleştirilmiş sayısal modelleme üzerinde çalışmışlardır. Yazarlar çalışmada, obruk oluşumu sırasında, zemin-yapı etkileşimi analizini gerçekleştirmişlerdir. Zemin ve yapı performanslarının analizi için FLAC2D (Zemin analiz yazılımı) ve PFC2D (Geoteknik analiz yazılımı) yazılımlarını kullanmışlardır. Şekil 2.14'de 1 nolu görselde modelin görüntüsü ile yazılım programlarının çalışıldığı alanlar gösterilmiş, 2. Nolu görselde boşluk oluşumu sonrası yapı ve zeminde meydana gelen deformasyonlar gösterilmiştir. Yazar sonuç olarak obruk yapı etkileşiminin sayısal model ile doğrulandığını, obrukların ani çökmeleri ile yapıya ciddi zararlar verebileceğini ortaya koymuşlardır.

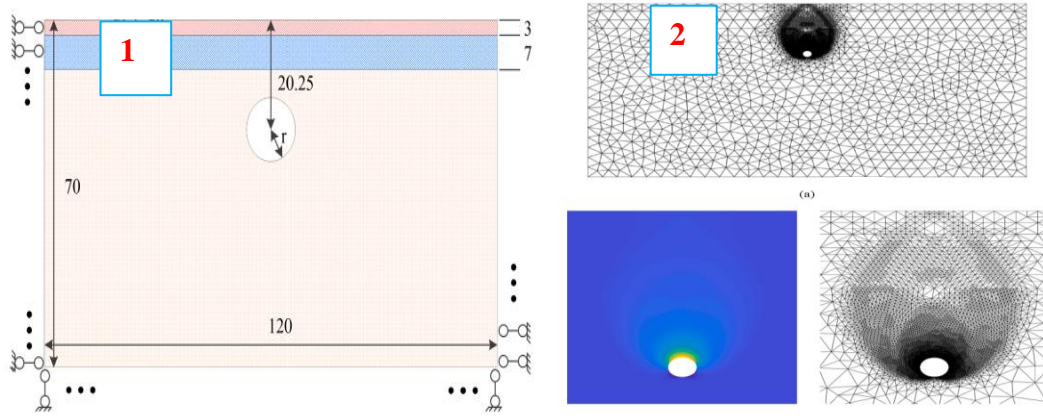


Şekil 2.14.1) Model Görünümü 2) Zemin ve yapıda meydana gelen deformasyonlar. (Caudron ve ark., 2006)

Soliman ve ark. (2019), yapmış olduğu çalışmada obrukların stabilitesinin, obruk derinliği ve boyutlarıyla ilişkisini ayrıca içsel sürtünme açısı ve kohezyon ile ilişkisini araştırmaktadır. Bu araştırmada sonlu elemanlar yöntemi olarak kullanılan sayısal model programı FLAC 3D programı kullanmışlardır. Analiz sonuçlarından obruk etrafındaki gerilme dağılımlarını ve deformasyonların sayısal değerlerini değerlendirmişlerdir.

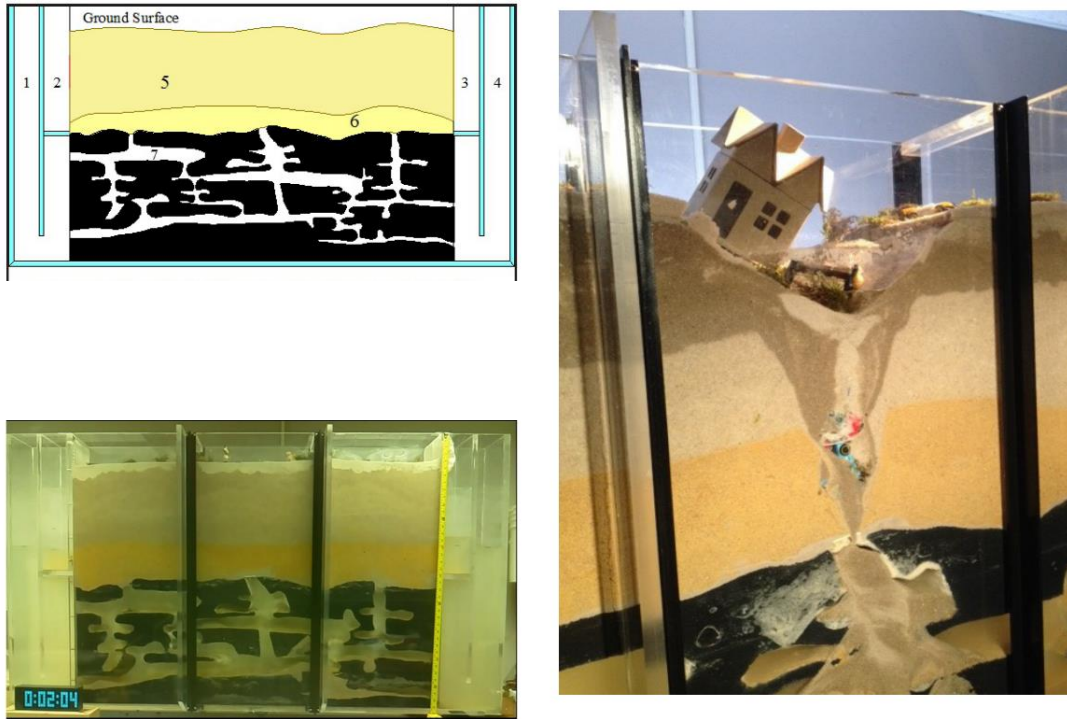


Sayısal sonuçlara etki edecek, ana kayaç derinliği, obruğun boyutu, örtü kalınlığı ve zemin parametrelerini araştırmışlardır. Obruk derinliğini “h” ile ifade eden yazarlar, obruk çapını “D” ile ifade etmişlerdir. Obruk derinliği ile obruk çapının birbiri ile ilişkisini ve obrukta oluşturduğu etkiyi anlamak için analiz sonuçlarından, farklı “h/D” oranlarının grafiklerini değerlendirmişlerdir. Bunlarla birlikte analiz sonuçlarından, farklı içsel sürtünme açısına ve kohezyona sahip zemin parametrelerinin grafiksel değerlendirmesini yapmışlardır. Sonuç olarak yazarlar, sığ obruklar olarak tanımladığı  $h/D < 2$  oranında olan obruklarda gerilmelerin obrukların zemin seviyesinden yarı seviyesine kadar olan kısımda, derin obruklar olarak tanımladığı  $h/D > 5$  oranında olan obruklarda gerilmelerin obruğun alt kısmından itibaren derinliğin dörtte biri kısmına kadar geldiği, orta obruklar olarak nitelendirilen  $2 < h/D < 5$  oranında ki ise obruklarda gerilmelerin obruk alt kısmından derinliğin %30-%40’ına kadarında olduğunu belirtmişlerdir. Yazarlar, h/D oranı arttıkça gerilmelerin arttığını, h/D oranı değişmez iken çapın değiştiği durumlarda düşey gerilim dağılımına etkisinin olmadığı ancak deformasyonları etkileneceğini ifade etmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar, düşük kohezyon değerlerine sahip zeminleri, yüksek kohezyon değerine sahip zeminlere göre gerilme dağılımları daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Zhao ve ark. (2021), Çin’in Fujyan eyaleti, Longyan şehrinin Ziran köyünde, karstik bir mağaranın genişleme çalışmaları nedeniyle oluşan obruk üzerinde, oluşum nedenlerini ve yarattığı zararları belirlemek için analiz gerçekleştirmişlerdir. Yazarlar, bu çalışmada limit teoremini ve sonlu elamanlar tekniğini kullanmışlardır. Analiz içerisinde kritik yük, oluşum faktörleri, limit durumlar ve mevcut durum değerlendirmesi yapmışlardır. Yapılan analize ait sayısal model ve sınır koşulları ile analiz sonuçları Şekil 2.15’de verilmiştir. Zemin modeli olarak 120 m ye 70 m olarak belirlemişlerdir. Sonlu elamanlar limit analizinin, uzunlamasına hesaplama aralığı 120 m ve dikey hesaplama aralığı her iki yan taraf için 70 m olarak hesaplamışlardır. Obruk merkezinin yer yüzeyine olan uzaklığını 20,25 m olarak hesaplamışlardır. Yazarlar yaptıkları çalışma sonucu, yeraltı sularının karst mağaralarının genişlemesinde önemli ölçüde etkisinin olduğunu ortaya koymuşlardır.

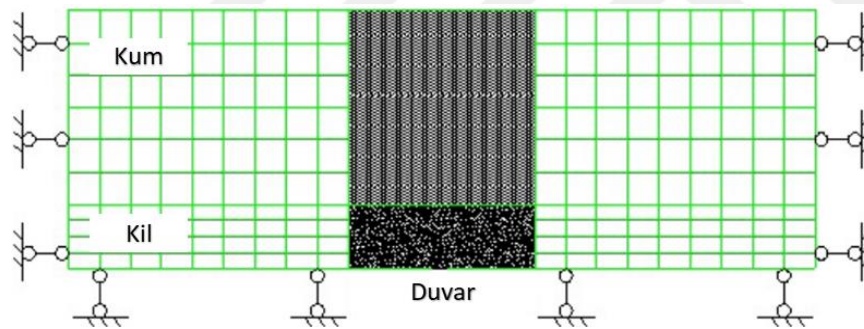


**Şekil 2.15.** 1) Sayısal model ve sınır değerler 2) analiz sonucu (Zhao ve ark., 2021)

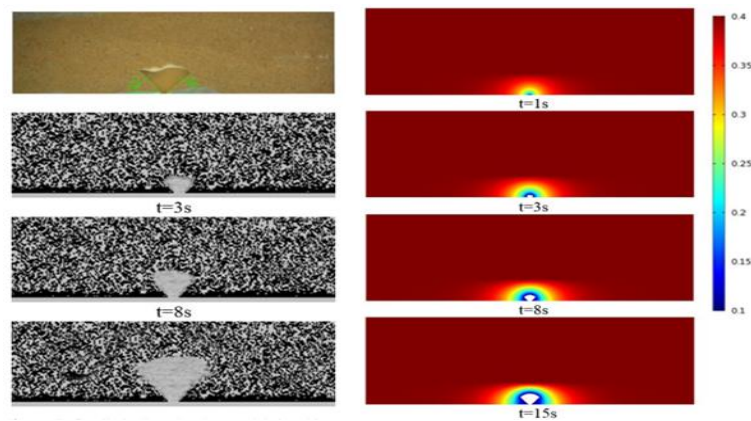
Tao ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada obruk oluşum mekanizmalarını, gelişimlerini çökmelerini deneysel ve sayısal yöntemler kullanılarak incelemiştir. Şekil 2.16'da yapılan deneye ait görsel verilmiştir. Yazarlar yapılan deneylerin verilerine dayanarak, sonlu elemanlar yöntemi ile bir çalışma yapmışlardır. Şekil 2.17'de gösterildiği gibi obruk içerisindeki parçacıkları modellemek için PFC (Akış Parçacık Yazılımı) kullanmışlar diğer alanlar için ise ve FLAC 3D (Zemin Modelleme Programı) kullanmışlardır. FLAC 3D zemin içerisindeki sürekliliği, PFC ise süreksizliği modellemede kullanılmışlardır. Birleştirilmiş Flac/PFC hesapları kullanılarak obruk çöküşünü modellemiştir. Modelde kil ve kum tabakası için 8000, toplamda 20000 parçacık kullanılmışlardır. Şekil 2.18'de gösterildiği gibi 1, 3, 5, 8 ve 15. saniyelerdeki zeminde meydana gelen boşlukları analiz edilmiştir. Yazarlar yaptıkları çalışmada, hidrolojik koşulların obruk oluşumu ve gelişimi için kritik öneme sahip olduğu ortaya çıkarmışlardır. Ayrıca yapılan çalışmada obruk oluşumu ve gelişimini incelemek için deneylerin yeterli olmayacağını, deneylerin matematiksel ve sayısal bir model ile desteklenmesi gerektiğini belirtmişlerdir.



Şekil 2.16. Obruk oluşumuna ait deneysel (Tao ve ark., 2015)

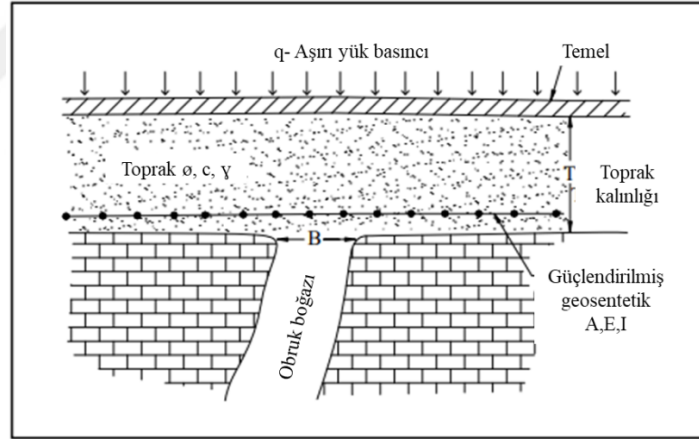


Şekil 2.17. Oluşturulan model. Siyah alanda PFC, diğer alanlarda ise FLAC kullanılmıştır (Tao ve ark., 2015)



Şekil 2.18. Yapılan deneysel sonuçların 1,3,5,8,15 saniyelerdeki görünümü (Tao ve ark., 2015)

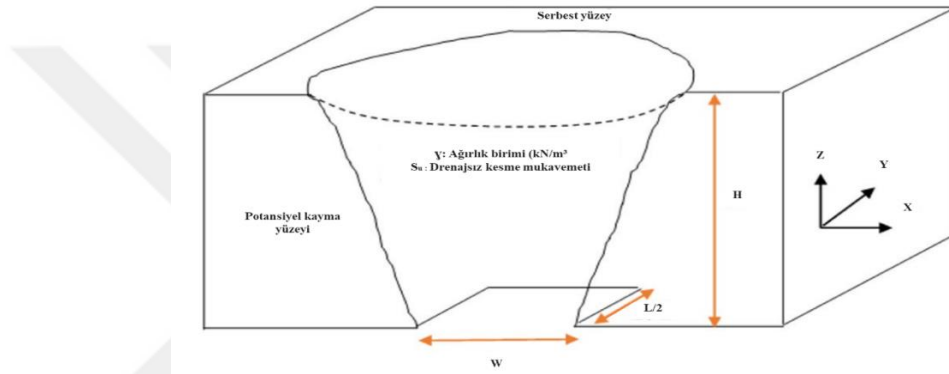
Siegel ve ark. (2010), yaptıkları çalışmada obruk üzerinde geosentetik malzeme kullanımını FLAC2D (Zemin analiz yazılımı) programı kullanarak iki boyutlu sonlu elemanlar yöntemi ile analiz etmişlerdir. Şekil 2.19'da gösterilen modelde T, obruk tepesi ile dolgu üst noktası arasındaki mesafeyi, B obruk genişliğini, q dikey basıncı göstermektedir. Yapılan çalışmada dolgu içerisine obruk ağzını tam kapatacak şekilde geosentetik malzeme yerleştirmişlerdir. Analiz yapılırken toprak davranışı modeli olarak Mohr-Coulomb Plastisite modelini seçmişler, üç katman geosentetik malzemeyi FLAC2D modeline işlemişlerdir. Analiz sonucu geosentetik malzemede, yüzeyde oluşan gerilmeleri ve obruk çapı ile ilişkisi hakkında çıkarımlar yapmışlardır. Yapılan çalışma sonucunda çoklu takviye katmanlarının kullanımı beklenen etkiyi karşılamamış ve daha az çıkmıştır. Yaptıkları analizlerde geosentetik malzemelerdeki gerilmeler hesaplanandan düşük çıkmıştır. Yazarlar, FLAC2D programının toprak-geosentetik malzeme gerilim ilişkisini hesaplamada yetersiz kaldığını ve analiz için belirlenen parametrelerle uyummadığını ortaya koymuşlardır.



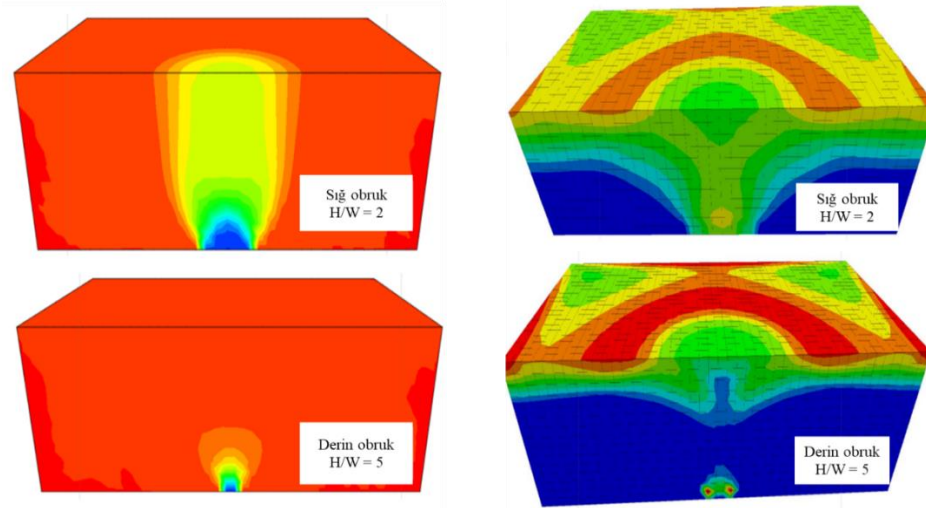
Şekil 2.19. Obruk Modelinin Çizimi (Siegel ve ark., 2010)

Shiau ve ark. (2021), yaptıkları çalışmada FLAC3D programı ile üç boyutlu olarak obruk oluşumunun ve stabilitesinin sayısal modellenmesini yapmışlar ve analizini gerçekleştirmişlerdir. Şekil 2.20'de gösterildiği gibi obruk oluşum mekanizmasını modellemişlerdir. Yazılım programı ile analiz öncesi matematiksel teoriler üzerinden hesaplamalar yapmışlardır. Yazarlar kesme mukavemeti oranını  $S_u/\gamma W$  olarak belirlenmiştir. Obruk yüksekliği ile genişliği arasındaki stabilite bağlantısını araştırmışlardır. Aynı zamanda obruğun farklı yönlerdeki genişliğinin birbiri arasındaki ilişkisi araştırmışlardır. Yapılan çalışma sonucunda, matematiksel teoriler üzerine yapılan

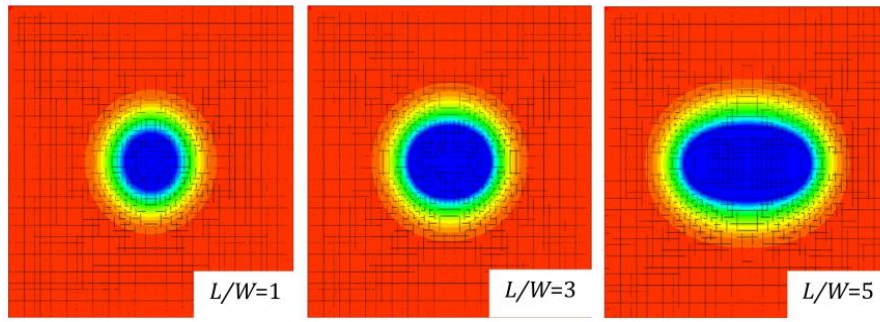
hesapların, FLAC3D ile yapılan hesaplara göre daha yüksek çıktığı, yükseliğin genişliğe olan oranının artmasıyla stabilitenin arttığı, bir yönde genişliği diğer yönde genişliğe oranının artmasıyla ise elipsel bir obruğun ortaya çıktığı sonucuna ulaşmışlardır. Şekil 2.21’de farklı yüzeqlikte oluşan iki obruğun H/W oranı artkça yüzey gerilmelerinde azalma olduğu zemin stabilitesinin yükseldiği gösterilmektedir. Çalışmada W 6 m , H sığ obruklar için 12 m derin obruklar için 30 m olarak hesaplama yapmışlardır. Yazarlar, farklı genişlikte oluşan iki obruğun L/W oaranı artkça obruğun elipsel bir geometriye dönüştüğünü, gerilmelerde oransal olarak bir değişme olmadığını ifade etmişlerdir. Şekil 2.22’de L/W ilişkisini gösterir gerilme görüntüsü verilmiştir.



Şekil 2.20. Tasarlanan Obruk Mekanizması (Shiau ve ark., 2021)



Şekil 2.21. Analiz sonuçlarına göre H/W ilişkisi (Shiau ve ark., 2021)



Şekil2.22. Analiz sonuçlarına göre L/W ilişkisi (Shiau ve ark., 2021)

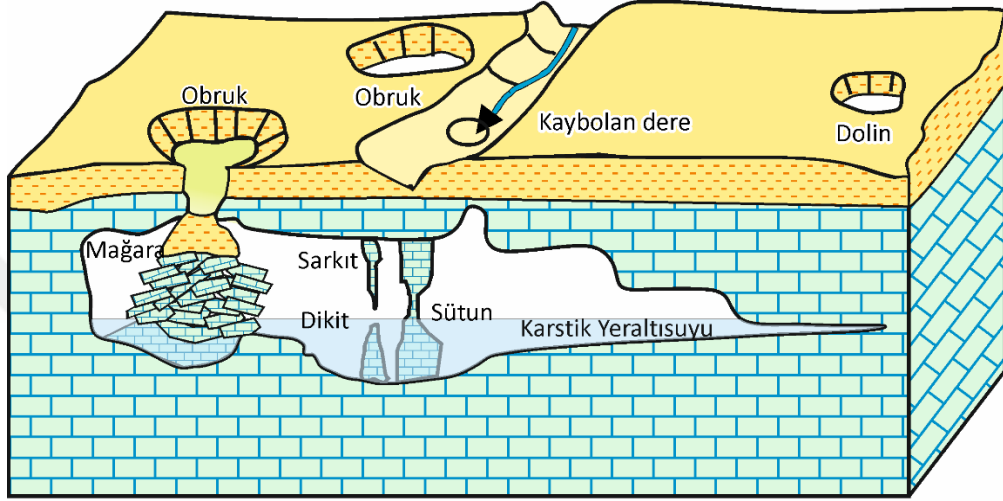




### 3. OBRUK OLUŞUM MEKANİZMASI

#### 3.1. Obruk Nedir

Obruklar, yeraltı sularının kireç taşı gibi çözünebilir özellikteki kayalarla tepkimesi sonucu kayacı eritip yeraltında boşluk oluşturmasıyla birlikte, oluşan boşluk ile zemin yüzeyi arasındaki tabakanın zamanla taşıma gücünü kaybedip çökmesi sonucu oluşan bir karstik bir oluşumdur.Şekil 3.1’de karstik yapılara ait görsel verilmiştir.



Şekil 3.1. Karstik yapılar ve obruk oluşumları (Arık, 2018)

Literatürde obrukları, karstik boşluk, yeraltı mağarası, düden, dolin, shinkole gibi ifadelerle de belirtilmektedir. Yine bazı çalışmalarda obruklar farklı şekilde tarif edilmişlerdir. Bunlardan bazıları, Yeraltındaki suların karbondioksit ile birleşmesi sonucu oluşan karbonik asitin, kireç taşının bulunduğu bölgelerde kireç taşının erimesiyle yer altında boşluk oluşur. Bu boşlukların üzerindeki toprak tabakası boşluk büyüdükçe zaman içerisinde çöker ve oluşan bu boşuklara obruk denir. Bu obruklar baca yada kuyu şeklinde, sulu yada susuz şekilde olabilir (Şen, 2018). Obruklar, eriyebilen tortul kayaların olduğu karstik alanlarda yeraltındaki kalkerin eriyerek çözünmesi sonucu ve tavan kısımlarının çökmesi ile birlikte meydana gelen geniş baca veya doğal kuyu görünümündeki derin, dairesel ya da elips görünümünde olan çukur şekillerdir. (Ertek, 2009).

### 3.2. Obruk Oluşum Nedenleri

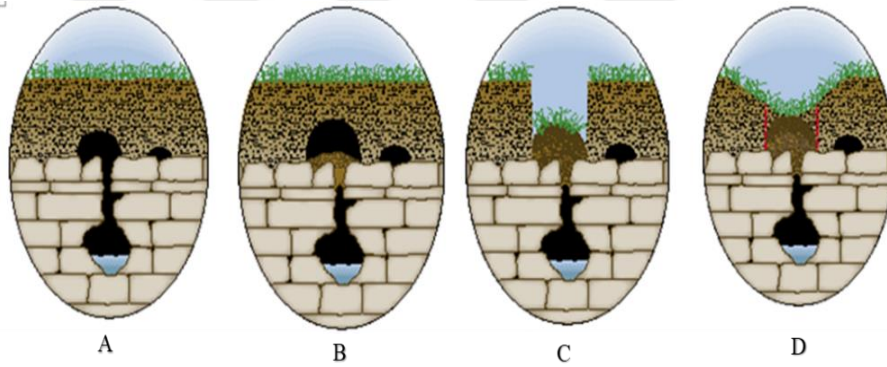
Obruklar nasıl ve nerede oluşur, neler obruk oluşumunu tetikler veya hızlandırır gibi sorulara günümüze kadar farklı cevaplar verilmiştir. Obrukların oluşumunu volkanik olarak nitelendiren bir kesim mevcutken, bir kesim karstik olduğunu, bazı araştırmacılar ise obruk oluşumunu dolin (kalker platolar üzerinde görülen, oval şekilli erime çukurlukları) gibi diğer oluşumlara benzetmiştir.

Obruklar yer altında bulunan akarsu veya göl yatağındaki suların zamanla asidik özelliğinin artmasıyla birlikte, zemin tabakasının suda eriyebilen kayaçların yoğun olduğu alanlarda mevcut kayaçlarla tepkimeye girerler. Su ile temas sırasında çözünebilen taşlar ise, kireçtaşı, killi kireçtaşı, marn, dolomitik kireçtaşı, dolomit gibi karbonatlı kayaçlarla halit, jips, anhidrit gibi kayaçlardır (Arık, 2018). Zaman içerisinde bu asidik sular kayaçları eritmeye başlar ve yer altında boşluklar meydana getirir. Oluşan bu boşluklar zaman içerisinde genişler ve normal şartlarda yer altı suyu ile dolar, fakat zamanla yeraltı sularında azalmaya başladığından itibaren bu geniş boşluklara üzerindeki toprak tabakası dolmaya başlar. Boşluk ile yer yüzeyi arasındaki tabakanın kalınlığı gün geçtikçe azalır ve bu tabaka taşıma gücünü kaybeder. Ne zamanki tabakanın taşıma gücünü kaybetmesiyle birlikte çökme meydana gelir. Bu çökmeler bazen ani şekilde bazen zamanla oluşabilmektedir. Bu ani çökme yada zamanla çökme tabakayı oluşturan toprak yapısına bağlı olarak oluşmaktadır. Şekil 3.2’de obruk oluşum evrelerinin görseli bulunmaktadır. Obruk oluşumunun nedenleri arasında, karstlaşma, yapısal özellikler, karbonat çözünmeleri ve bölgenin tektonik geçmişi, birbirinden bağımsız olamayacağı herbirinin etkisi olmaktadır (Günay, 2010).

Yeraltında bulunan suların asidik özelliği, fay hattına yakın bölgelerde artmaktadır. Örneğin, Karapınar bölgesinde obruk oluşum hattının fay hatlarına paralellik göstermesi, kırık hattı boyunca yeraltı sularının karbondioksit özelliğinin fazla olmasından kaynaklanmaktadır (Pekkan, 2004). Yeraltı sularının asidik özelliğini arttıran bir diğer unsur ise bölgedeki volkanik yapılardır. Volkanik yapıların devam eden oluşumlarına bağlı olarak yeraltı sularını etkilemekte ve bu volkanik etkileşim sonucu yeraltı sularında asitlik özellik artmaktadır (Arık, 2018). Bir diğer asitlik düzeyini arttıran durum ise tarım arazilerinde kullanılan kimyasal gübre vb. ilaçlardır. Bu kimyasallar yağışlar ile birlikte yeraltı sularına karışmakta ve yeraltı sularının asidik özelliğini arttırmaktadır.



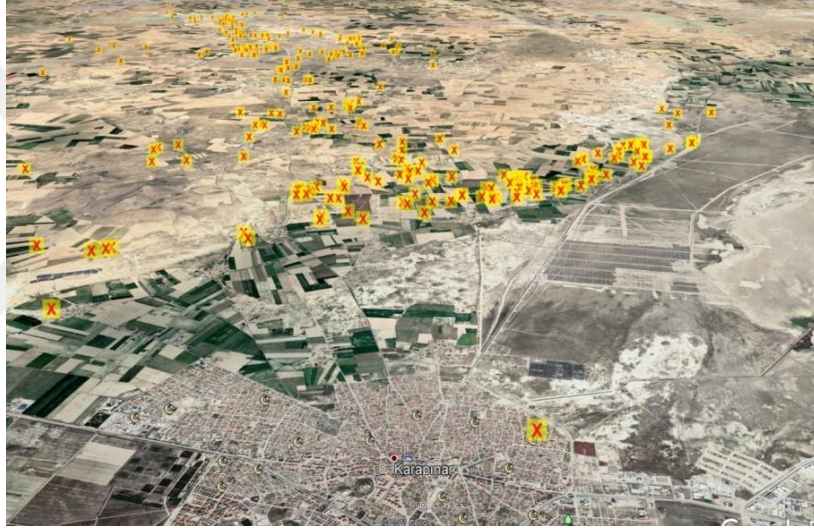
Obruk oluşum nedenlerinin bir diğeri olan yeraltı sularının azalmasıda obruk oluşumunu tetikleyen unsurlardandır. Dünyada ve ülkemizde son yıllarda gözlemlenen küresel ısınma, yağışların azalmasına ve yeraltı sularının beslenmesine engel olmaktadır.Yine yeraltı sularını besleyen akarsu vb su yataklarının önlerine yapılan barajlar ve göletlerde yeraltı sularında azalmalara neden olmaktadır. Yapılan araştırmalarda yer altı sularının azalmasına neden olan bir diğer unsur ise tarımsal sulama faaliyetleridir.Bilgisiz ve vahşi yapılan tarımsal sulamalar, denetimsiz açılan kaçak kuyular yer altı sularında ekilmelere neden olmaktadır. Tüm bu nedenlerle oluşan yeraltı suyunun azalması, yeraltındaki boşluklarda bulunan suların statik basıncını azaltmakta ve yukarıda bulunan toprak yapısıyla arasında boşluk oluşurmaktadır. Binlerce yılda oluşan yeraltı sularının, küresel iklime bağlı kuraklık, insanların su talebinin artması vb. nedenlerle kısa sayılabilecek bir sürede bu denli düşmesi sulak alanlar, g ller ve obruk göllerindeki ekolojik dengenin bozulmasına neden olmuştur (Bozyiğit ve ark., 2009).



**Şekil 3.2.** Obruk oluşum evreleri A. Yeraltı boşluğunun oluşması B. Boşluğun genişlemesi C. Obruğun oluşumu D. Topoğrafyanın düzenlenmesi (Arık, 2018)

#### 4. OBRUK OLUŞUMU NEDENİYLE MEYDANA GELEN ÜST YAPI HASARLARI

Türkiye’de oluşan obruk sayısı yıllar geçtikçe sayısı hızla artmakta ve bu durum obruklarayakın bölgede oturan insanlarda korku ve paniğe yol açmaktadır. Şu ana kadar obruk oluşumu nedeniyle herhangi bir can kaybı yaşanmasa da oluşan son obruklar tedirgin edici boyutlara gelmiştir. Şu ana kadar oluşan obruklar genellikle arazi kesimde meydana gelmiş ve maddi kayıplara neden olmuştur. Özellikle obruk platosu olarak da adlandırılan Konya-Karapınar bölgesinde oluşan obruk sayıları son yıllarda önemli artış göstermiştir. Şekil 4.1’de Karapınar bölgesinde son yıllarda oluşan obrukların yerlerinin dağılımını gösterir uydu görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4.1. Konya-Karapınar bölgesinde oluşan obrukların dağılımı(Konya Afad)

Konya’nın büyük tarım arazilerinin bulunduğu bölgede ekim yapılan arazilerde obrukların sayısı da artmıştır. Özellikle bölgenin jeolojik yapısının obruk oluşumuna olan etkisinin yanısıra, iklim koşulları ile birlikte, su ihtiyacı düşük ürünleri yerine, su ihtiyacı fazla olan ve ekonomik geliri yüksek tarım ürünlerinin ekilmesi, bilinçsiz ve kaçak sulamalar yeraltı sularının azalmasına neden olmuş ve son yıllarda bölgede oluşan obruk sayılarında ciddi artışlar olmuştur. Tarlalarda oluşan obruklar, tarımsal üretim yapan vatandaşları tedirgin etmekte bazı vatandaşlar olası obruk ihtimali üzerine arazilerini ekemektedir. Köyde yaşayan bazı vatandaşlar yaşadıkları yerleri terk etmek zorunda kalmışlardır. Şekil 4.2’de Karapınar bölgesinde tarlalarda meydana gelen bazı obruklar gösterilmektedir.



Şekil 4.2. Konya-Karapınar bölgesinde tarlada oluşan obruklar (Konya Afad)

Geçmiş yıllarda genellikle yerleşim yerlerinden uzakta kalan arazi kesimlerinde gözlenen obruklar, son yıllarda yerleşim yerlerine çok yakın yerlerde oluşmaya başlamıştır. Özellikle Karapınar bölgesinin kırsal mahallelerinde obruklar görülmeye başlamış, yapıları tehdit etmeye başlamıştır. Yapılaşmanın olduğu yerlerde veya çok yakınlarında gözlemlenen bu obruklar yapılar ve insanlar için büyük risk teşkil etmektedir. Şekil 4.3’de Karapınar bölgesinde bir yerleşim yerinin ve bu yerleşim yerinin etrafında oluşan obrukların dağılımı verilmiştir.



Şekil 4.3. Karapınar da yerleşim yerlerinden birinde oluşan obrukların dağılımı (Konya Afad)

Oluşan obruklar oldukça geniş çaplı ve derin obruklardır. Öyleki bölgedeki yapılar düşünüldüğünde yapılara ciddi zarar verebilecek büyüklükte obruklar olduğu gözlemlenilmiştir. Yapılan arazi çalışmalarında bazı obrukların ani çökme ile oluştuğu bazıların ise belirli zaman aralıklarla oluştuğu gözlemlenmiştir. Şekil.4.4’te Karapınar ilçesinin bazı mahallerinde oluşan ve yapılara oldukça yakın mesafede oluşmuş ve

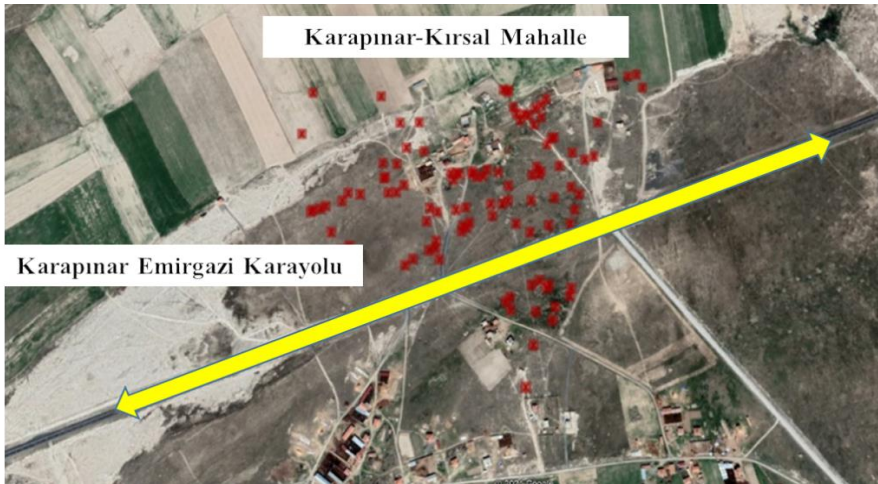


oluşum aşamasına başlamış obruklar verilmiştir. Göresellerdende anlaşılacağı üzere bazı obrukların çökme öncesi topoğrafyada halka şeklinde iz bıraktığı ve bir miktar kot kaybı olduğu görülmektedir.



Şekil 4.4. Karapınar da oluşan dört farklı obruğun yerleşim yerlerine yakınlığını gösterir fotoğraflar

Aynı zamanda bazı önemli yol güzergahlarının da bulunduğu bölgelere yakın yerlerde obrukların oluşması ve yine son zamanlarda bölgede artan sanayileşme, yapılacak yatırımlarında oluşabilecek obruklardan etkilenmesi büyük risk taşımaktadır. Şekil 4.5'te Karapınar-Emirgazi karayoluna yakın yerlerde oluşan obruklara ait uydu görüntüsü verilmiştir.



**Şekil 4.5.**Karapınar-Emirgazi kara yolu yakınında ve bir yerleşim yerine yakın obruklar (Konya Afad)

Oluşan obruklardan yapılara zarar verenlerden bazıları ise; *Seyit Hacı Yaylası Obruğu*:Obruk 2014 yılında Karapınar İlçesine 10 km uzaklıktaki Seyit Hacı yaylasında oluşmuştur. Yaklaşık 30 metre genişliğe sahip obruğun derinliği 1.5 metreyi bulmaktadır. Tam göçme oluşmayıp oluşum aşamasındadır. Oluşan obruk ile yayla evi olarak kullanılan tek katlı oldukça eski kerpiç bir yapı olan evin mutfak kısmını yıkmıştır.Yapının obruk içerisinde kalan kısmı aşağı yönde yerdeğiştirmiş, yapının diğer kısmından ayrılmıştır.Şekil 4.6’da ve Şekil 4.7’ de Seyit Hacı Yaylasında meydana gelen obruğun yapıya vermiş olduğu zarar gösterilmektedir.



**Şekil 4.6.**Karapınar-Seyit Hacı Yaylasıobruğu ve zarara yol açtığı kerpiç ev



**Şekil 4.7.**Karapınar-Seyit Hacı Yaylasıobruğu ve zarara yol açtığı kerpiç ev



*Sırçalı Obruğu:*Karapınar ilçesi Sırçalı mahallesinde ani oluşan obruk değil, zaman içerisinde olgunlaşan, oluşumunu henüz tamamlamamış olan obruk meydana gelmiştir.Obruk mevcut haliyle oluşum aşamasındadır. Zemin hergeçen zamanda yeraltına doğru deplasman yapmaktadır. Oluşum görülen yerde yığma olarak yapılmış olan mahallenin camisi bulunmaktadır.Arazide farklı zaman aralıklarında incelemeler yapılmıştır. İlk yapılan incelemede yapının obruk sınırları içerisinde kalan duvarlarında çatlaklar meydana geldiği görülmüştür. Yapılan ikinci incelemede ise cami duvarının obruk içerisinde kalan kısmının diğer diğer yönde bulunan duvarlardan ayrıldığı, yapının şekülünün kaydığı ve kullanılmaz hale geldiği görülmüştür. Şekil 4.8’de 1.nolu resimde ilk yapılan incelemenin 2.nolu resimde ise ikinci yapılan incelemeye ait görsele yer verilmiştir.



**Şekil 4.8.**Karapınar-Sırçalı mahallesinde obruğun zamanla oluşması ile camide yol açtığı zarar

*Karapınar Merkezde Oluşan Obruk:*Karapınar ilçesi merkez mahallesinde yapılan incelemede yapının yan kısmında zeminde oluşan yarıklar ve zemin seviyesindeki düşüş gözlemlenmiştir.İnceleme alanında ve etkilenmesi muhtemel gözüken ev, mühendislik hizmeti almış, yeni yapılmış olan yarı karkas tek katlı bir yapıdır. Yapılan gözlemlerde yapıda herhangi bir çatlama vb. deformasyona rastlanılmamıştır. Konya AFAD tarafından yaptırılanjeofizik ve sondaj çalışmaları sonucu zemin üst kotonundan 4-5 metreden sonra 7-8 metre boyunca, yaklaşık -5m kotundan -12m veya -13m arasında boşluğa kadar olankısımda boşluğa rastlanılmıştır.Yapı kullanımı detaylı araştırma sonuna kadar boşaltılmıştır. Şekil 4.9’da inceleme yapılan alan ve alanın yanibaşında bulunan yapı gösterilmektedir.



**Şekil 4.9.**Karapınar-Merkezde yeni yapılan yapının altında belirlenen obruk

Reşadiye Mahallesinde Oluşan Obruk: Karapınar ilçesi Reşadiye mahallesi acarlar yaylasında yaklaşık 6 metre çapında ve yaklaşık 12 metre derinliğinde obruk meydana gelmiştir. Oluşan obruk bir evinyakınında bulunan ağıl duvarının tam altında oluşmuştur. Ağıl duvarının obruk üstünde kalan kısmı obruk içerisine çökmüştür. Duvarın en üstünde bir kısım kalmıştır.Duvar alt kısmı taş malzemeden üst kısmı ise tuğla malzemeden örülmüş olduğu görülmüştür.Kalan kısımlarda ise obruğa yakın kısımlarda çatlaklar gözlemlenmiştir. Şekil 4.10'da oluşan obruğun duvarda meydana getirdiği çökme ve havadan görüntüsü verilmiştir.



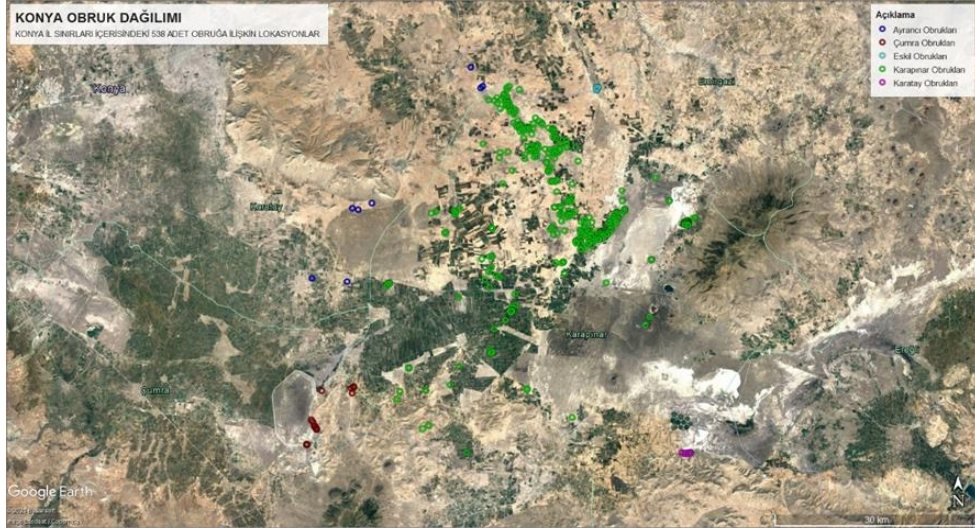
**Şekil 4.10.**Karapınar-Reşadiye mahallesi acarlar yaylası oluşan obruk ve duvarda meydana getirdiği çökme

#### **4.1. Obruk Oluşumu Görülen Yerlerde Yapı Stoku Özellikleri**

Türkiye’de bulunan karstik alanlar hemen her bölgemizde görülmekte olup, özellikle batı ve orta toroslar başta olmak üzere Güney Anadolu’da daha geniş yer kaplarlar.Bu







Şekil 4.12. Obrukların Konya il bazındaki dağılım şekli. (Konya Afad)

Konya İl sınırları içerisinde, Konya İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğüne (AFAD) kayıt altına alınan 700'e yakın (güncel sayı değişiklik göstermektedir) obruk bulunmaktadır. Bu obrukların yaklaşık çoğunluğu Karapınar ilçesinde yer almaktadır. Konya AFAD Müdürlüğüne başlatılan “Obruk Alanlarının Tespit Edilmesi Projesi Kapsamında” Konya ilinde oluşmuş ve oluşmakta olan obrukların tespiti yapılmaktadır. Konya ilinde oluşan obrukların büyük bölümü Karapınar ilçesi sınırları içerisinde olmakla birlikte diğer bölgelerde de obruk oluşumu görülmektedir. EK-1’de Konya ilinde oluşan obruklara ait tablo verilmiştir. Konya ili genelinde obrukların yaklaşık % 90,96 sı Karapınar ilçesi sınırlarında yer almaktadır. Tablo 4.1’de Konya ilinde sınırlarında oluşan obrukların ilçelere göre yüzdesel oranları verilmiştir. Şekil 4.13’de ise Konya ilinde sınırlarında oluşan obrukların ilçelere göre yüzdesel oranlarını gösterir grafik verilmiştir.

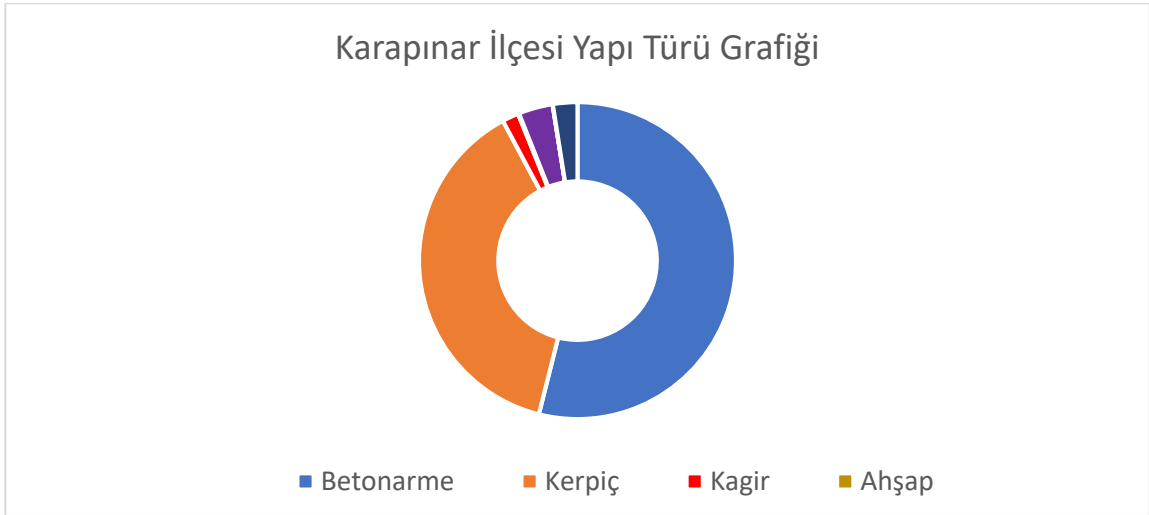
Tablo 4.1. Konya ilinde bulunan obrukların yüzdesel dağılımı (Konya AFAD verisi)

İlçe	Yüzde (%)
Akören	0,96
Bozkır	0,38
Cihanbeyli	0,38
Çumra	4,42
Ereğli	0,38
Kadınhanı	0,38
Karapınar	90,96
Karatay	1,54
Sarayönü	0,19
Selçuklu	0,38

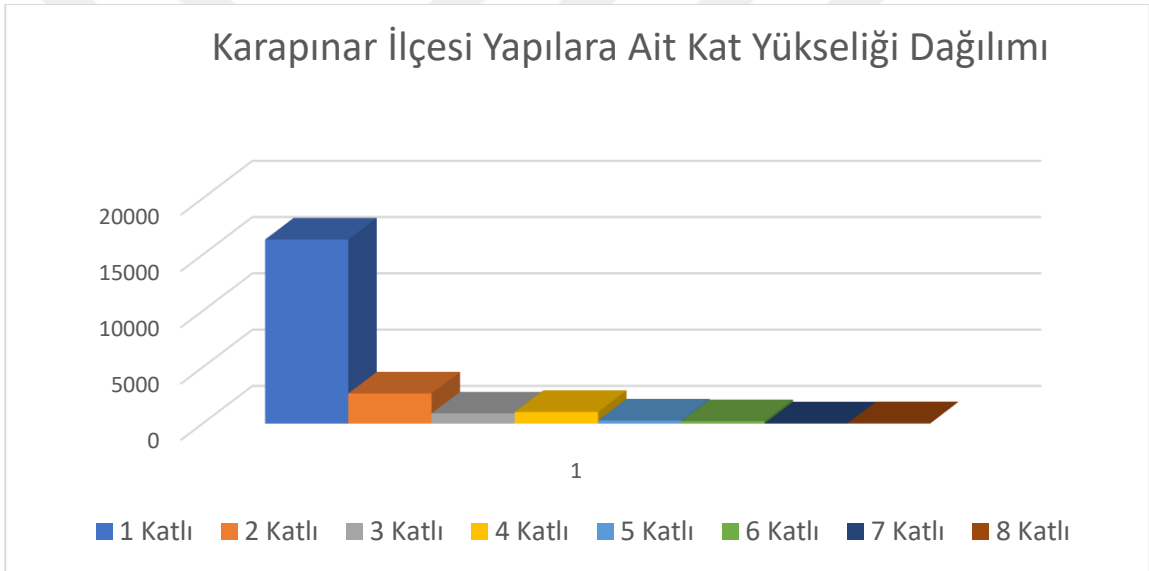


**Şekil 4.13** Konya ilindeki obrukların ilçelere göre yüzedesel dağılımı (Konya Afad verisi)

Yapılan nümerik çalışmada bu veriler dikkate alınarak Karapınar ilçesi özelinde yapı stoğu araştırması yapılmıştır. Obruklar ile yapı ilişkisinin sağlıklı bir şekilde kurulabilmesi için obruk oluşan bölgelerin yapı stoğunu bilgilerine de ihtiyaç duyulmaktadır. Hangi tür yapıların olduğu, tehdit altında olan yapı türlerinin hangileri olduğunu bilmek yapılacak olan nümerik çalışmamızda ne tür yapı bilgisine ihtiyaç duyacağımızı ve analizlerini gerçekleştireceğimiz ve yapı parametrelerini belirleyecektir. Karapınar bölgesi konya'nın doğusuna düşen yaklaşık Konya'ya uzaklığı 90 km olan bir ilçedir. Nüfusu yaklaşık 50.000 olan ilçenin toplam yapı sayısı yaklaşık 21.500 civarındadır. Konya Büyükşehir Belediyesinin Kent Bilgi Sistemindekayıtlı verilerden elde edilen bilgilere göre bu yapıların yaklaşık %54 ü betonarme, %38 kerpiç, %3,5'i taş yapı, %1,7' si kagir, %0,1' i ahşap, %0,03' ü prefabrik yapılardan oluşmaktadır. Karapınar ilçesine ait yapı türü dağılımları Şekil 4.14'de verilen grafikte gösterilmiştir. Karapınar ilçesinde kat yükseklikleri genel olarak tek katlı ve iki katlı yapılardan oluşmaktadır. Özellikle kırsal kesimde kat yükseklikleri genel olarak tek katlı yapılardan oluşmaktadır. İlçede tek katlı yapı oranı % 75 iken , tek katlı % 12, üç katlı yapı %4 civarındadır. Şekil 4.15'de Karapınar ilçesinde bulunan yapıların kat yüksekliğinin oransal dağılımı verilmiştir. Bu grafikte de anlaşılacağı üzere yapıların büyük bölümü az katlı olarak inşa edilmiştir.

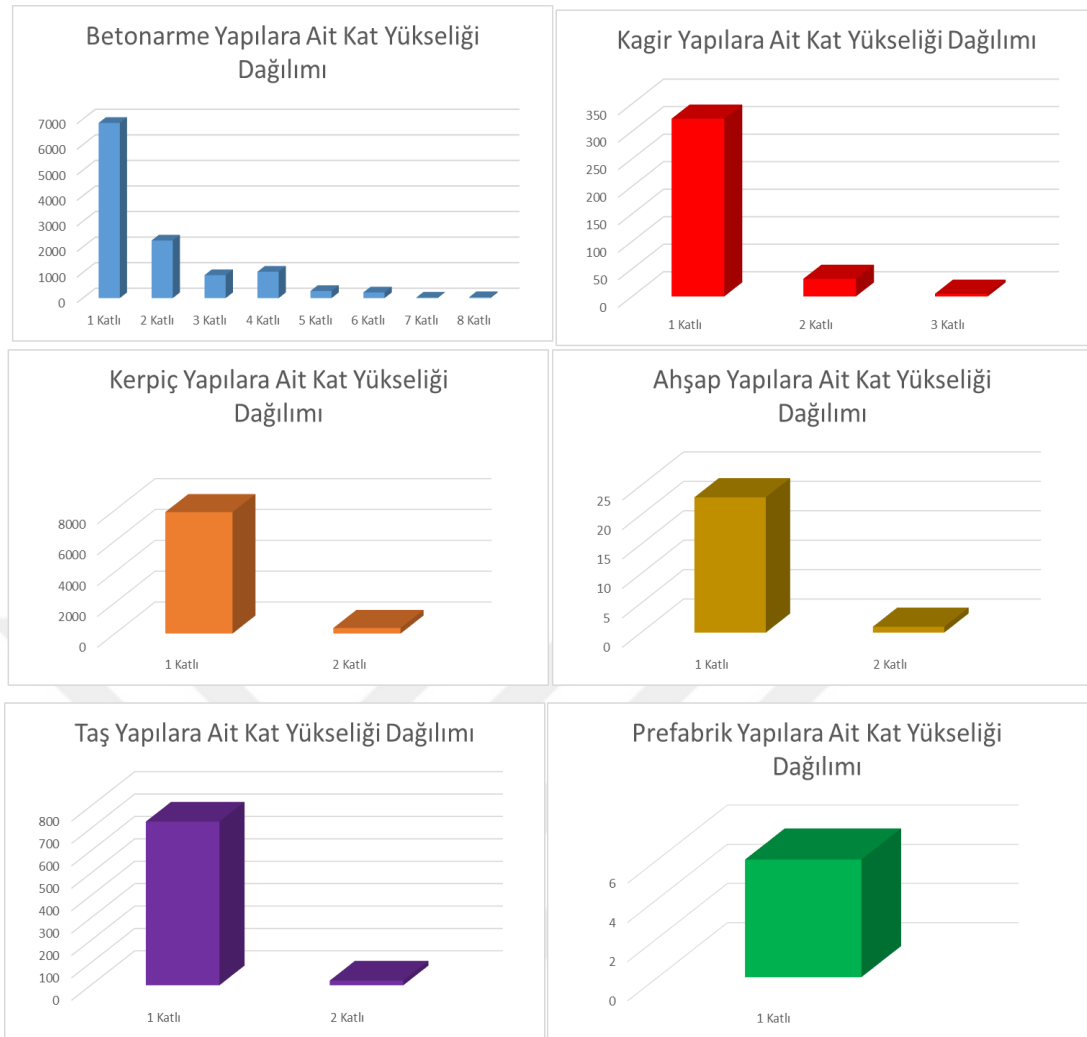


**Şekil 4.14.** Karapınar ilçesi yapı türü dağılımı



**Şekil 4.15.** Karapınar ilçesindeki yapıların kat yükseklikleri dağılımı

İlçede yukarıda belirtilen, yapı türlerinin oransal dağılımı ile kat yüksekliğinin oransal dağılımları birbiri içerisinde incelediğimiz zaman, ilçede yoğun olarak gözlemlenen tek katlı yapılar genellikle betonarme veya kerpiç yapılardan oluştuğunu görmekteyiz. Özellikle kırsal kesimde tek katlı ve kerpiç yapı oranı oldukça fazladır. 2 kat ve üstü yapıların büyük bölümü betonarme olarak yapılmış, az sayıda olsa 2 ve 3 katlı kagir yapı, 2 katlı kerpiç, taş ve ahşap yapı kullanılmaktadır. Şekil 4.16'da verilen grafiklerde Karapınar ilçesinde bulunan yapılara ait, yapı türü-kat yüksekliği grafikleri verilmiştir.



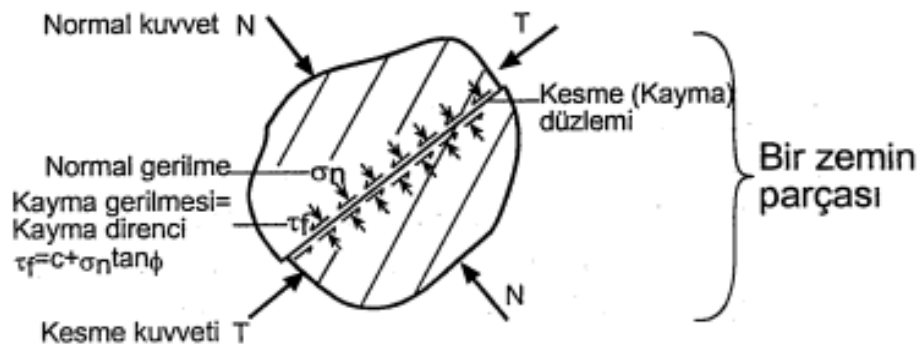
**Şekil 4.16.** Karapınar ilçesinde yapı türlerine göre kat yükseklikleri dağılımı

## 5. PLAXİS PROGRAMI İLE OBRUK MODELLEME İLKELERİ

Bu bölümde kısaca kullanılan program, model kabulleri ve modelleme ilkelerinden bahsedilmiştir. Seçilen malzeme özellikleride yine bu bölüm içinde anlatılmıştır.

### 5.1. Plaxis Programının Tanıtılması

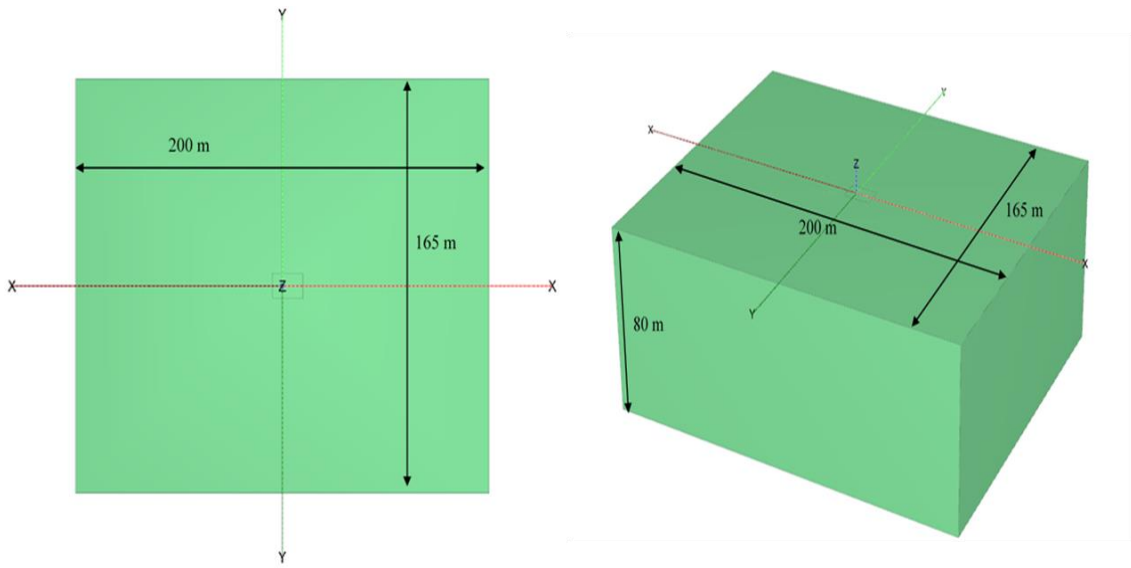
Günümüzde betonarme, çelik , zemin gibi birçok yapı elamanlarının tasarlanması, analizi, modellenmesi için çeşitli yazılım paketleri bulunmaktadır. Bunlardan biri olan Plaxis inşaat mühendisliği alanında ve özellikle geoteknik alanında kullanılan deformasyon ve stabilite problemlerinin sonlu elamanlar yönetimi kullanılarak analiz edilmesi suretiyle analiz edilmesini sağlayan bir yazılımdır. Plaxis, zemin davranışlarının modellenmesi , zemin-yapı etkileşimi, zemin-su problemleri gibi birçok mühendislik sorunlarının analiz edilmesinde yardımcı olacak reel ve hızlı sonuç alma imkanı sağlamaktadır. Program sayesinde zeminde veya yapıda meydana gelen gerilmeleri, deformasyonları görebilir, tasarım yapabilir, uygun olmayan analiz sonuçlarında, modeli revize edebilir, değiştirebilir ve tüm bu analiz sonuçlarını tablolar ve grafikler halinde doküman olarak alabilirsiniz. Plaxis 2D ve 3D olarak zemini 2 boyutlu veya 3 boyutlu modelleme imkanı vermektedir. Bu çalışmada Plaxis 3D kullanılmıştır. Plaxis beş farklı zemin modeli yöntemi ile analizi gerçekleştirme imkanı vermektedir. Yapılan bu çalışmada Mohr-Coulomb yöntemi kullanılmıştır. Coulomb (1776) tarafından ortaya çıkarılmış, Mohr (1900) tarafından geliştirilmiş olan Mohr-Coulomb Kırılma teorisi  $\tau_f = c + \sigma_n \tan \phi$  olarak belirtilmiştir (Uzuner, 2007). Şekil 5.1 Mohr-Coulomb teorisinin şematik görüntüsü verilmiştir.



Şekil. 5.1. Mohr-Coulomb teorisinin şematik görüntüsü (Uzuner, 2007)

## 5.2.Modelin Oluşturulması

Plaxis 3D yazılım programı kullanılarak modelimiz 3 boyutlu olarak tanımlanmıştır.Zemin boyutlandırması Şekil 5.2’de gösterildiği gibi x, y ve z eksenlerinde sırasıyla 200 m, 165 m ve 80 m olarak tanımlanmıştır. Daha sonra modele, 15 m x 20 m üst yapı elamanı olan plaka (temel)’nın tanımlanması yapılmıştır. Sonrasında, tanımlanan bu temel üzerine farklı kat yüksekliklerini temsilen farklı üst yapı yükleri tanımlanmıştır. En son olarak ise bu üst yapıya farklı mesafelerde, farklı derinlik ve çaplarda oluştuğu varsayılan obruklar tanımlanmıştır.




Şekil. 5.2.Plaxis programı ile modellenen zemin görseli

## 5.3.Zemin Özellikleri

Oluşturulan modelde, zemin parametreleri olarak Karapınar bölgesindeki obruk oluşum gösteren zemin parametreleri alınarak gerçekçi model oluşturulmaya çalışılmıştır.Zemin modeli olarak basit modellerin sonucu için iyi verirler sunan Mohr-Coulomb modelidir.Benzer bir çalışma olarak zemin altı boşluk ile üst yapı etkileşimini araştıran, Ciantia, (2023),yapmış olduğu çalışmada, zemini modellerken Mohr-Coulomb yönetimini tercih etmiştir.Zemin türü killi silt olarak alınmış ve model üzerinde yeşil renk ile ifade edilmiştir.Bazı obruk oluşumlarında alt kısımda su görülsede bu çalışmada suyun olmadığı obruk oluşumuna ait zemin özellikleri kullanılmıştır.Modelimizde kullanılan zemin parametreleri Tablo 5.1’de gösterilmiştir.


Tablo 5.1. Modelde kullanılan zemin parametreleri

<b>Zemin Parametreleri</b>		
<b>Tanım</b>	<b>Birim</b>	<b>Killi Silt</b>
Drenej Tipi	---	Drenajlı
Renk	---	
$\gamma_{unsat}$	kN/m <sup>3</sup>	16
$\gamma_{sat}$	kN/m <sup>3</sup>	16
$e_{init}$	---	0,5
$e_{min}$	---	0
$e_{max}$	---	999
$E_{50\ ref}$	kN/m <sup>2</sup>	2,00E+04
$E_{oed\ ref}$	kN/m <sup>2</sup>	2,00E+04
$E_{ur\ ref}$	kN/m <sup>2</sup>	6,00E+04
Güç (m)	---	0,5
$C_c$	---	0,01725
$e_{init}$	---	0,5
$c_{ref}$	kN/m <sup>2</sup>	10
$\phi$ (phi)	°	30
$\psi$ (psi)	°	0
$v_{ur}$	---	0,2
$p_{ref}$	kN/m <sup>2</sup>	100
$K_{0\ nc}$	---	0,5
$c_{inc}$	kN/m <sup>2</sup> /m	0
$R_f$	---	0,9
Gerilim kesme	---	evet
Gerilme direnci	kN/m <sup>2</sup>	0
Dreneajsız davranış	---	Standart
Skempton-B	---	0,9866
$v_u$	---	0,495
$K_{w,ref} / n$	kN/m <sup>2</sup>	2,46E+06
Sertlik	---	Standart
Dayanıklılık	---	Manuel
$R_{inter}$	---	0,7
Boşluk kapatma	---	evet
Çapraz geçirgenlik	---	Geçirimsiz
Drenaj iletkenliği $_1$ , dk	m <sup>3</sup> /gün/m	0
Drenaj iletkenliği $_2$ , dk	m <sup>3</sup> /gün/m	0
$K_0$ Kararlılığı	---	otomatik
$K_{0,x} = K_{0,y}$	---	Evet
$K_{0,x}$	---	0,5
$K_{0,y}$	---	0,5
OCR	---	1
$e_{init}$	---	0,5
$c_k$	---	1,00E+15

#### 5.4.Malzeme Özellikleri

Oluşturulan modelde yapıya ait özellikleri tanımlamak için Karapınar bölgesindeki obruk oluşum gösteren bölgelerdeki yapılara ait özellikler böz önüne alınmıştır.Yapılan çalışmada yapılara ait deformasyonları, gerilmeleri, deplasmanları görebilmek adına modelde 15 m x 20 m alana sahip 30 cm kalınlığında plaka (temel) tanımlanmıştır. Plaka malzemesi elastik ve izotropik malzeme özelliğinde, modelde ise rengi mavi renkte tanımlanmıştır.Yapılan çalışmada model üzerinde üst yapı elemanı olarak ifade edilen temel'e ait özellikler Tablo 5.2'de verilmiştir.

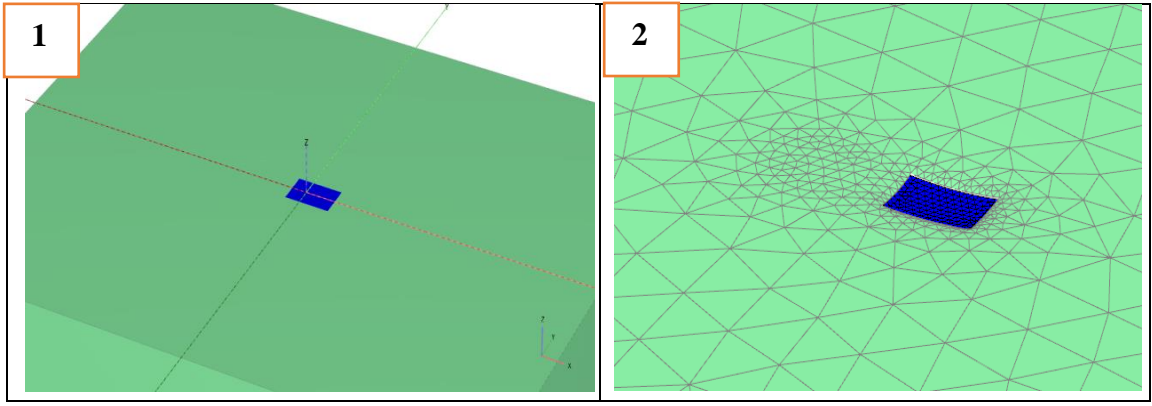
**Tablo 5.2.**Modelde kullanılan üst yapı (Temel ) parametreleri

Üst yapı (Temel) Parametreleri		
Tanım	---	Temel d=30
Renk	---	
Malzeme tipi	---	Elastik
d (temel kalınlığı)	m	0,3
$\gamma$	kN/m <sup>3</sup>	25
İzotropik	---	Evet
E <sub>1</sub>	kN/m <sup>2</sup>	3,00E+07
E <sub>2</sub>	kN/m <sup>2</sup>	3,00E+07
$\nu_{12}$	---	0,15
G <sub>12</sub>	kN/m <sup>2</sup>	1,30E+07
G <sub>13</sub>	kN/m <sup>2</sup>	1,30E+07
G <sub>23</sub>	kN/m <sup>2</sup>	1,30E+07

#### 5.5.Ağ Oluşturulması

Plaxis analizini gerçekleştirilmesi için modelin sonlu elamanlara ayrılması gerekmektedir.Plaxis bunu mesh adı altında bir komut ile modeli sonlu elamanlara ayırarak, uygun bir sonlu elaman ağının oluşmasını sağlar. Bu yapılan çalışmada da modeli oluşturduktan sonra Şekil 5.3'de gösterildiği gibi 1 nolu resimde yapılan modelin 2 nolu resimde gösterildiği gibi sonlu elamanlara ayrılması (Mesh işlemi) yapılmıştır. Mesh işlemi modelin sonlu elamanlar denilen küçük parçacıklara ayrılması ile küçük parçaların hesap edilerek denklemler yardımı ile modelin analiz edilmesi işlemidir.

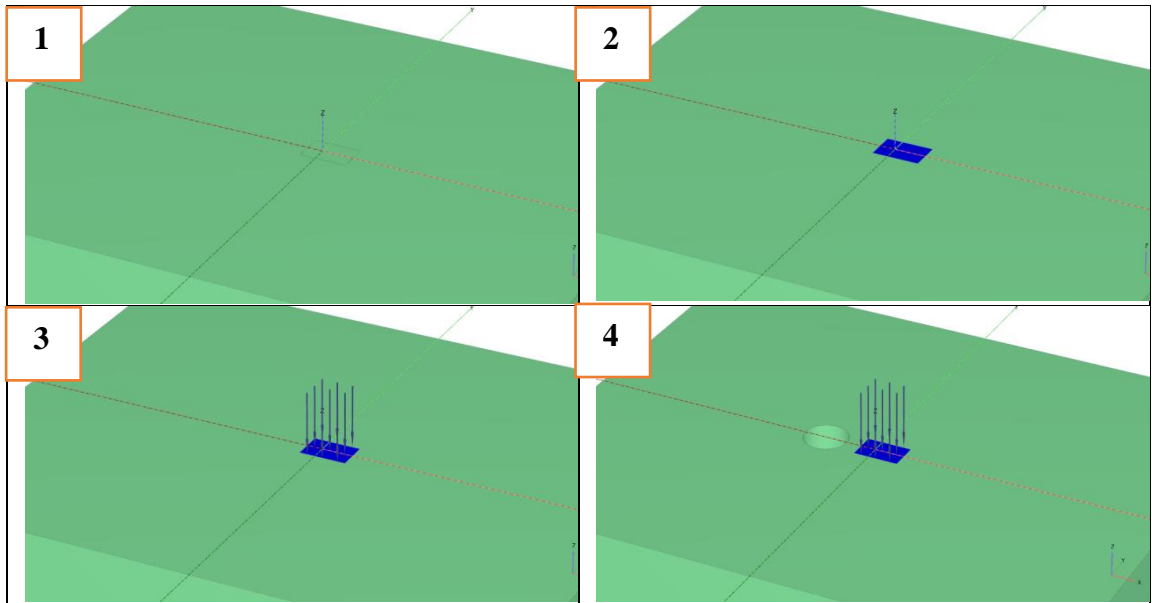




Şekil. 5.3.1. Hazırlanan model 2. Hazırlanan modelin sonlu elemanlara ayrılmış hali

### 5.6. İnşaat Aşamaları

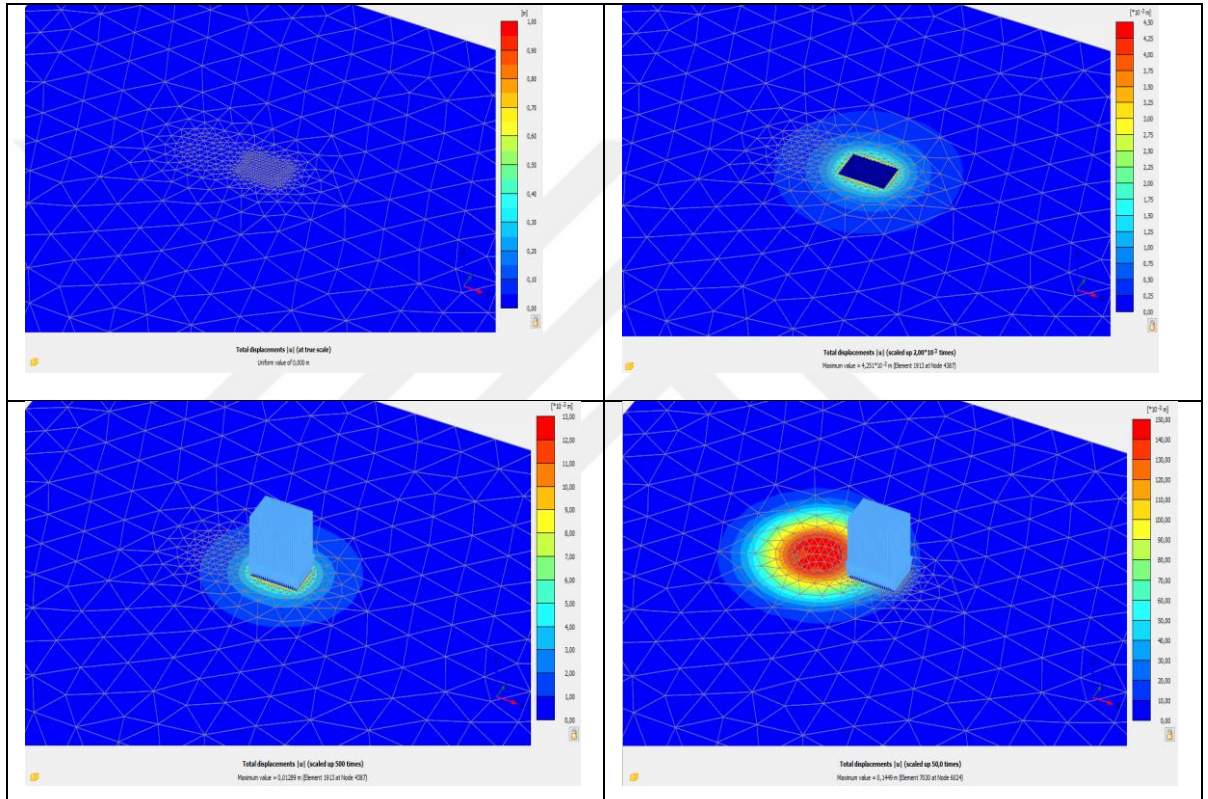
Zemin modeli oluşturulup model sonlu elamanlara ayrıldıktan sonra analiz gerçekleştirmek üzere inşaa aşamaları (oluşum aşaması) hazırlanmıştır. İnşaa aşamaları zeminin modellenmesi, üst yapının (temelin) modellenmesi, Krapınar bölgesinin yapı stoğu çerçevesinde belirlenen farklı kat yüksekliklerine ait üst yapı yüklerinin tanımlanması ve son olarak tanımlanan bu yapıya belirli mesafelerde oluşan, farklı derinlik ve çaplarda obrukların oluşması şeklinde tasarımı yapılmıştır. Şekil 5.4. inşaa aşamalarına ait görseller sırasıyla verilmiştir.



Şekil. 5.4. Model üzerine yerleştirilen üst yapı elemanı ve obruk oluşumu 1) Zeminin modellenmesi 2) Temelin modellenmesi 3) Yapının modellenmesi (yapı yükü girilmesi) 4) Obrukun oluşması

## 5.7. Analiz ve Data verileri

Plaxis programı ile hazırlanan modelde, tüm veri girişleri ve tanımlar yapıldıktan sonra analiz kısmına geçilmiştir. Bu kısımda inşaa aşamaları dahilinde analizler yapılmıştır. Analizler sonucu zemin ve yapıya ait birçok veri ortaya çıkmıştır. Temelde meydana gelen düşey deplasman değerleri, zeminde ve temelde meydana gelen gerilmeler ve bunlara ait görseller 6. Bölümde anlatılacak olan nümerik çalışmanın altlığını oluşturmuştur. Şekil 5.5'te analiz sonrası meydana gelen gerilmelere ait görsel mevcuttur.



Şekil 5.5. Analiz sonrası zeminde meydana gelen gerilmeler

## 6. NÜMERİK ÇALIŞMA

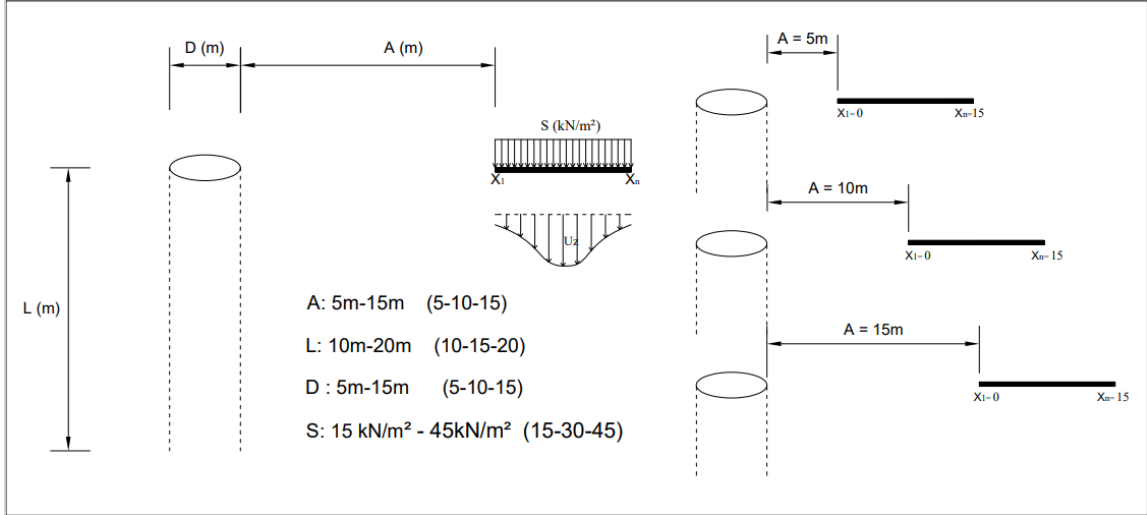
Bu kısımda çalışmanın ana hedef ve amaçlarını kapsayan obruk-yapı etkileşiminin, parametre seçim ilkeleri, karşılaştırmalı medelleme sonuçları, belirlenen parametreler çerçevesinde obruk çapı etkisi, obruk derinliği etkisi, obruk-yapı mesafesi etkisi ve yapı yükü etkisinin araştırılması yapılmıştır.

## 6.1. Parametre Seçim İlkeleri

Yapılan çalışmada obrukların oluşum yerleri ve özellikleri araştırılmış arazi ölçümleri yapılmış daha sonra obruk yapı arasındaki etkilişimi gözlemleyeceğimiz en optimum rakamlar elde edilmiştir. Obruk özellikleri ile Karapınar ilçesinde oluşmuş obrukların yer aldığı istatistiki veriler kullanılmıştır. Üst yapılar ile ilgili ise Bölüm 5'te sunulan Karapınar ilçesinin mevcut yapı stoğu verileri göz önünde bulundurularak obrukların en sık yer aldığı bölgelerdeki yapı özellikleri kullanılmıştır. Yapılan araştırmada obruk oluşumu en sık görülen ve yerleşim yerlerine en yakın yerler göz önünde bulundurulmuştur. Bu bölgelerdeki yapıların genellikle kırsal kesimde olduğu ve kat sayılarının 1, 2 ve 3 kattan oluşan, betonarme yada kerpiç yapı türüne sahip, müstakil evler olduğu gözlemlenmiştir. Bu doğrultuda yapılan analizde bina temel boyutu 10m x 15m olarak tanımlanmıştır. Yapıların genellikle kerpiç veya yarı kargas sitemde inşaa edildiği ve tek katlı, iki katlı veya üç katlı olduğundan yine bu doğrultuda yapının temel seviyesinde birim alana gelen yükleri tek katlı yapılar için 15 kN/m<sup>2</sup> iki katlı yapı için 30 kN/m<sup>2</sup> ve üç katlı yapı için 45 kN/m<sup>2</sup> olarak hesaplanmıştır. Oluşan obrukların yapılara olan yakınlığının hangi ölçülerde etki edeceğinin hesaplanması için obruk-yapı mesafesi için 5 m, 10 m ve 15 m uzaklıkta oluşan obruklar değerlendirmeye alınmıştır. Karapınar bölgesinde oldukça büyük çapta obruklar oluşabildiği gibi istatistiki verilerde oluşan obrukların özellikle yerleşim yerlerine yakın yerlerde oluşan obrukların ortalama çapları alınmıştır. Obruk çapı ile yapı arasındaki bağlantı için 5 m, 10 m ve 15 m genişliğinde oluşan obruklar analize dahil edilmiştir. Yine obruk derinliği içinde oluşan obrukların ortalama derinlikleri sığ ve derin obrukların yapıya olan etkisinin farklılıklarını görmek için 10 m, 15 m ve 20 m derinliğindeki obruklar hesaba katılmıştır. Söz konusu veriler ve ilgili kısaltmalar Tablo 6.1'de gösterilmiştir. Şekil 6.1'de model üzerinde kullanılacak sayısal parametrelere ilişkin görsel verilmiştir.

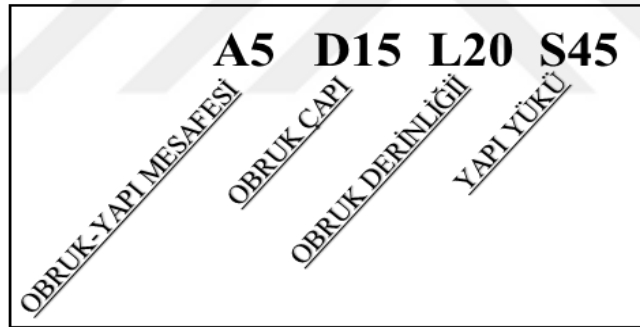
**Tablo 6.1.** Analiz parametreleri

Yapı (Temel) boyutu 10 m x 15 m			
D- Obruk Çapı (m)	L- Obruk Derinliği (m)	S-Yapı Yüğü (kN/m <sup>2</sup> )	A-Obruk Mesafesi (m)
5	10	Tek Katlı 15 kN/m <sup>2</sup>	5
10	15	İki Katlı 30 kN/m <sup>2</sup>	10
15	20	Üç Katlı 45 kN/m <sup>2</sup>	15



Şekil 6.1. Model üzerinde kullanılan analiz parametreleri

Tüm bu parametreler kullanılarak yapılan ve EK-2’de verilmiştir. verilen analiz sonuçlarının incelenmesinde, gruplama parametre isimlerine göre yapılmıştır. Örneğin aşağıdaki kodlamaya göre isimlendirme yapılmıştır (Şekil 6.2).

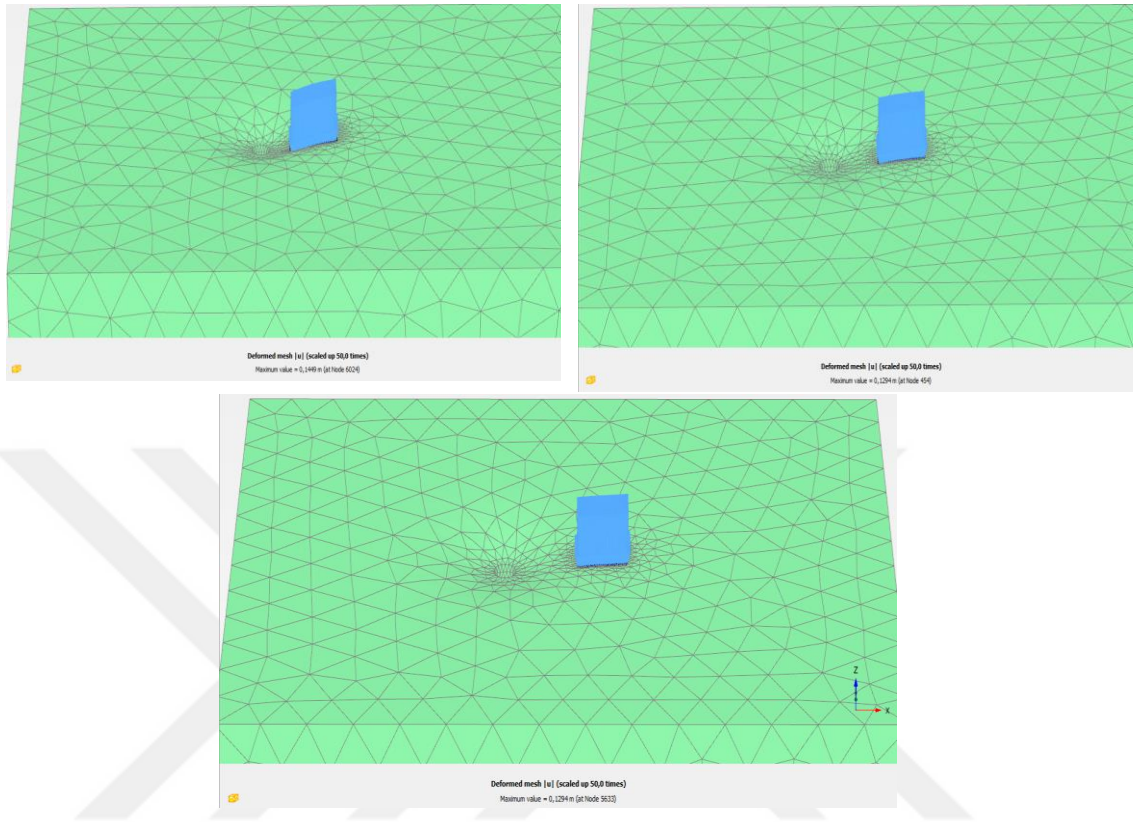


Şekil 6.1. Analiz sonuçlarının adlandırılma kriterleri

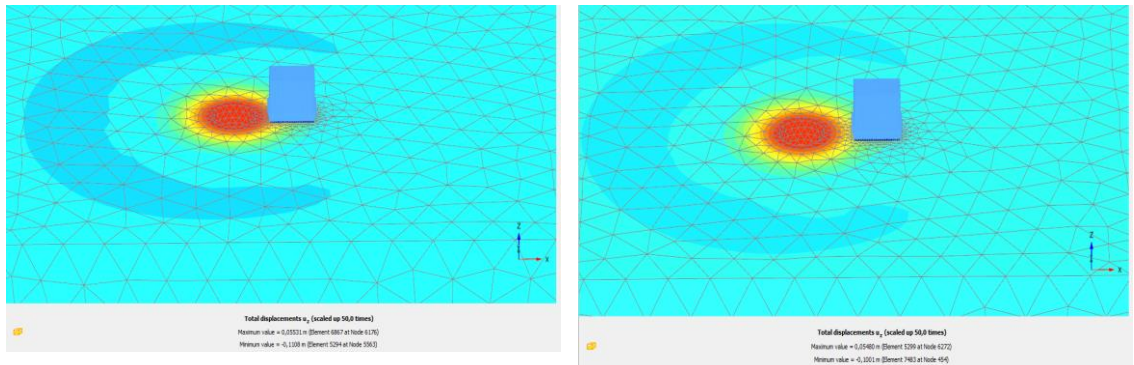
Tüm bu parametreler kullanılarak Plaxis 3D yazılım programı ile karşılaştırmalı nümerik bir çalışma yapılmıştır. Farklı yapı yükü, yapı-obruk mesafesi, obruk derinliği ve obruk çapları kullanılarak toplam 81 adet analiz gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu analizler sonucu obruk çapının, obruk derinliğinin, obruk yapı mesafesinin, yapı yükünün birbirine olan etkileşimleri analiz edilmiş ve birçok grafik elde edilmiştir. Elde edilen grafiklerden seçilen sayısal parametrelerle obruk-yapı ilişkisi arasında değerlendirme imkanı bulunmuştur. Tez içinde yoğunluk oluşmaması ve anlatımın insicamı için yapılan karşılaştırmalı analiz tablosu EK-2 verilmiştir. Bununla beraber örneğin Şekil 6.2’de obruk-yapı mesafesi karşılaştırılmış 5m, 10m ve 15m uzaklıkta oluşan obruk analizi

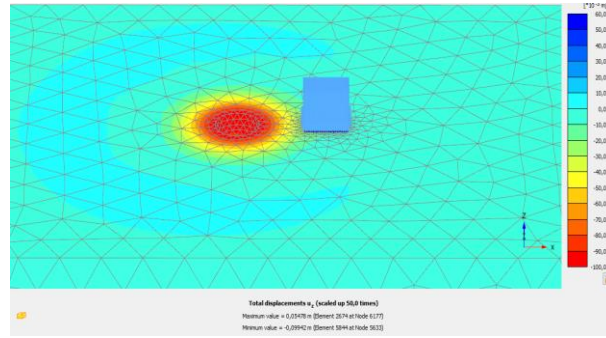


yapılmıştır.Şekil 6.3'de 5m, 10m ve15m uzaklıkta oluşan obruk analizi sonucu ortaya çıkan gerilmeler gösterilmiştir.



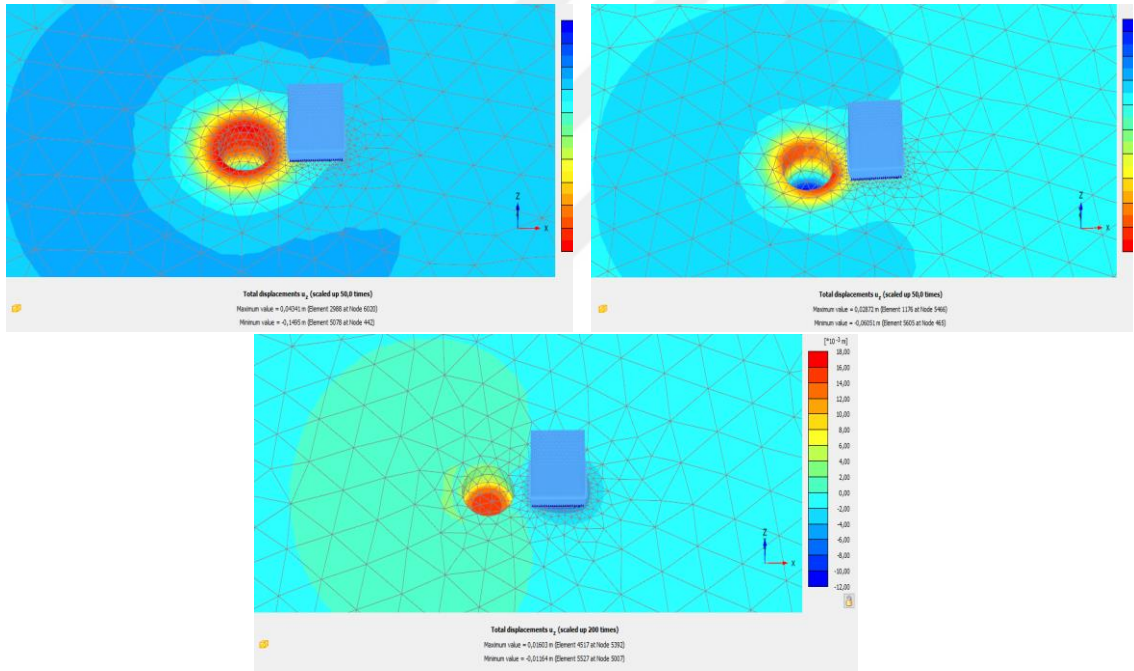
Şekil 6.2. Obruk-Yapı mesafesi karşılaştırması. 5m, 10m ve 15m uzaklıkta oluşan obruk analizi





**Şekil6.3.**Obruk-Yapı mesafesi karşılaştırması. 5m, 10m ve 15muzaklıkta oluşan obruk analizi gerilme diyagramları

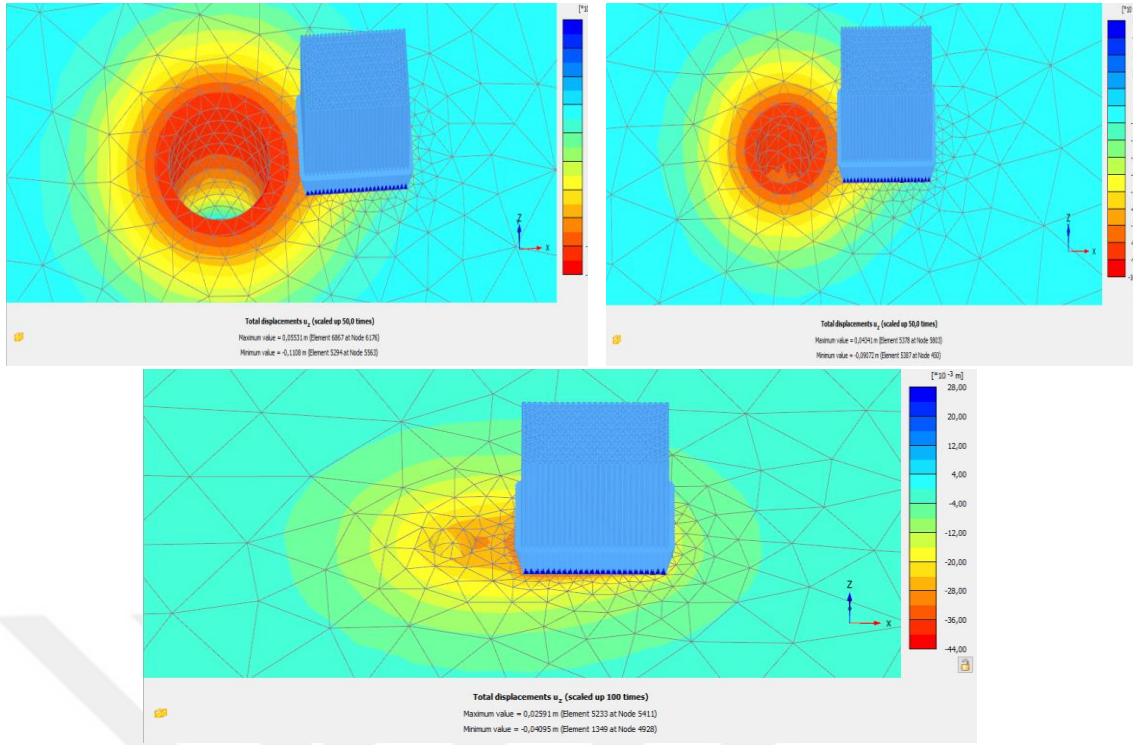
Şekil 6.4’te ise farklı derinliklerde oluşan obrukların yapı üzerine etkisi karşılaştırılmış 10m, 15m ve 20mderinlikte oluşan obruk analizi yapılmıştır, grafikte yapılan analiz sonucu meydana gelen gerilmeler gösterilmektedir.



**Şekil. 6.4.**Farklı obruk derinliklerinin yapı üzerine etkisinin karşılaştırması.10m, 15m, 20m derinlikte oluşan obruk analizi ve meydana gelen gerilmeler

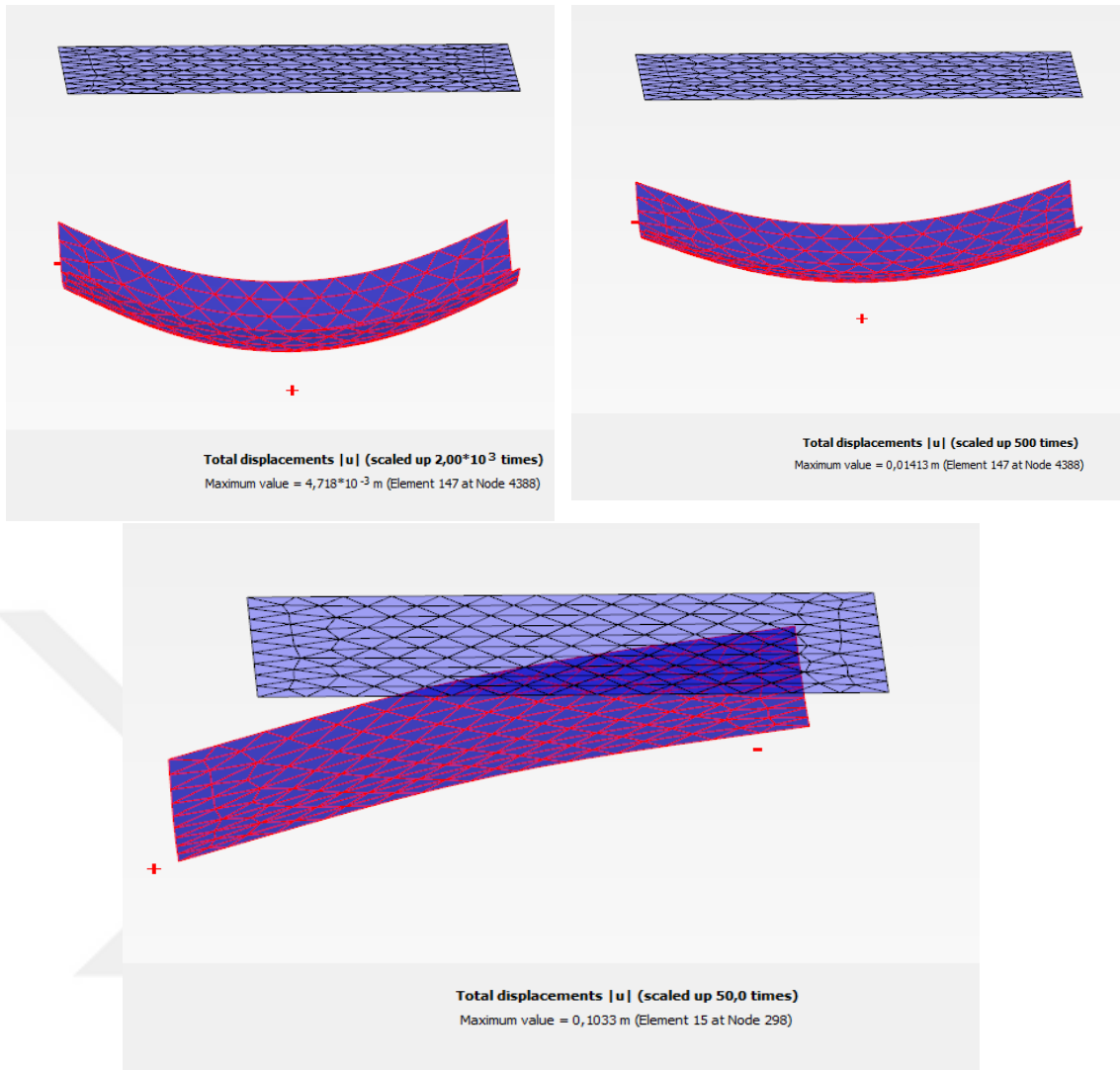
Şekil 6.5’te farklı çapta oluşan obrukların, yapı üzerine etkisi karşılaştırılmış 5m, 10m ve 15m çapında oluşan obruk analizi yapılmıştır, grafikte yapılan analiz sonucu meydana gelen gerilmeler gösterilmektedir.





**Şekil 6.5.**Farklı obruk çaplarının yapı üzerine etkisinin karşılaştırması. 5m, 10m, 15m, çapında oluşan obruk analizi ve meydana gelen gerilmeler

Yapılan analizler sonucu deplasman değerlerinin grafikleri karşılaştırmalı olarak elde edilmiştir. Seçilen parametrelerin analiz sonucunda meydana gelen deplasman değeri karşılaştırma ve yorumlama imkanı sağlamaktadır. Şekil 6.6’da yapılan analizler sonucu ortaya çıkan deplasman eğri grafikleri gösterilmiştir. Bölüm 6.2’de elde edilen bu deplasman değerleri ile karşılaştırmalı analiz sonuçları irdelenmiştir.



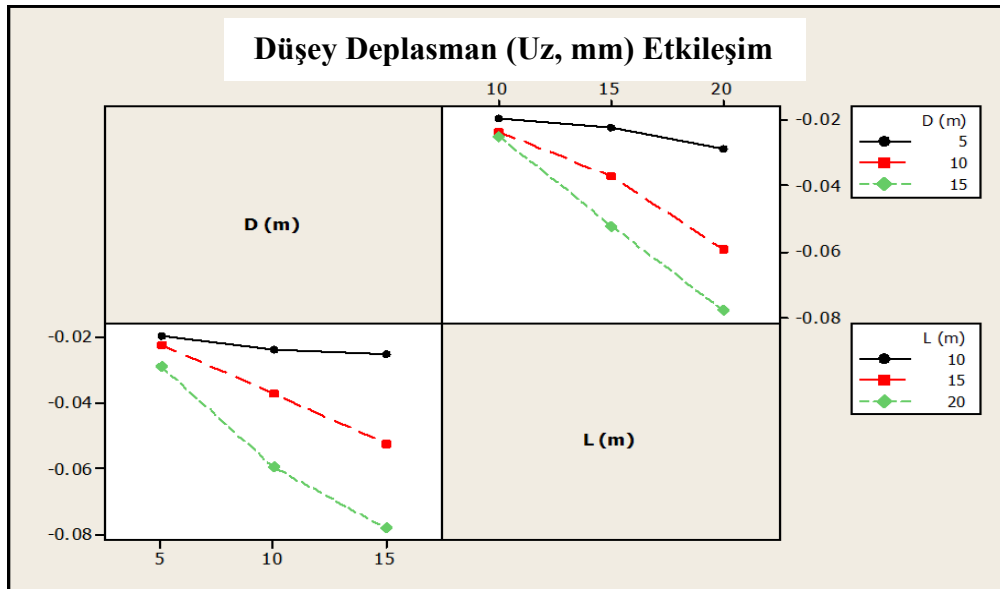
Şekil6.6. Analiz sonucu ortaya çıkan deplasman profil grafiği

## 6.2. Karşılaştırmalı Modelleme Sonuçları

Yapılan çalışmada belirlenen parametreler ve zemin koşullarına sahip toplam 81 adet sonlu elemanlar modeli Plaxis 3D programı oluşturulup analizleri gerçekleştirilmiştir. Oldukça kapsamlı veri setinden elde edilen yapı ve obruk etkileşim parametreleri yapıda meydana gelebilecek oturmalar bağlamında değerlendirilmiştir. Yapılan analizler sonucu birçok grafik elde edilmiş, elde edilen grafiklerin bir bölümü EK-3’de sunulmuştur.

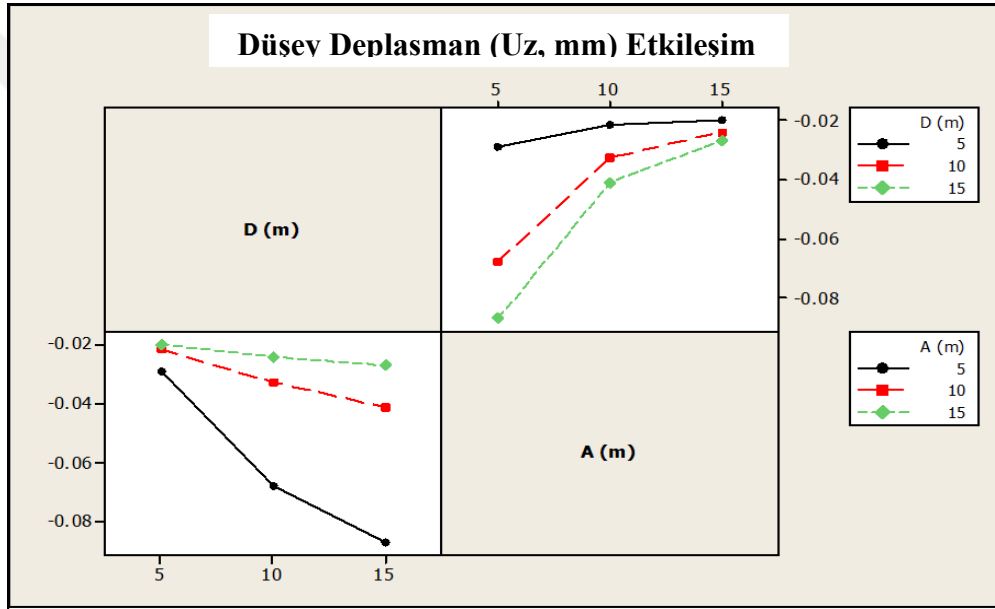
### 6.2.1. Obruk Çapı Etkisi

Yapılan analizlerden elde edilen sonuçlara göre temelde meydana gelen düşey deplasman değerlerinden elde edilen grafikler ile obruk çapının obruk-yapı ilişkisine etkisi araştırılmıştır. Parametre olarak belirlenen 5 m, 10 m ve 15 m çapındaki obruklar arasında 5m olarak analiz edilen modelde temelde meydana gelen düşey deplasman değerleri oldukça düşük çıkarken, en düşük deplasman değeri 10,8 mm olarak elde edilmiştir. 15m olarak analiz ettiğimiz obruklarda düşey deplasman değerlerinin yüksek olduğu görülmüş ve en yüksek deplasman değeri 196,4 mm’dir. Obruk çapı etkisinin özellikle seçilen diğer parametrelerle etkileşimi olduğu anlaşılmıştır. Şekil 6.7’ de verilen grafikten de anlaşılacağı üzere düşük derinlikte oluşan obruklarda obruk çapının temel altındaki düşey deplasman  $U_z$ ’ye olan etkisi düşük kalırken, yüksek derinlikte oluşan obruklarda obruk çapının etkisi de artmaktadır.



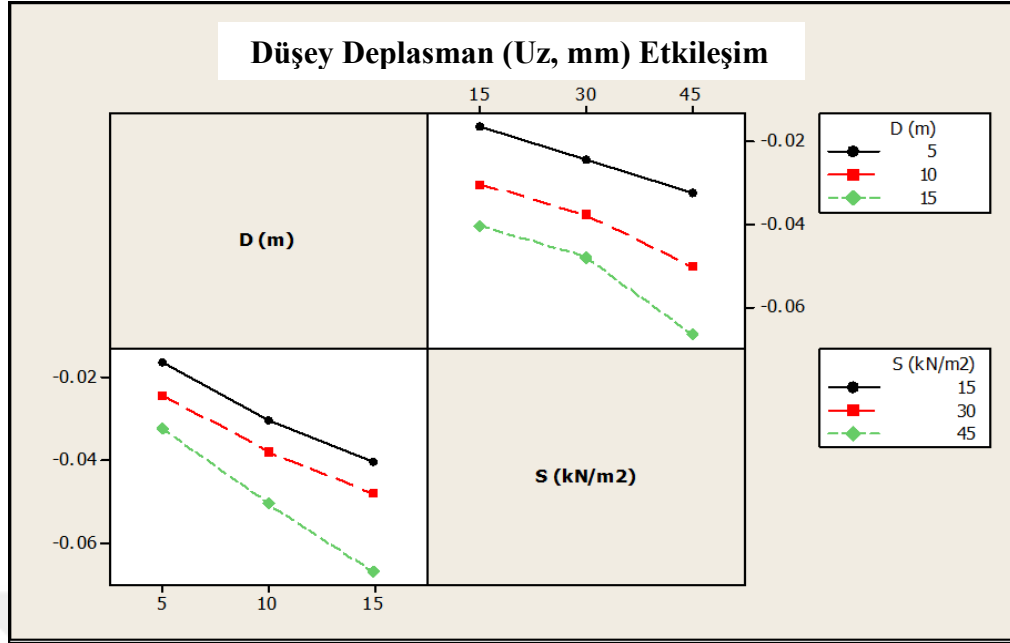
Şekil 6.7. Obruk çapı-obruk derinliği düşey deplasman (Uz, mm) etkileşim grafiği

Çap 15 m'ye doğru artarken düşey deplasmanın değerinin eksi yönde arttığı aynı şekilde derinliğe bağlı olarakda derinliğin 20 m'ye doğru arttı kısımlarda obruk çapında bulunan  $U_z$  değerinin daha yüksek açıyla aşağı yönde eğilim gösterdiği gözükmetedir.Şekil 6.8 de verilen grafikte ise obruk-yapı mesafesi 10 m ve 15 m olan oluşumlarda obruk çapının etkisi sınırlıyken 5 m mesafede oluşan obruklarda obruk çapının etkisinde arttığı görülmektedir.Çap 15 m'ye doğru artarken temel altındaki  $U_z$  düşey deplasmanın değerinin eksi yönde arttığı aynı şekilde obruk yapı-mesafesine bağlı olarakda mesafenin özellikle 10 m'ye kadar olan kısımda obruk çapında bulunan  $U_z$  değerinin lineer şekilde aşağı yönde hareket ettiği görülürken özellikle 15 m uzaklığa geçildiğinde daha yüksek açıyla aşağı yönde eğilim gösterdiği gözükmetedir.



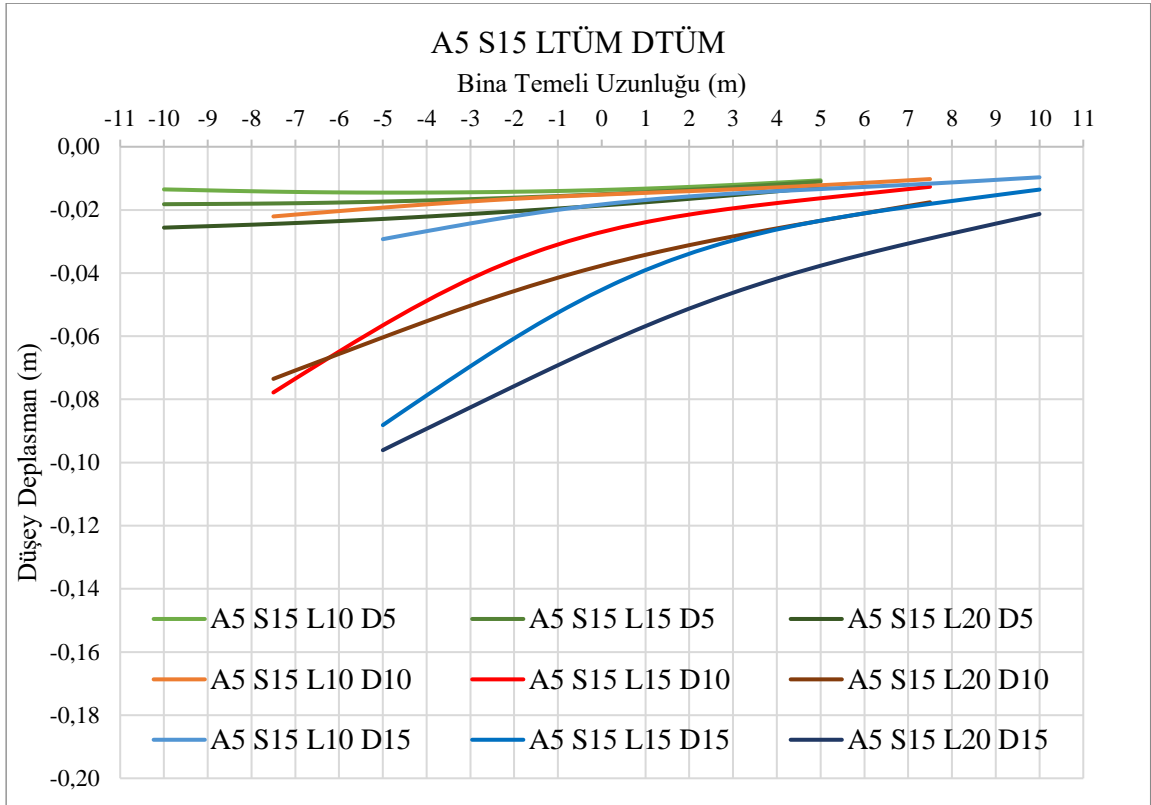
**Şekil 6.8.** Obruk çapı-obruk yapı mesafesi düşey deplasman ( $U_z$ , mm) etkileşim grafiği

Şekil 6.9'de verilen grafikte ise obruk çapı ile yapı yükü arasındaki etkileşim gösterilmektedir. Yapı yükü arttıkça obruk çapı etkisinde arttığı gözlemlense de sınırlı bir etkisi olduğu anlaşılmıştır. Obruk çapı başlı başına yapıda meydana gelen düşey deplasmanı etkilesede diğer parametrelerle birlikte etkisi artmaktadır. Çap 15 m'ye doğru artarken düşey deplasmanın değerinin eksi yönde arttığı, aynı şekilde yapı yükü etkisine bağlı olarakda obruk çapında bulunan  $U_z$  değerinin lineer şekilde aşağı yönde hareket ettiği yapı yükü etkisinin diğer parametrelere göre daha sınırlı olduğu gözükmetedir.

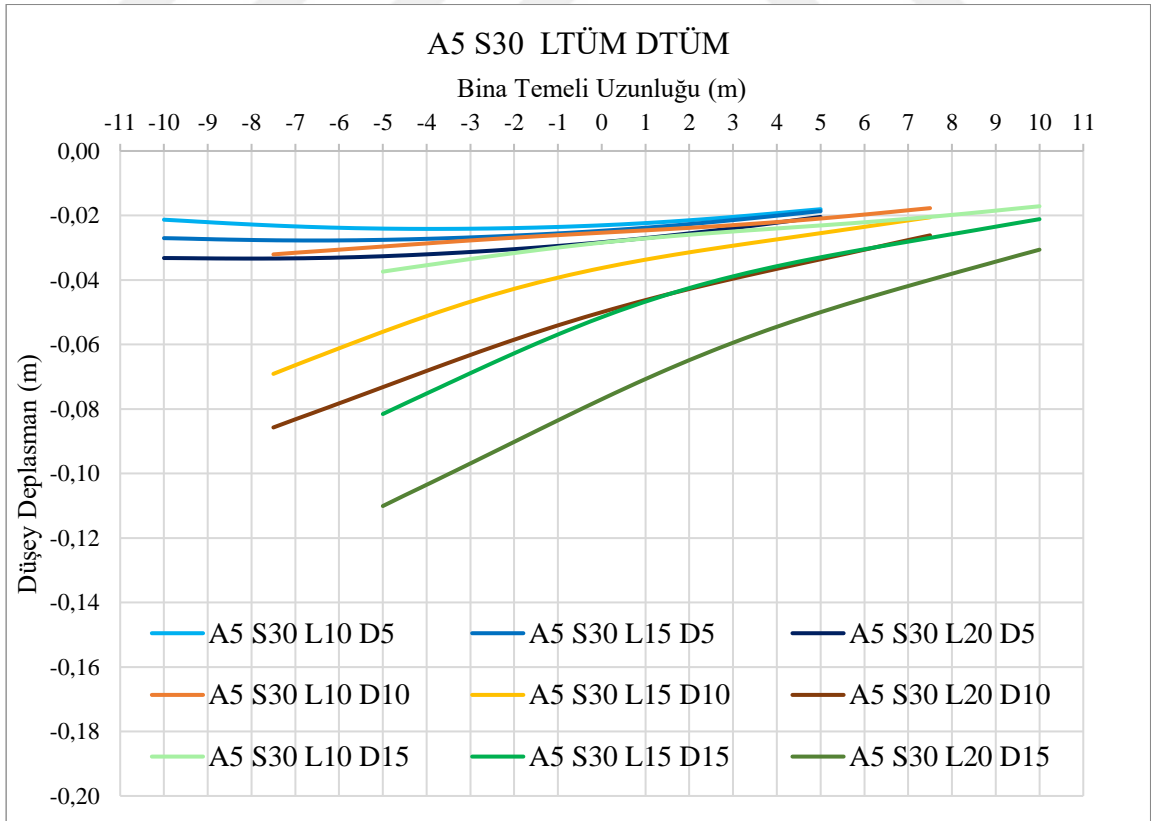


Şekil 6.9. Obruk çapı- yapı yükü düşey deplasman (Uz, mm) etkileşim grafiği

Şekil 6.10.a., Şekil 6.10.b. , Şekil 6.10.c.’de verilen grafikte obruk çapı etkisi çok daha net anlaşılacakla birlikte, üç grafikte de obruk çapı değışı ile birlikte meydana gelen düşey deplasman değerlerindeki değışim belirgin şekilde görölmektedir. Şekil 6.10.c.’de verilen grafikte gösterilen mor çizgi ile gösterilen obruk çapı 5 m, turuncu çizgi ile gösterilen obruk çapı 10 ve mavi çizgi ile gösterilen ise obruk çapı 15 m olarak modellenmiş analiz sonuçlarıdır. Obruk çapının düşük olduğu kısımda düşey deplasman değeri 2 cm – 4 cm arasında iken obruk çapı 15 m olduğu durumda düşey deplasman değeri 196,4 mm olmuştur. Ayrıca dikkat edilmesi gereken bir diğer husus ise obruk derinliğinin artmasıyla birlikte obruk çapı etkisinde artmış olmasıdır. Çapın 5 m olduğu grafiklerde düşey deplasman temelin her iki ucundada benzerlik göstermekte fakat obruk çapın artmasıyla birlikte düşey deplasman değerlerinde, çapın 10 m ye çıktığı durumlarda temelin her iki ucu arasındaki en yüksek fark 90,5 mm olurken, çapın 15 m ye çıktığı durumlarda temelin her iki ucu arasındaki en yüksek fark 147,8 mm olmaktadır. Obruk çapının ve derinliğin aynı esnada artmasıyla birlikte düşey deplasman değeri maksimum seviyeye çıkmış, grafik parabolik hal almıştır.

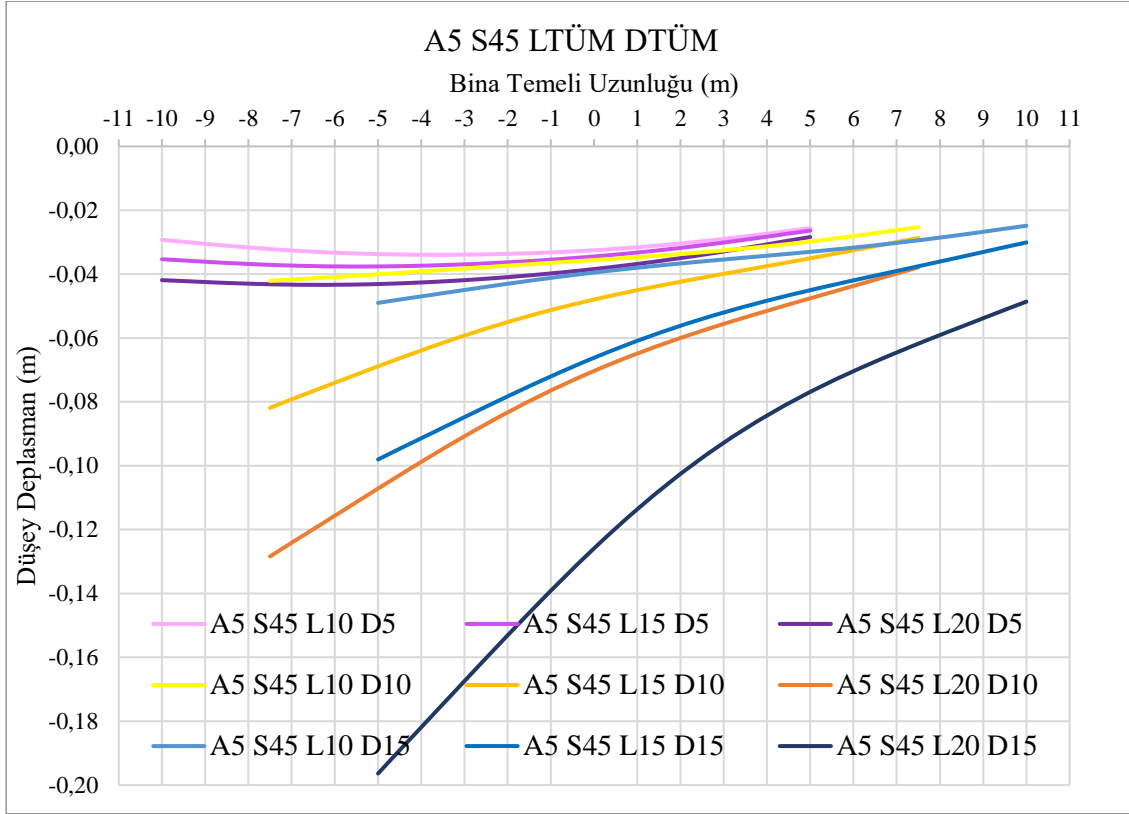


**Şekil 6.10.a.**A5 STÜM LTÜM DTÜM analizi, düşey deplasman (Uz, mm) etkileşim grafiği



**Şekil 6.10.b.**A5 S30 LTÜM DTÜM analizi, düşey deplasman (Uz, mm) etkileşim grafiği





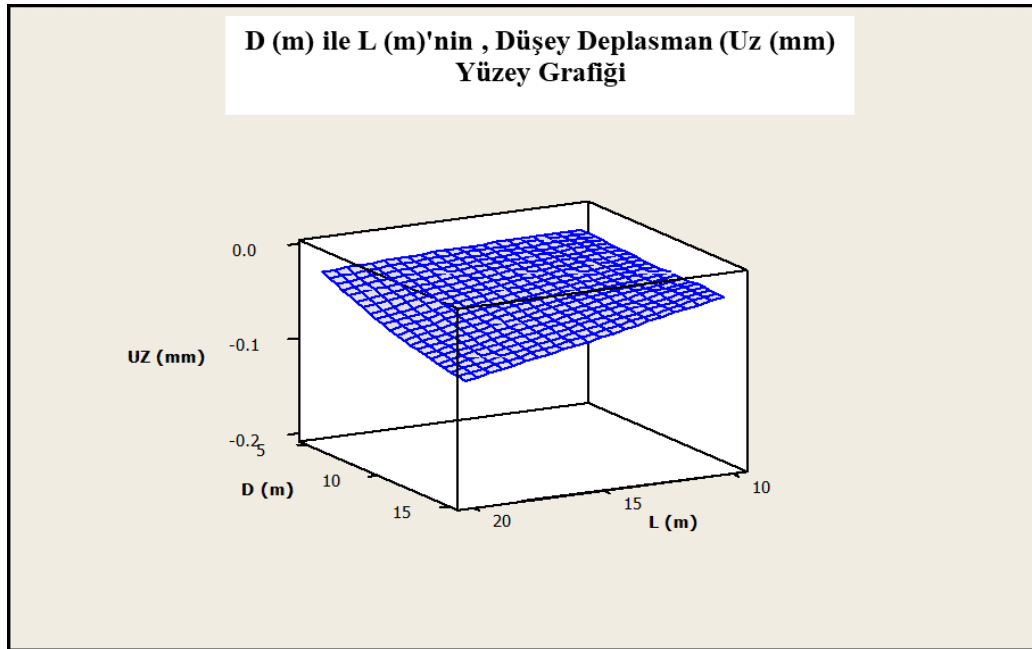
Şekil 6.10.c.A5 S45 LTÜM DTÜM analizi, düşey deplasman (Uz, mm) etkileşim grafiği

Tablo 6.3’de gösterilen etkileşim tablosundanda anlaşılacağı üzere obruk çapı etkisini obruk yapı mesafesi ve obruk derinliği doğrudan etkilemekle beraber yapı yükü etkisinin obruk çapının etkisine sınırlı düzeyde etki ettiği görülmektedir. Referans olarak alınan A5 D15 L20 S45 analizine göre en yüksek düşey deplasman -19,6 cm olur iken, obruk yapı arası mesafenin arttığı, diğer parametrelerin referans alınan analiz değerleri ile aynı olduğu A15 D15 L20 S45 analizinde en yüksek düşey deplasman değeri -4,6 cm’e düşmüştür. Aynı şekilde obruk derinliğinin azaldığı, diğer parametrelerin referans alınan analiz değerleri ile aynı olduğu A5 D15 L10 S45 analizinde en yüksek düşey deplasman değeri -4,9 cm’e düşmüştür. Yapı yükününde etkisinin değerlendirildiği tabloda, yapı yükünün azaldığı, diğer parametrelerin referans alınan analiz değerleri ile aynı olduğu A15 D15 L20 S15 analizinde en yüksek düşey deplasman değeri, -9,6 cm olmuştur. Obruk derinliğinin yarı oranda düşürülmesiyle birlikte, düşey deplasman değerinin yaklaşık 3/4 oranda düştüğü, obruk-yapı arası mesafenin 1/3 oranda artırılmasıyla birlikte düşey deplasman değerinin yaklaşık 3/4 oranda düştüğü, yapı yükünün azalmasıyla birlikte düşey deplasman değerinin 1/2 oranda azaldığı görülmüştür. Böylelikle obruk çapının yapıya olan etkisinin doğrudan var olduğu, ancak diğer parametrelerle birlikte etkisinde

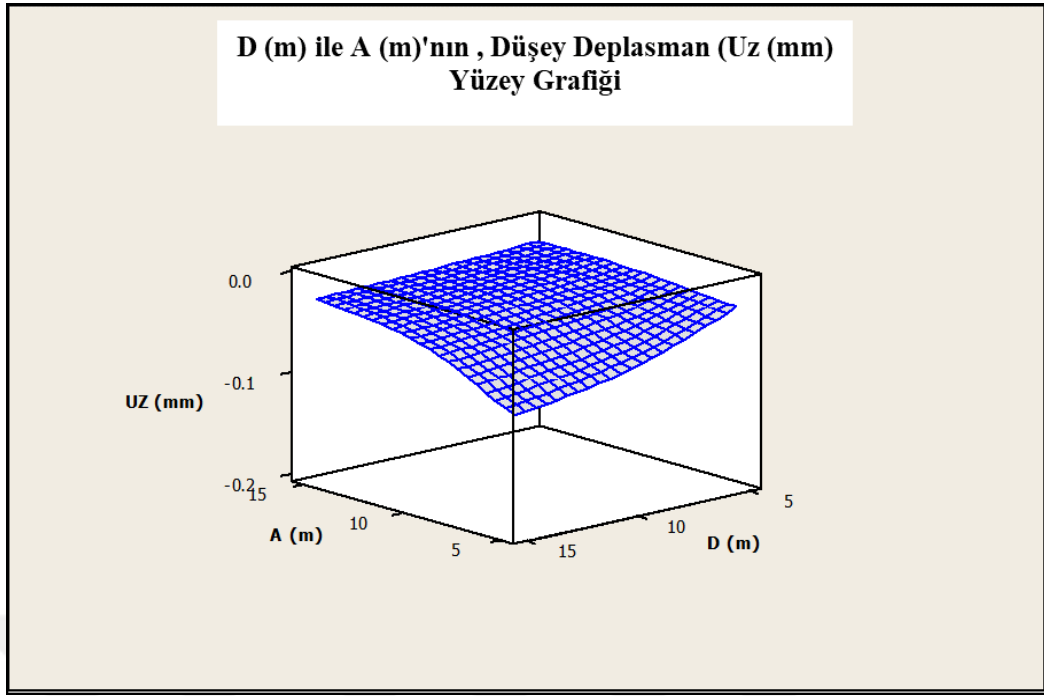
arttığı anlaşılmıştır.Şekil 6.11.a, Şekil 6.11.b. ve Şekil 6.11.c.'de obruk çapının diğer parametrelerle olan ilişkisini gösterir 3 boyutlu yüzey grafiği verilmiştir. D/L etkileşim grafiğinde düşey deplasmanın iki yönüyle birbirini etkilediği ve doğrusal bir azalma meydana geldiği görülmüştür. D/A etkileşim grafiğinde ise özellikle 5 m'den sonra hızlı bir eğilim oluşmuştur. D/A etkileşiminde obruk-yapı mesafesi için  $a < 5$  sınır değerinden bahsedilebilir. D/S etkileşim grafiğinde ise yapı yükün obruk çapı üzerinde etkisinin sınırlı olduğu sadece 45 kN/m<sup>2</sup> değerinde anlamlı bir etkisi olmuştur. Verilen grafikte anlaşılacağı üzere, obruk çapı etkisine etkisi en yüksek parametrenin benzer düzeyde olan obruk derinliği ve obruk-yapı arası mesafesi olduğu daha sonra ise yapı yükü olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

**Tablo 6.3.**Obruk çapı ile diğer parametrelerin etkileşim tablosu

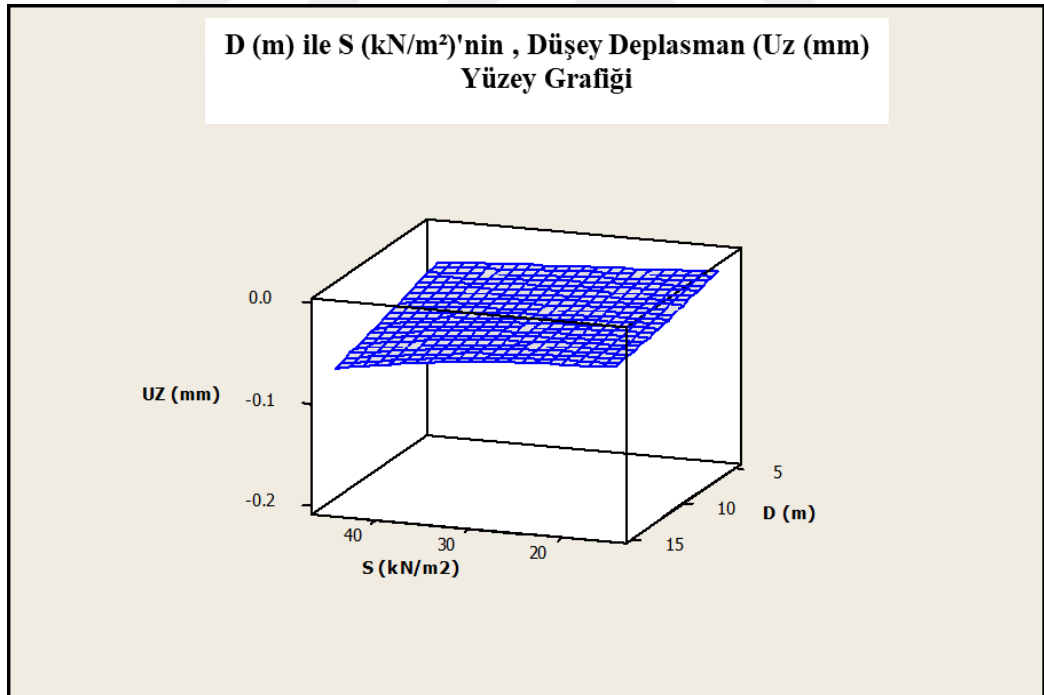
Obruk Çapı Etkileşim Tablosu			
Referans Analiz	A5 D15 L20 A5 S45		
Değer (Uz, cm)	-19,6		
	A etkileşimi	L etkileşimi	S etkileşimi
Analiz	A15 D15 L20 S45	A5 D15 L10 S45	A5 D15 L20 S15
Değer (Uz, cm)	-4,7	-4,9	-9,61



**Şekil 6.11.a.**Obruk çapı ve Obruk derinliğinin ,düşey deplasman (Uz, mm) etkileşim grafiği



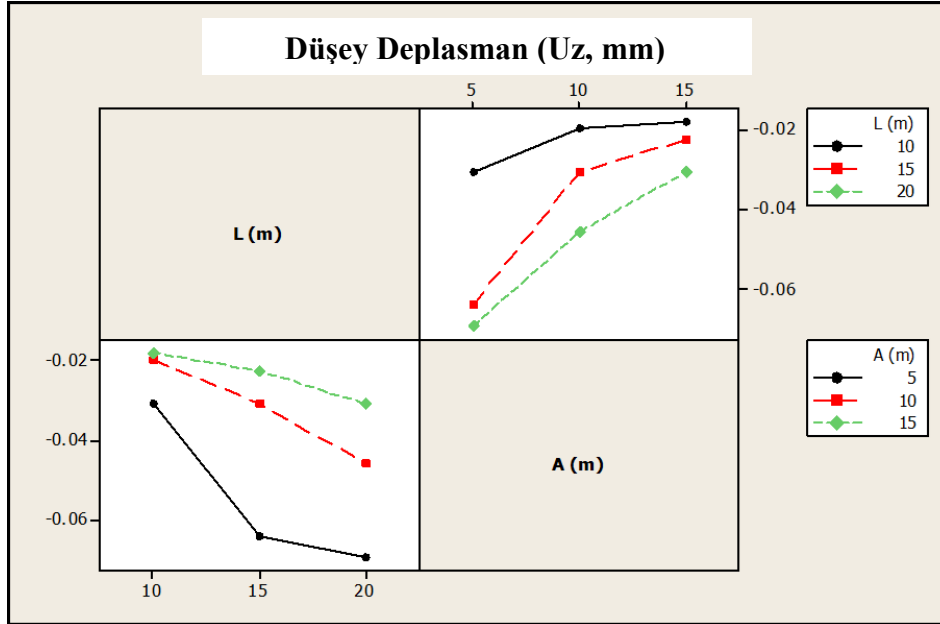
Şekil 6.11.b. Obruk çapı ve Obruk-yapı mesafesinin ,düşey deplasman ( $Uz$ , mm) etkileşim grafiği



Şekil 6.11.c. Obruk çapı ve yapı yükünün ,düşey deplasman ( $Uz$ , mm) etkileşim grafiği

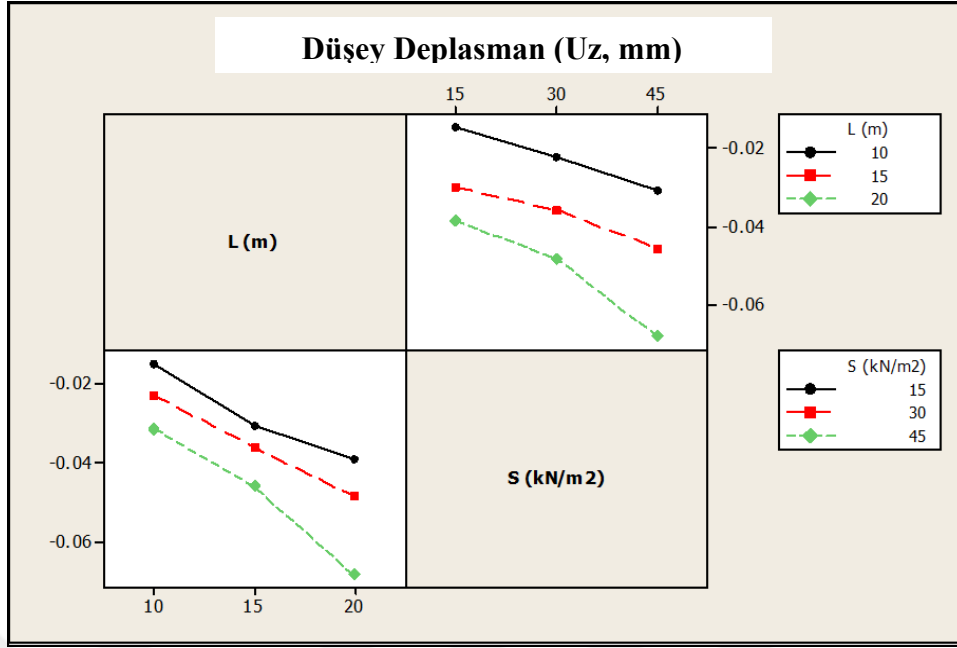
### 6.2.2. Obruk Derinliği Etkisi

Bu bölümde yapılan analizlerden elde edilen sonuçlara göre temelde meydana gelen düşey deplasman değerlerinden elde edilen grafikler ile obruk derinliğinin obruk-yapı ilişkisine etkisi araştırılmıştır. Parametre olarak belirlenen 10m, 15m ve 20 m derinliğindeki obruklar arasında 10 m olarak analiz edilen modelde temelde meydana gelen düşey deplasman değerleri oldukça düşük çıkarken 20 m olarak analiz ettiğimiz obruklarda düşey deplasman değerlerinin yüksek olduğu görülmüştür. Obruk derinliği etkisinin özellikle seçilen diğer parametrelerle etkileşimi olduğu anlaşılmıştır. Şekil 6.12 de verilen grafikten de anlaşılacağı üzere düşük derinlikte oluşan obruklarda obruk derinliği etkisi daha sınırlı iken, yüksek derinlikte oluşan obruklarda obruk derinliğinde etkisi de artmaktadır. Derinlik 10 m ve 15 m olduğu kısımlarda düşey deplasman  $U_z$  grafiğindeki eğim açısı benzer oranda artmış olarak gözükürken, derinliğin 20 m olduğu kısımda düşey deplasman grafiğindeki eğim açısı katlanarak artmış olduğu görülmektedir. Aynı zamanda obruk yapı mesafesi 5 m'ye doğru azalırken obruk derinliğinin etkisi de arttığı görülmektedir. Öyleki obruk derinliği grafiğinde eksi yönde en yüksek değerler obruk yapı mesafesinin en kısa olduğu yani 5m olduğu durumda görülmüştür.



Şekil 6.12. Obruk derinliği-obruk-yapı mesafesi düşey deplasman ( $U_z$ , mm) etkileşim grafiği



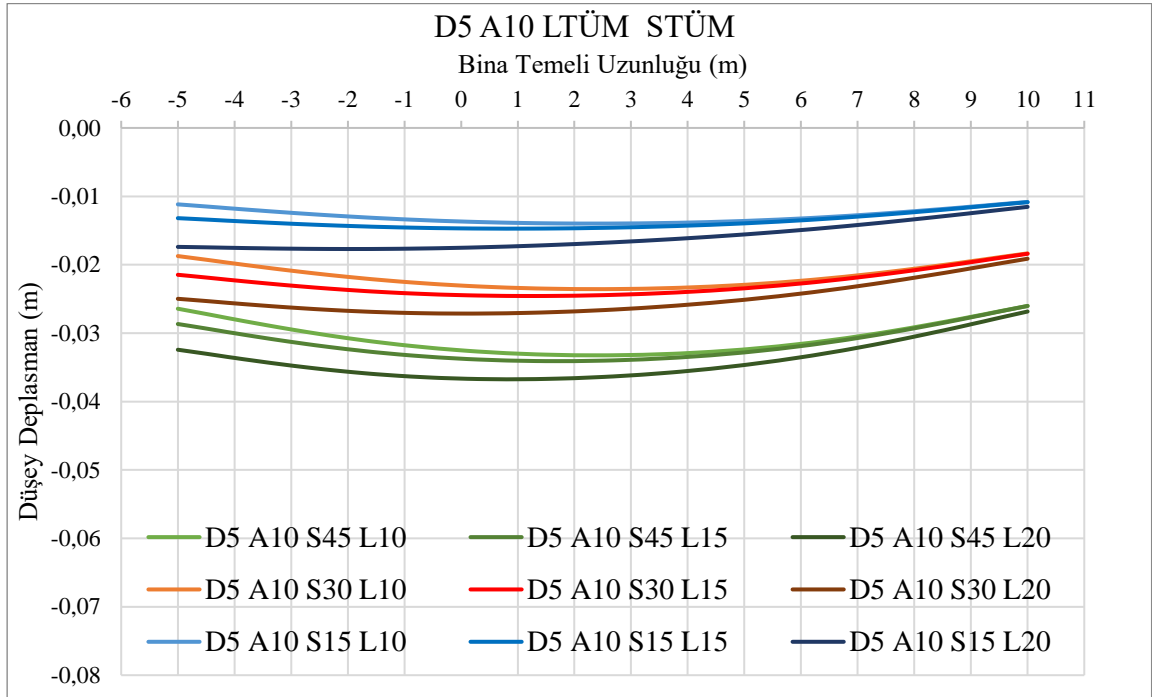


Şekil 6.14. Obruk derinliği- yapı yükü düşey deplasman (Uz, mm) etkileşim grafiği

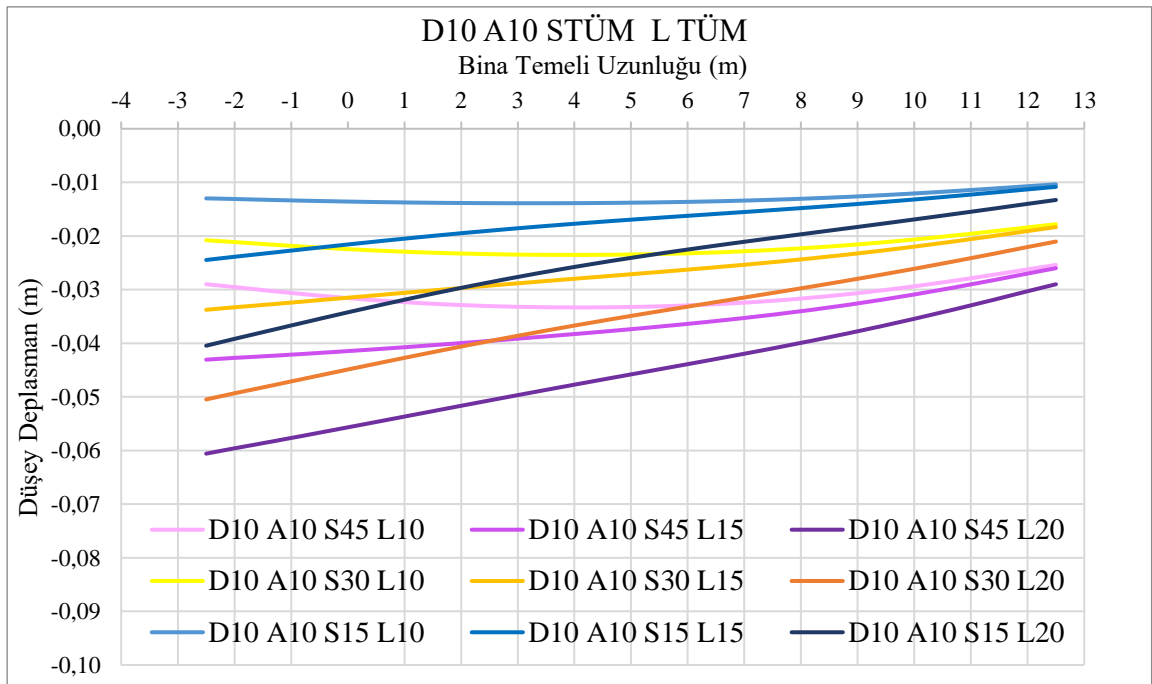
Şekil 6.15.a., Şekil 6.15.b. ve Şekil 6.15.c.'de verilen grafikte gösterildiği üzere obruk derinliği etkisi özellikle Şekil 6.15.b. ve Şekil 6.15.c. grafiklerinde çok daha belirgin şekilde gözükmemektedir. Grafiklerde aynı renk ile çizülen çizgilerin farklı deplasman değerlerine gelecek şekilde oluşması 10m , 15m, 20m olarak analiz edilen farklı derinlikteki obruk analizlerinin sonuçlarıdır. Şekil 6.15.a. , Şekil 6.15.b. ve Şekil 6.15.c.'de grafiklerin hepsinde de düşük derinlikte oluşan obruklarda düşey deplasman deplasman değeri de oldukça düşük kalmakla beraber, daha derin oluşan obruklarda ise diğer parametrelere de bağlı olarak düşey deplasman değeri de artmaktadır. Obruk çapının obruk derinliğiyle ilişkisini üç ayrı grafiğin düşey deplasman değerlerindeki yüksek artışlardan anlaşılmıştır. Şekil 6.15.a da verilen grafikte 5m çapında oluşan obruğun, farklı obruk derinliklerindeki düşey deplasman değerlerinde sınırlı miktarda değişim gözlemlenirken, Şekil 6.15.c.'deki grafikte 15m çapında oluşan obruğun, farklı obruk derinliklerindeki düşey deplasman değerlerinde yüksek artışlar meydana gelmiştir. Dikkat edilmesi gereken bir diğer husus ise tüm grafiklerde 10m derinliğinde oluşan grafiklerde temelin her iki ucunda benzer düzeyde deplasman yapmışken derinliğin artmasıyla birlikte obruk tarafında kalan kısmında düşey deplasman değeri fazlalaşmıştır. Aynı zamanda Şekil 6.15.a nolu grafikte de çok daha net anlaşılacağı üzere yapı yükü arttıkça obruk derinliği etkisine sınırlı miktarda etkisi olduğu görülmektedir. Tüm yükler altında obruk derinliğinin değişmesiyle birlikte değişimlerinde benzer oranlarda değişimler



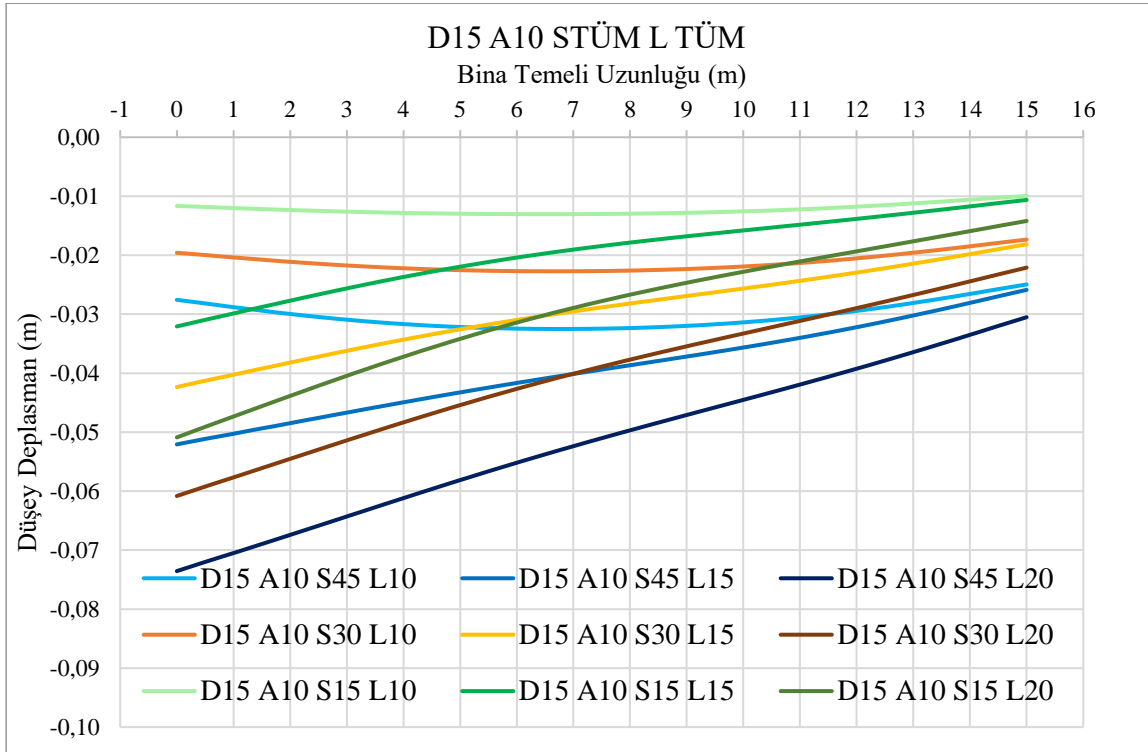
görülmektedir.  $15 \text{ kN/m}^2$  yük altında ki derinlik değıştikçe düşey deplasman değeriindeki düşüş oranı ile  $45 \text{ kN/m}^2$  yük altında ki derinlik değıştikçe oluşan düşey deplasman oranı benzerdir.



Şekil 6.15.a.D5 A10 STÜM LTÜM analizi, düşey deplasman (Uz, mm) etkileşim grafiği



Şekil 6.15.b.D10 A10 STÜM LTÜM analizi, düşey deplasman (Uz, mm) etkileşim grafiği



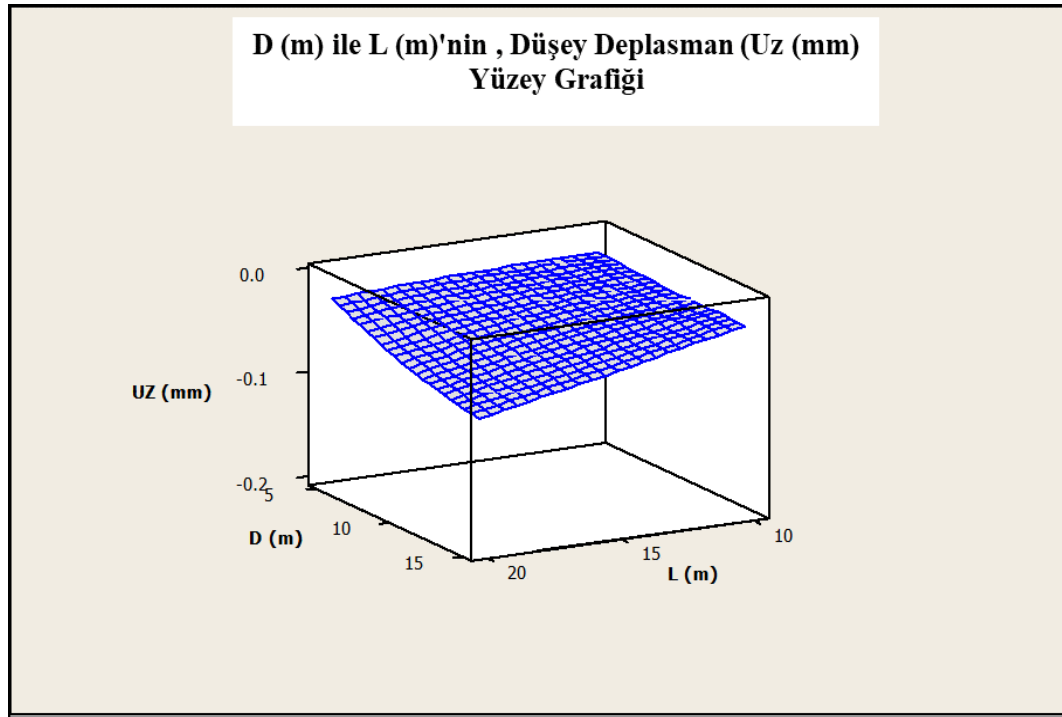
Şekil 6.15.c.D15 A10 STÜM LTÜM analizi, düşey deplasman (Uz, mm) etkileşim grafiği

Tablo 6.4’de gösterilen etkileşim tablosundan da anlaşılacağı üzere obruk derinliği etkisini obruk-yapı mesafesi ve obruk çapı doğrudan etkilemekle beraber yapı yükü etkisinin obruk derinliği etkisine sınırlı düzeyde etki ettiği görülmektedir. Referans olarak alınan D10 L20 A5 S45 analizine göre eksi yönde en yüksek düşey deplasman -12,8 cm olur iken, obruk-yapı arası mesafenin arttığı, diğer parametrelerin referans alınan analiz değerleri ile aynı olduğu D10 L20 A15 S45 analizinde eksi yönde en yüksek düşey deplasman değeri -4,2 cm’e düşmüştür. Aynı şekilde obruk çapının azaldığı, diğer parametrelerin referans alınan analiz değerleri ile aynı olduğu D5 L20 A5 S45 analizinde eksi yönde en yüksek düşey deplasman değeri -4,1 cm’e düşmüştür. Yapı yükünde etkisinin değerlendirildiği tabloda, yapı yükünün azaldığı, diğer parametrelerin referans alınan analiz değerleri ile aynı olduğu D10 L20 A5 S15 analizinde eksi yönde en yüksek düşey deplasman değeri, -7,4 cm olmuştur. Obruk-yapı arası mesafenin 1/3 oranda artırılmasıyla birlikte düşey deplasman değerinin yaklaşık 3/4 oranda düştüğü, obruk çapının yarı oranda düşürülmesiyle birlikte, düşey deplasman değerinin yaklaşık 3/4 oranda düştüğü, yapı yükünün 1/3 oranda azalmasıyla birlikte düşey deplasman değerinin 1/2 oranda azaldığı görülmüştür. Böylelikle obruk derinliğinin yapıya olan etkisinin doğrudan var olduğu, ancak diğer parametrelerle birlikte etkisinin de arttığı

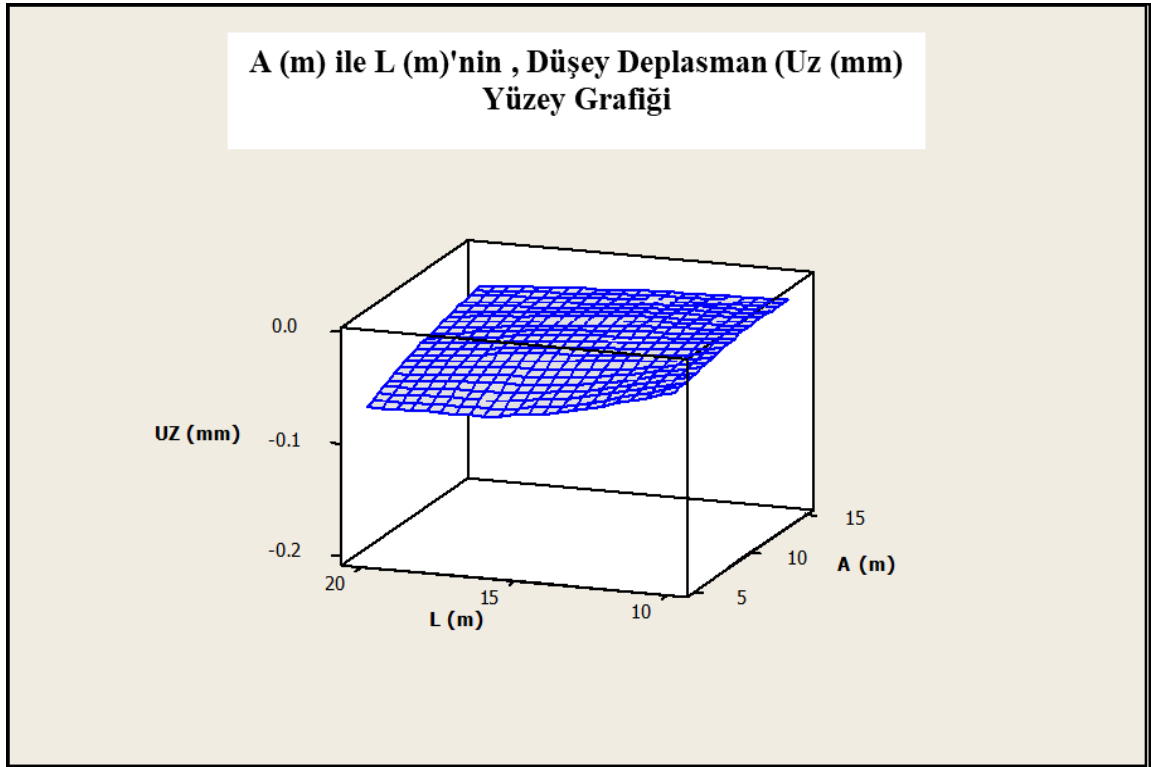
anlaşılmıştır. Şekil 6.16.a., Şekil 6.16.b. ve Şekil 6.16.c. obruk derinliğinin diğer parametrelerle olan ilişkisini gösterir 3 boyutlu yüzey grafiği verilmiştir. L/D etkileşim grafiğinde düşey deplasmanın iki yönüyle birbirini etkilediği ve doğrusal bir azalma meydana geldiği görülmüştür. L/A etkileşim grafiğinde ise özellikle 15 m ve daha derin oluşuma doğru eğim artmıştır. L/A etkileşiminde obruk derinliği için  $L > 15$  sınır değerinden bahsedilebilir. L/S etkileşim grafiğinde ise yapı yükün obruk derinliği üzerinde etkisinin sınırlı olduğu sadece  $45 \text{ kN/m}^2$  ve obruk derinliğinin 20m olduğu durumda anlamlı bir etkisi olmuştur. Verilen grafikte anlaşılacağı üzere, obruk çapı etkisine etkisi en yüksek parametrenin obruk çapı, obruk-yapı arası mesafesi olduğu daha sonra ise yapı yükü olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

**Tablo 6.4.** Obruk derinliği ile diğer parametrelerin etkileşim tablosu

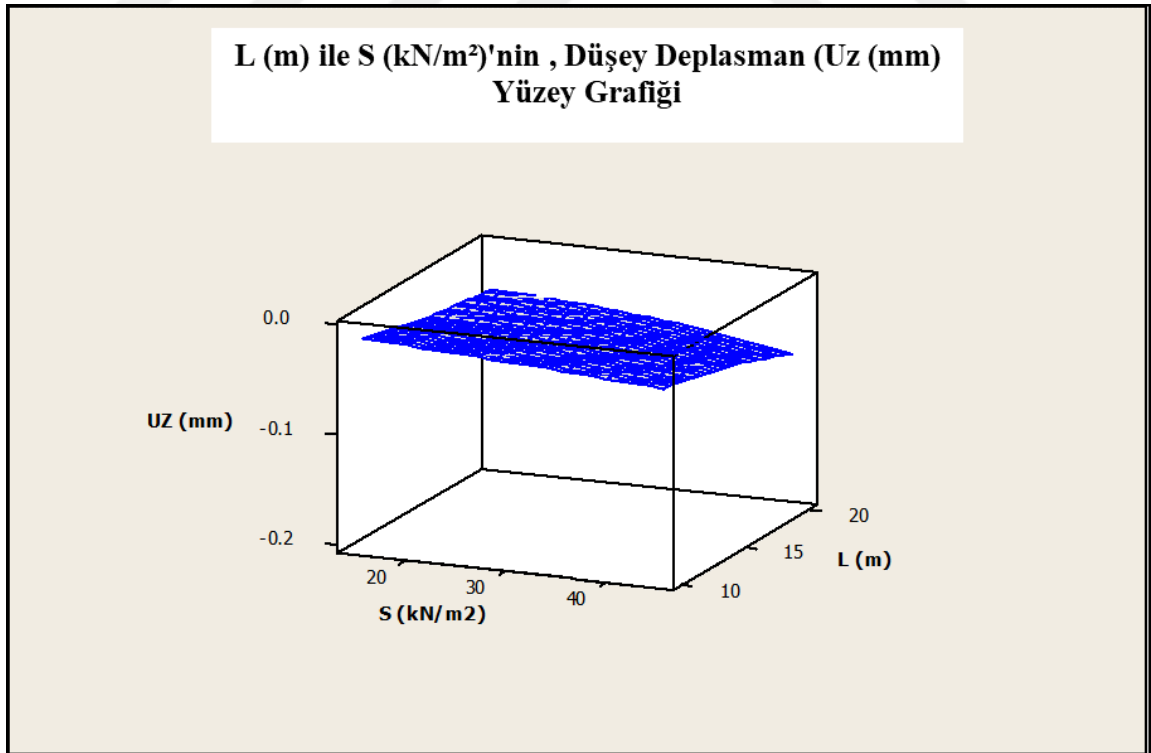
Obruk Derinliği Etkileşim Tablosu			
Referans Analiz	D10 L20 A5 S45		
Değer (Uz, cm)	12,8		
	A etkileşimi	D etkileşimi	S etkileşimi
Analiz	D10 L20 A15 S45	D5 L20 A5 S45	D10 L20 A5 S15
Değer (Uz, cm)	4,2	4,1	7,4



**Şekil 6.16.a.** Obruk derinliği ve obruk çapının ,düşey deplasman (Uz, mm) etkileşim grafiği



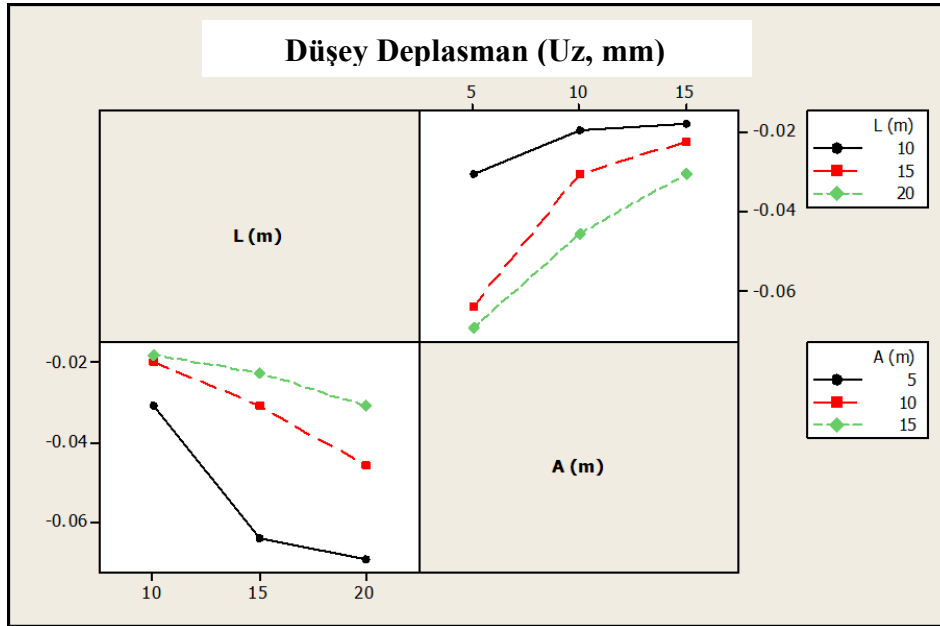
Şekil 6.16.b.Obruk derinliği ve obruk-yapı mesafesinin ,düşey deplasman (Uz, mm) etkileşim grafiği



Şekil 6.16.c.Obruk derinliği ve yapı yükünün ,düşey deplasman (Uz, mm) etkileşim grafiği

### 6.2.3. Obruk-Yapı Mesafesi Etkisi

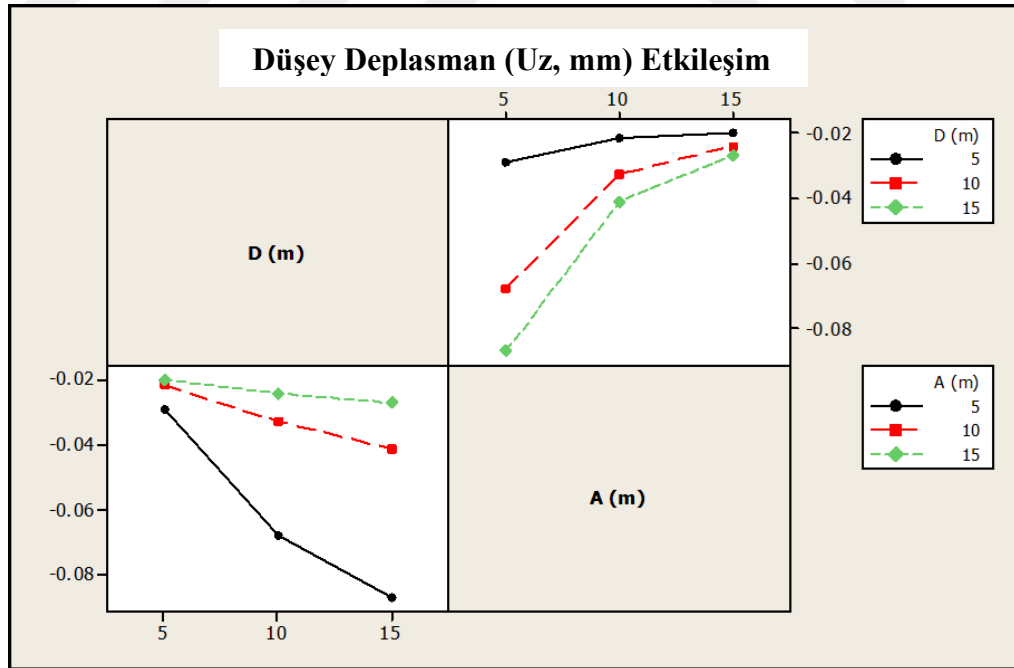
Bu bölümde parametrelerden biri olarak belirlediğimiz obruk-yapı arası mesafesinin obruk-yapı ilişkisine olan etkisi araştırılmıştır. Obruk-yapı arası mesafesi olarak 5m, 10m ve 15m parametre değerleri seçilmiş ve analiz gerçekleştirilmiştir. Obruk-yapı arası 5 m olarak analiz edilen modelde, temelde meydana gelen düşey deplasman değerleri oldukça yüksek çıkarken, 15 m olarak analiz ettiğimiz obruklarda düşey deplasman değerlerinin düşük olduğu görülmüştür. Yapılan analizlerde obruk-yapı arası mesafe etkisinin özellikle seçtiğimiz diğer parametrelerle etkileşimi olduğu anlaşılmıştır. Şekil 6.17’de verilen grafikte obruk-yapı mesafesinin 10 ve 15 m olduğu durumlarda temelde oluşan düşey yer değiştirme miktarı özellikle derin olmayan obruklarda oldukça düşük kalmakla beraber yaptığımız analizlerde obruk-yapı mesafesi 15 m olan analizlerde en düşük  $U_z$  değeri 97 mm çıkmıştır. Ancak obruk-yapı arası mesafenin 5 m olduğu analizlerde temelde meydana gelen düşey deplasman miktarında önemli artış meydana gelmekte, özellikle obruk derinliğinin de artmasıyla birlikte yapılan analizlerde çıkan en yüksek  $U_z$  değeri 196,4 mm çıkmışığı görülmüştür. Şekil 6.17’de verilen grafikte de anlaşılacağı üzere obruk mesafesinin 5m olduğu modelde grafik çizgisinin açısı büyüterek eksi yönde deplasman değerlerine yönelmiştir.



Şekil 6.17. Obruk-yapı mesafesi-obruk derinliği düşey deplasman ( $U_z$ , mm) etkileşim grafiği

Dikkat edilecek bir diğer husus ise obruk-yapı arası 10 m den sonra obruk derinliğinde 10 m'nin üzerine çıkmasıyla düşey deplasman değerindeki artışın daha yüksek oluşması ve grafikteki eğim açısından yükselmeye başlamasıdır. Bu durumdan obruk yapı mesafesinin yapı derinliği ile ilişkisinde sınır bir değer olduğu gözükmemektedir. Obruk derinliğinin 10 m ve üstüne çıktığı, yine obruk yapı mesafesinin 10 m altına indiği durumlarda düşey yerdeğiştirmenin yüksek değerlere çıkmasıyla sonuçlanmaktadır.

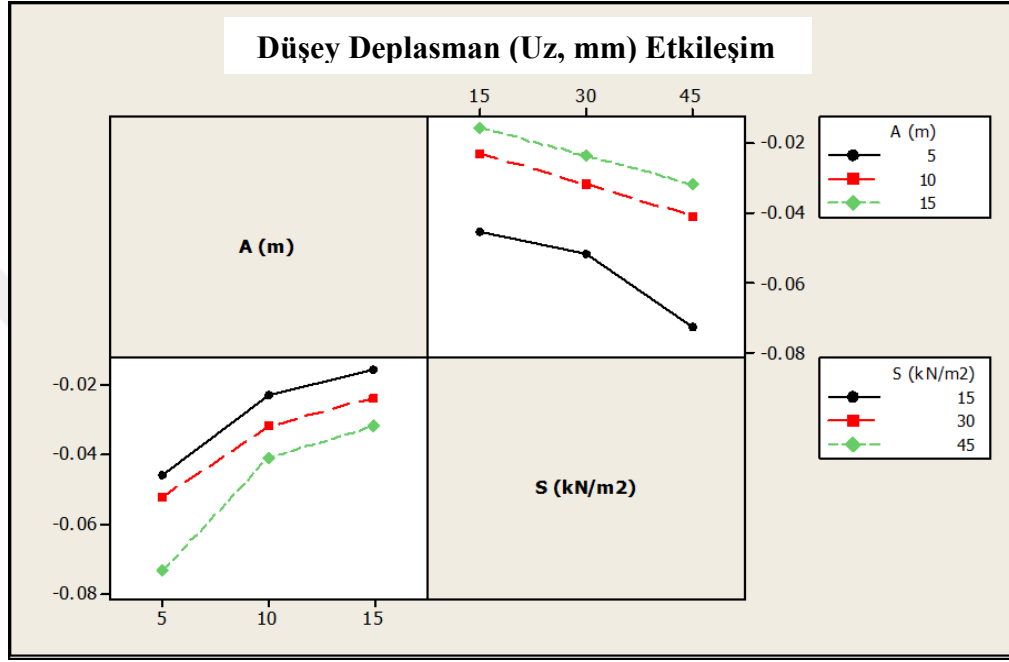
Şekil 6.18'de verilen grafikte ise obruk-yapı arası mesafenin 15 m olduğu oluşumlarda obruk derinliğinin etkisi sınırlıyken yapıya daha yakın oluşan obdruklarda obruk çapının etkisinde arttığı görülmektedir. Özellikle obruk-yapı arası 5m olan obruklarda obruk çapı etkisi yüksek olmakta ve temelde oluşan düşey deplasman değerleride yüksek çıkmaktadır. Özellikle grafikte obruk-yapı arası mesafenin 10 m ve daha düşük olduğu durumlarda obruk çapının etkisi ile birlikte grafikte görünen eğim açısının önemli ölçüde artmış olduğu görülmektedir. Bu durumda da obruk çapı ile obruk yapı mesafesinin arasındaki ilişkide bir sınır değer olduğu anlaşılmaktadır. Obruk-Yapı arası mesafenin 10 m ve altı obruk çapının 10 m ve üstü durum sınır değer olarak kabul edilebilir. Öyleki bu parametrelerin oluştuğu durumlarda temelde meydana gelen yerdeğiştirme değeri 196 mm olmuştur



Şekil 6.18. Obruk-yapı mesafesi-obruk çapı düşey deplasman (Uz, mm) etkileşim grafiği



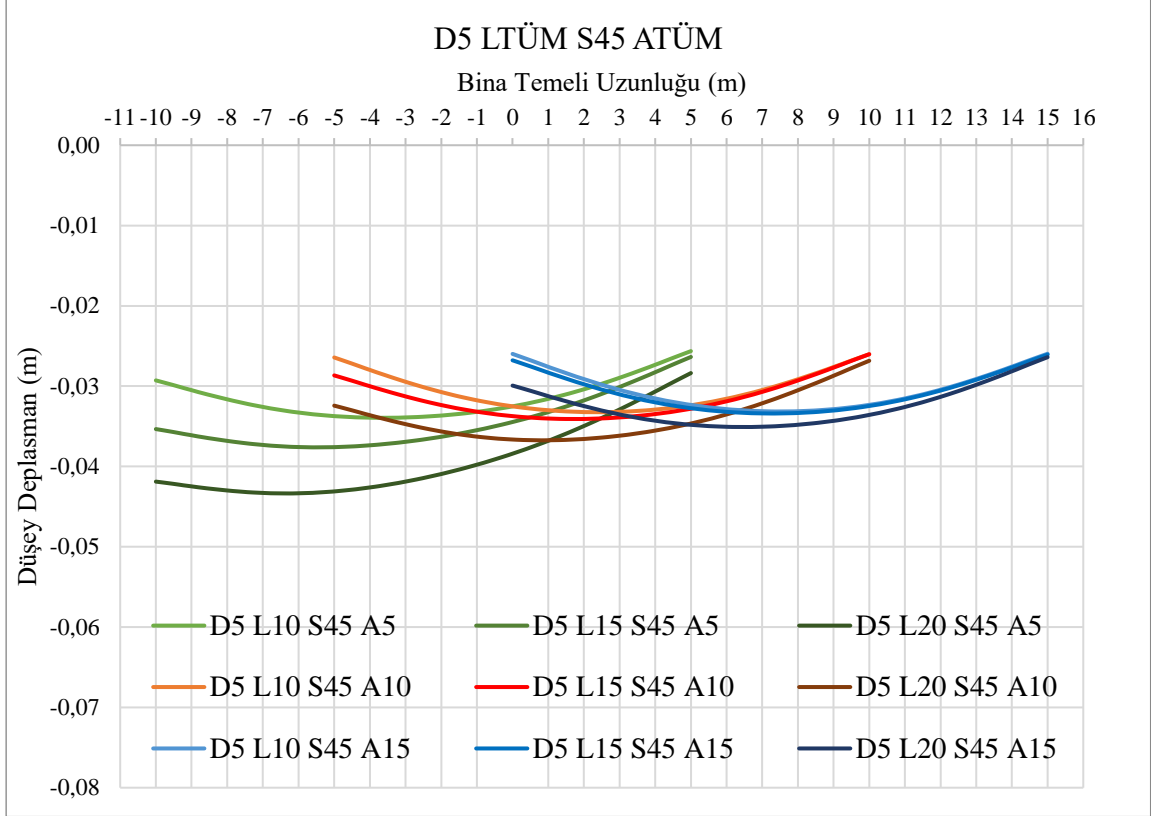
Şekil 6.19’de verilen grafikte obruk-yapı arası mesafe ile yapı yükü arasındaki etkileşim gösterilmektedir. Yapı yükü arttıkça obruk-yapı arası mesafe etkisinde artmaktadır. Ancak bu etki özellikle düşük yüklerde 15 kN/m<sup>2</sup> ve 30 kN/m<sup>2</sup> yüklerde daha sınırlı derecede etki etmekte iken 45 kN/m<sup>2</sup> yükte ise diğer yük değerlerine göre nispeten etkisi artmaktadır.



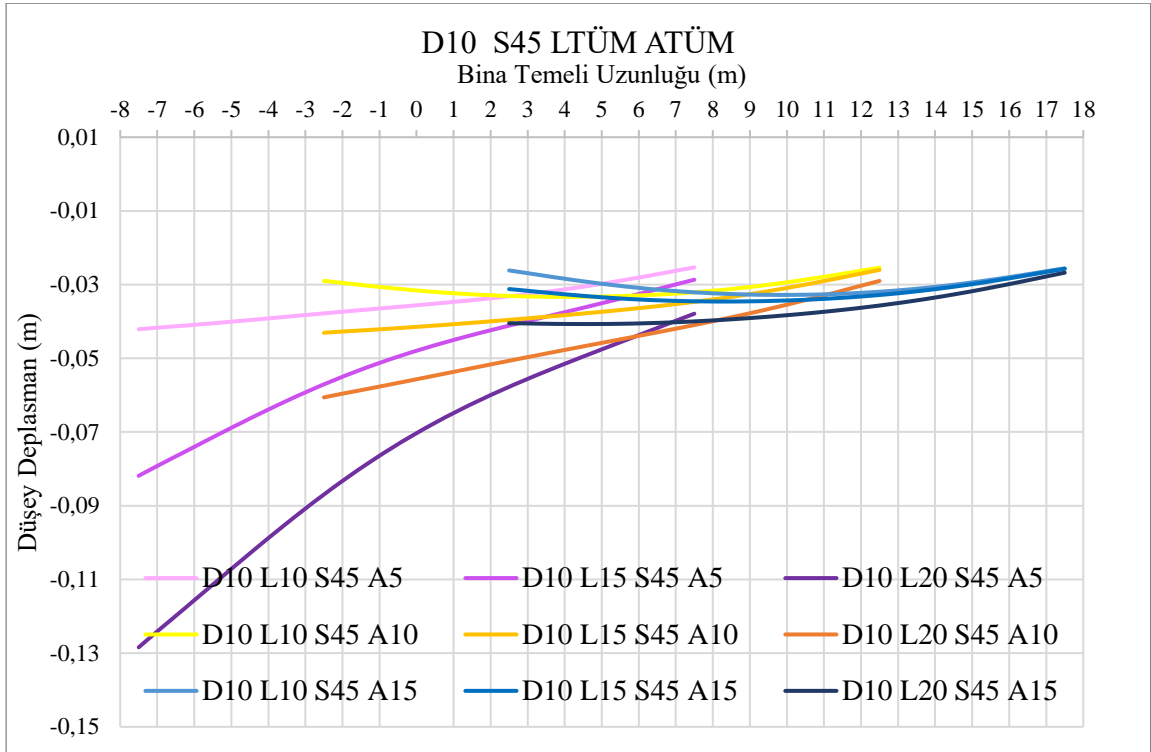
Şekil 6.19. Obruk-yapı mesafesi-yapı yükü düşey deplasman (Uz, mm) etkileşim grafiği

Şekil 6.20.a. , Şekil 6.20.b. ve Şekil 6.20.c.’de verilentüm grafiklerde görüldüğü üzere obruk yapı mesafesinin obruk-yapı ilişkisi üzerine etkisi olmakla birlikte garfiklerin herbirinde obruk-yapı arası mesafenin azalmasıyla, temelde meydana gelen düşey yerdeğiştirme miktarında azalmıştır. Ancak bu azalma miktarı obruk yapı mesafesinin 15 m olduğu durumlarda sınırlı düzeyde kalmıştır. Özellikle obruk derinliğinin 10 m olduğu durumlarda, obruk-yapı arası mesafesinin etkisi oldukça sınırlı olduğu görülmüş, temelde meydana gelen yerdeğiştirme temelin her iki ucuda benzer düzeyde oluşmuştur. Obruk-yapı mesafesinin temelde meydana getirdiği yerdeğiştirme miktarını diğer parametrelerin etkilediği görülmüştür. Obruk derinliğinin veya obruk çapının artmasıyla birlikte temelde meydana gelen yerdeğiştirme miktarlarında da obruk – yapı mesafesinin büyüklüğüne göre 2 kat - 6 kat arası artış meydana gelmiştir. Şekil 6.20.b.’de verilen grafikte mor renk ile belirtilen analizlerde temelde meydana gelen en yüksek yerdeğiştirme eksi yönde 128.4 mm iken aynı grafik ve aynı renkteki analizlerde obruk derinliğinin düşmesiyle

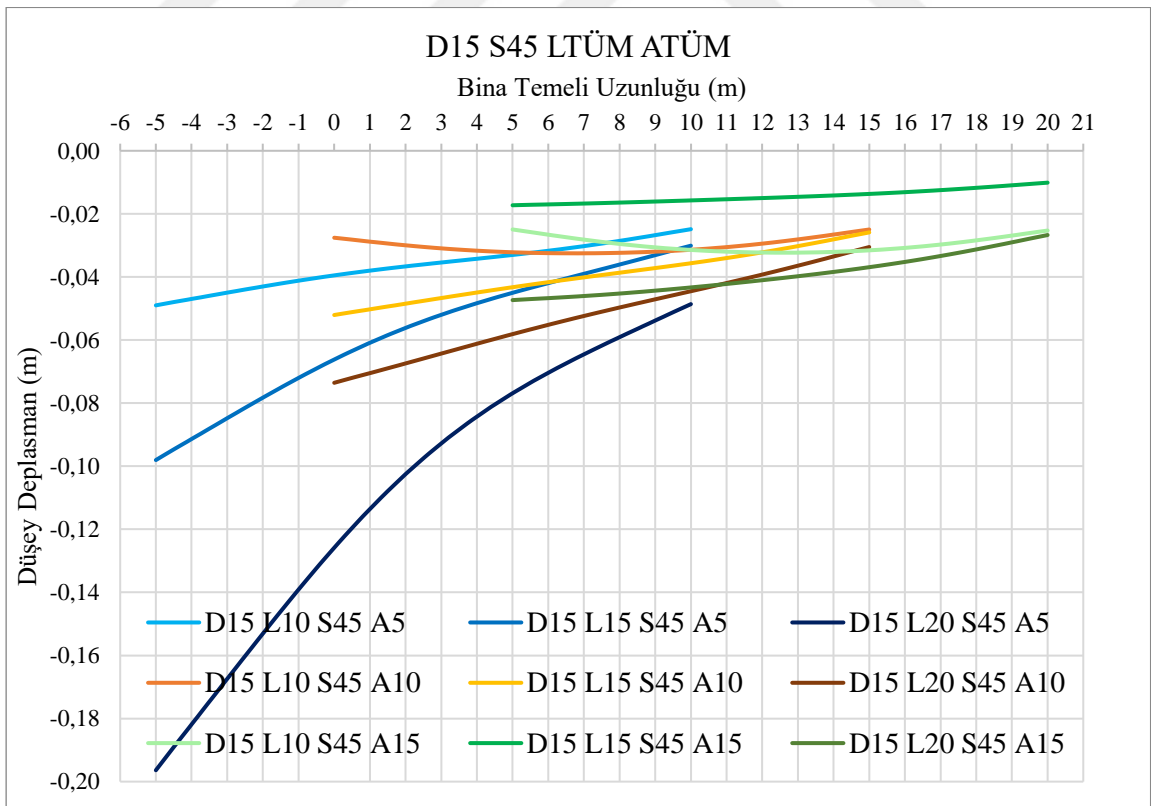
birlikte temelde meydana gelen yerdeğiştirme seviyesi eksi yönde 42,1 mm'e gerilemiştir. Aynı şekilde obruk çapının 5m olduğu Şekil 6.20.a.'da verilen grafikte gösterilen analizlerde temelde meydana gelen en yüksek yerdeğiştirme eksi yönde 41,9 mm iken obruk çapının 15 m olduğu Şekil 6.20.c.'de verilen grafikte gösterilen analizlerde temelde meydana gelen en yüksek yerdeğiştirme eksi yönde 196.4 mm olmuştur.



**Şekil 6.20.a** D5 S45 TÜM LTÜM analizi, düşey deplasman (Uz, mm) etkileşim grafiği



Şekil 6.20.b D10 S45 STÜM LTÜM analizi, düşey deplasman (Uz, mm) etkileşim grafiği

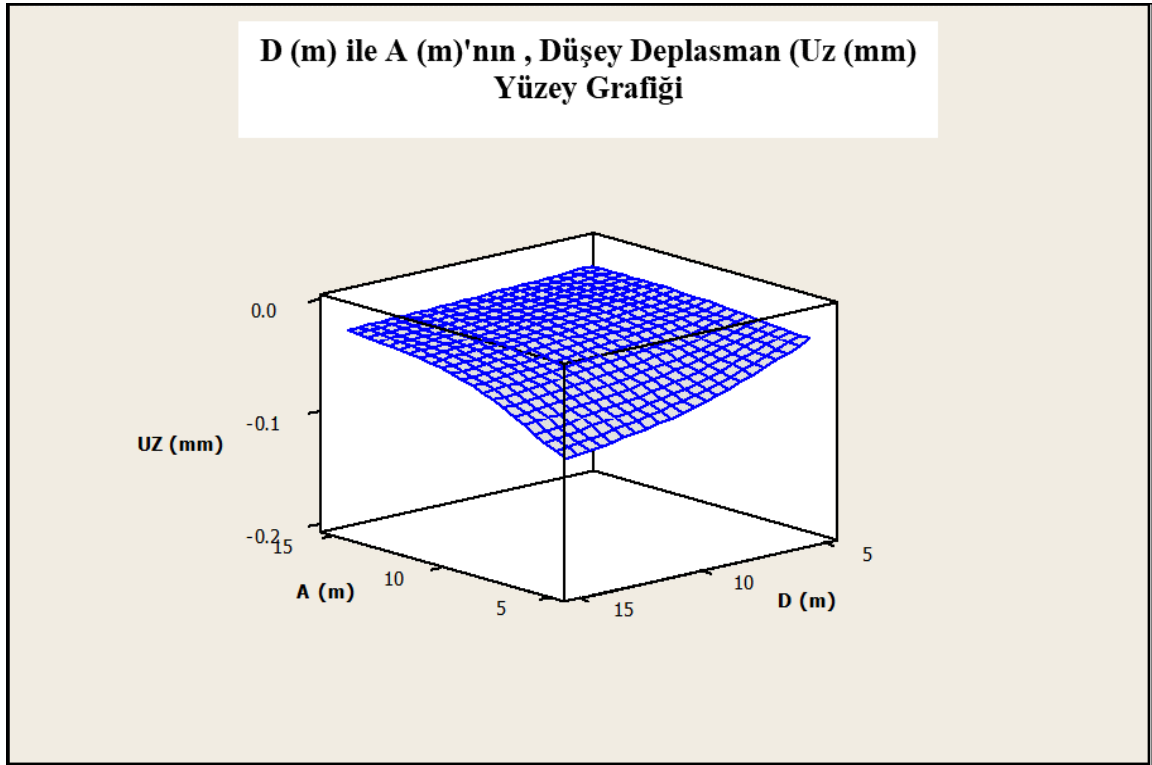


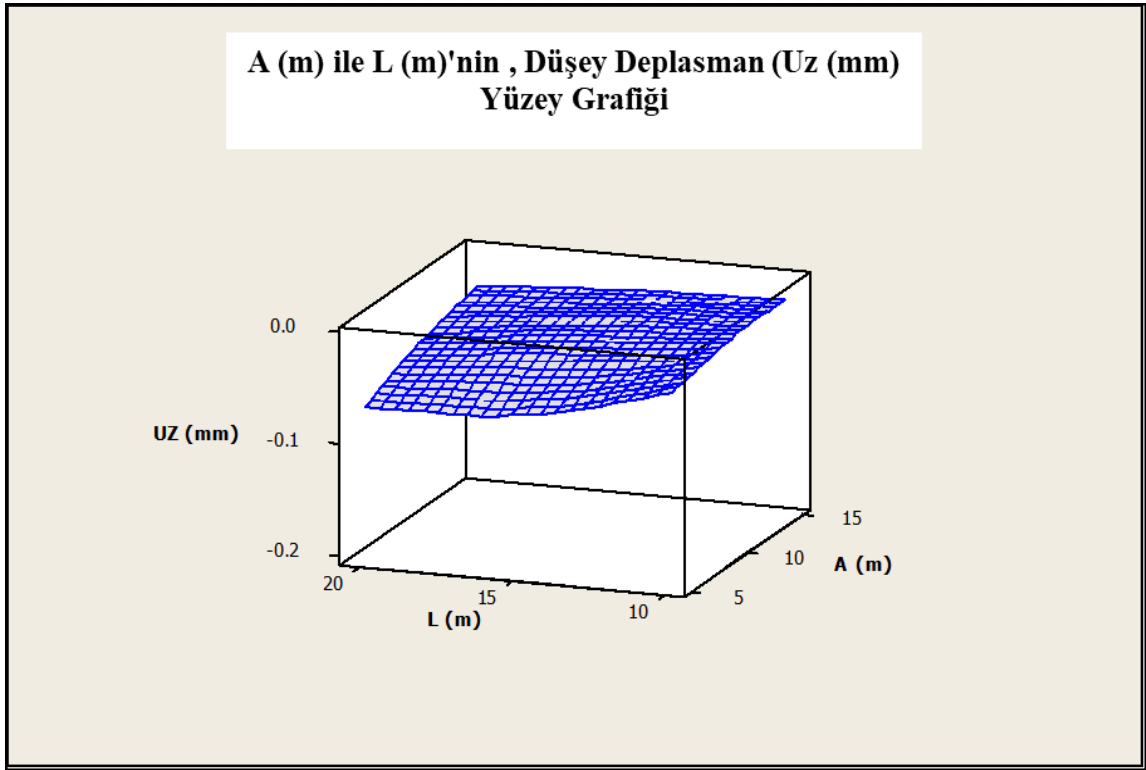
Şekil 6.20.c D15 S45 STÜM LTÜM analizi, düşey deplasman (Uz, mm) etkileşim grafiği

Tablo 6.5’de gösterilen etkileşim tablosunda obruk-yapı mesafesine diğer parametrelerin etkisinin temelde meydana gelen düşey deplasman değeri üzerinden karşılaştırma değerleri verilmiştir. Referans olarak alınan A10 D15 L20 S45 analizine göre temelde oluşan en yüksek düşey deplasman -7.4 cm olur iken, obruk derinliğinin azaldığı, diğer parametrelerin referans alınan analiz değerleri ile aynı olduğu A10 D15 L10 S45 analizinde eksi yönde en yüksek düşey deplasman değeri -2,7 cm’e düşmüştür. Aynı şekilde obruk çapının azaldığı, diğer parametrelerin referans alınan analiz değerleri ile aynı olduğu A10 D5 L20 S45 analizinde eksi yönde en yüksek düşey deplasman değeri -3,2 cm’e düşmüştür. Yapı yükünün etkisine bakıldığında, yapı yükünün azaldığı, diğer parametrelerin referans alınan analiz değerleri ile aynı olduğu A10 D15 L20 S15 analizinde eksi yönde en yüksek düşey deplasman değeri, -5,1 cm olmuştur. Obruk derinliğinin 1/2 oranda azaltılmasıyla birlikte düşey deplasman değerinin yaklaşık 3/4 oranda düştüğü, obruk çapının 1/3 oranda düşürülmesiyle birlikte, düşey deplasman değerinin yaklaşık 3/7 oranda düştüğü, yapı yükünün 1/3 oranda azalmasıyla birlikte düşey deplasman değerinin 5/7 oranda azaldığı görülmüştür. Böylelikle obruk-yapı mesafesinin yapıya olan etkisinin doğrudan var olduğu, ancak diğer parametrelerle birlikte etkisinin de arttığı anlaşılmıştır. Şekil 6.21’de obruk-yapı mesafesinin diğer parametrelerle olan ilişkisini gösterir 3 boyutlu yüzey grafiği verilmiştir. A/L etkileşim grafiğinde ise özellikle 15 m ve daha derin oluşuma doğru eğim artmıştır. A/L etkileşiminde obruk derinliği için  $L > 15$  sınır değerinden bahsedilebilir A/L etkileşim grafiğinde düşey deplasmanın iki yönüyle birbirini etkilediği ve doğrusal bir azalma meydana geldiği görülmüştür. A/D etkileşim grafiğinde ise özellikle 5 m’den sonra hızlı bir eğilim oluşmuştur. A/D etkileşiminde obruk-yapı mesafesi için  $a < 5$  sınır değerinden bahsedilebilir. A/S etkileşim grafiğinde ise obruk yapı yükünün, obruk-yapı mesafesi üzerinde etkisinin sınırlı olduğu ancak obruk yapı mesafesi 5 m olduğu durumda düşey deplasman değerinde eksi yönde önemli bir artış meydana geldiği görülmektedir. A/S etkileşiminde obruk-yapı mesafesi için  $A < 5$  sınır değeri olduğu anlaşılmıştır.

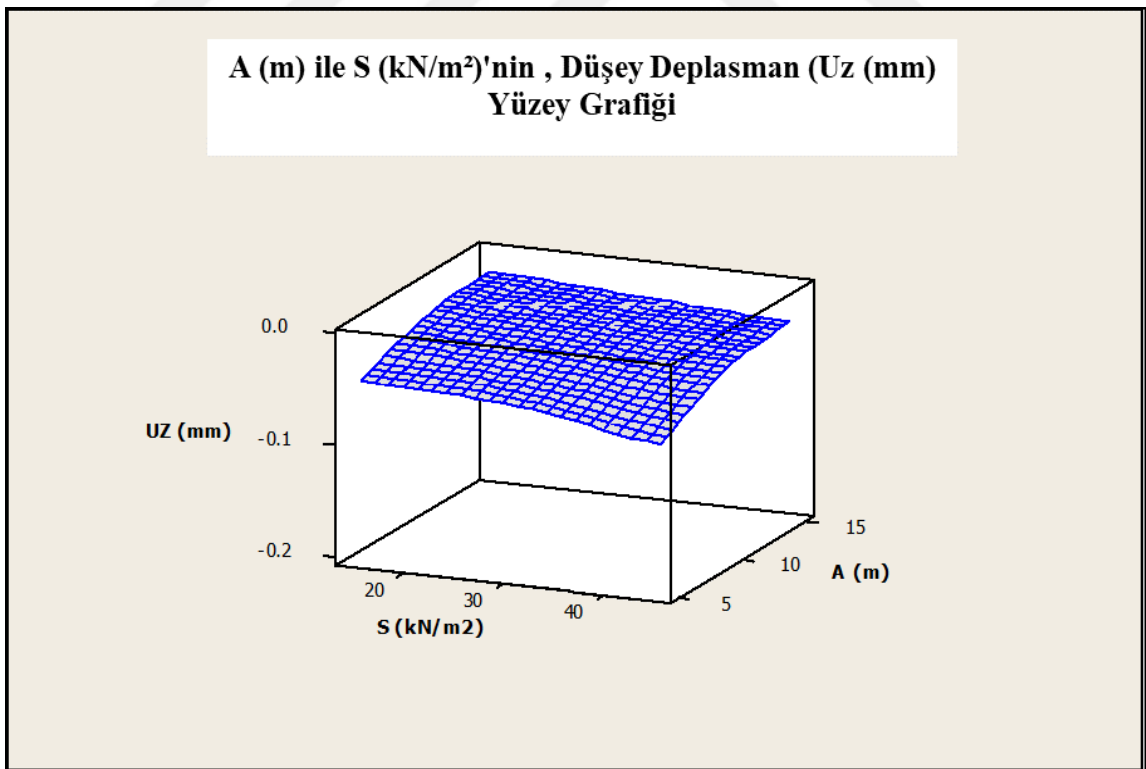
**Tablo 6.5.**Obruk-yapı mesafesi ile diğer parametrelerin etkileşim tablosu

Obruk-Yapı mesafesi Etkileşim Tablosu			
Referans Analiz	A10 D15 L20 S45		
Değer (Uz, cm)	7,4		
	L etkileşimi	D etkileşimi	S etkileşimi
Analiz	A10 D15 L10 S45	A10 D5 L20 S45	A10 D15 L20 S15
Değer (Uz, cm)	2,7	3,2	5,1

**Şekil 6.21.a.**Obruk-yapı mesafesi ve obruk çapının ,düşey deplasman (Uz, mm) etkileşim grafiği



Şekil 6.21.b.Obruk-yapı mesafesi ve obruk derinliğinin ,düşey deplasman (Uz, mm) etkileşim grafiği

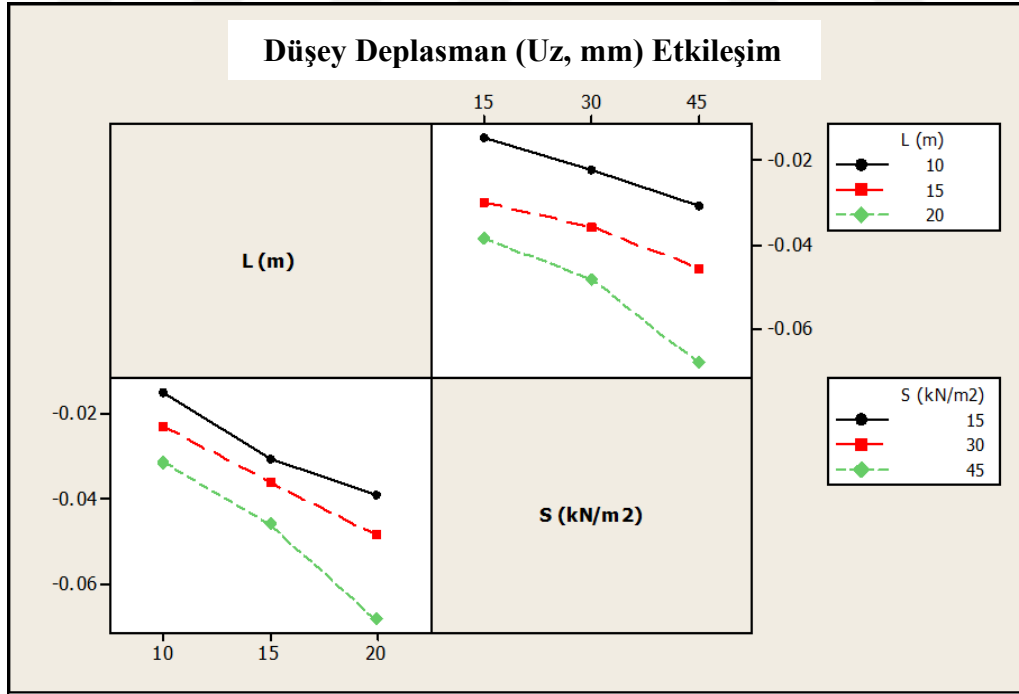


Şekil 6.21.c.Obruk-yapı mesafesi ve yapı yükünün ,düşey deplasman (Uz, mm) etkileşim grafiği



#### 6.2.4. Yapı Yüğü Etkisi

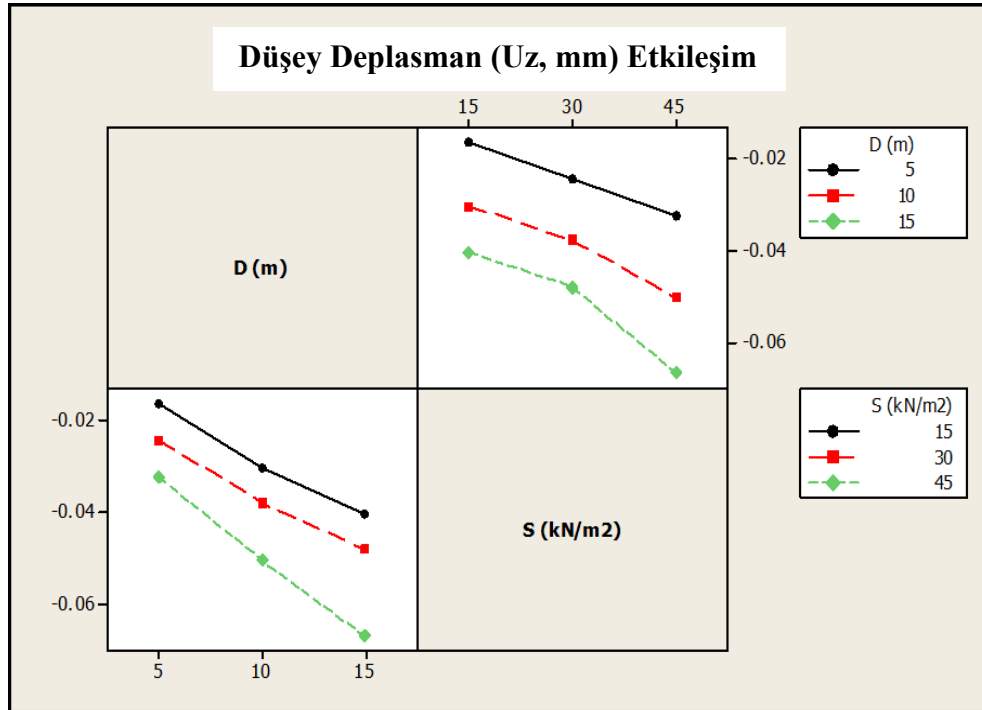
Yapılan çalışmada obruk-yapı ilişkisi çerçevesinde yapı yükü olarak tek katlı, iki katlı ve üç katlı olacak şekilde yapılar modellenmiştir. Bu yapıların temele yapacağı yük aktarımı olarak ise tek katlı için  $15 \text{ kN/m}^2$ ,  $30 \text{ kN/m}^2$  ve  $45 \text{ kN/m}^2$  belirlenmiştir. Yapılan analizlerde belirlenen bu parametrelerin obruk-yapı ilişkisine olan etkisi araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlardan yapı yükü arttıkça temelde meydana gelen düşey yerdeğiştirmenin arttığı ancak yapılan incelemede temelde oluşan bu yer değiştirmenin temelin her iki ucu için özellikle diğer parametrelerle ilişkili olarak değiştiği anlaşılmıştır. Obruk derinliğinin düşük düzeyde, obruk-yapı arası mesafenin yüksek değerde ve obruk çapının düşük olduğu değerlerde yapı yükü etkisinin çok sınırlı düzeyde olduğu ancak bu diğer parametrelerin değişmesiyle birlikte yapı yükü etside değişmektedir. Şekil 6.22 de verilen grafikte yapı yükünün  $15 \text{ kN/m}^2$  ve  $30 \text{ kN/m}^2$  olduğu durumlarda temelde oluşan düşey yerdeğiştirme miktarı özellikle derin olmayan obruklarda lineer şekilde değişim gösterirken, obruk derinliğinin artmasıyla birlikte elde edilen eğim grafiğinin açısı büyümüş ve ve daha yüksek yer değiştirme değeri elde edilmiştir.



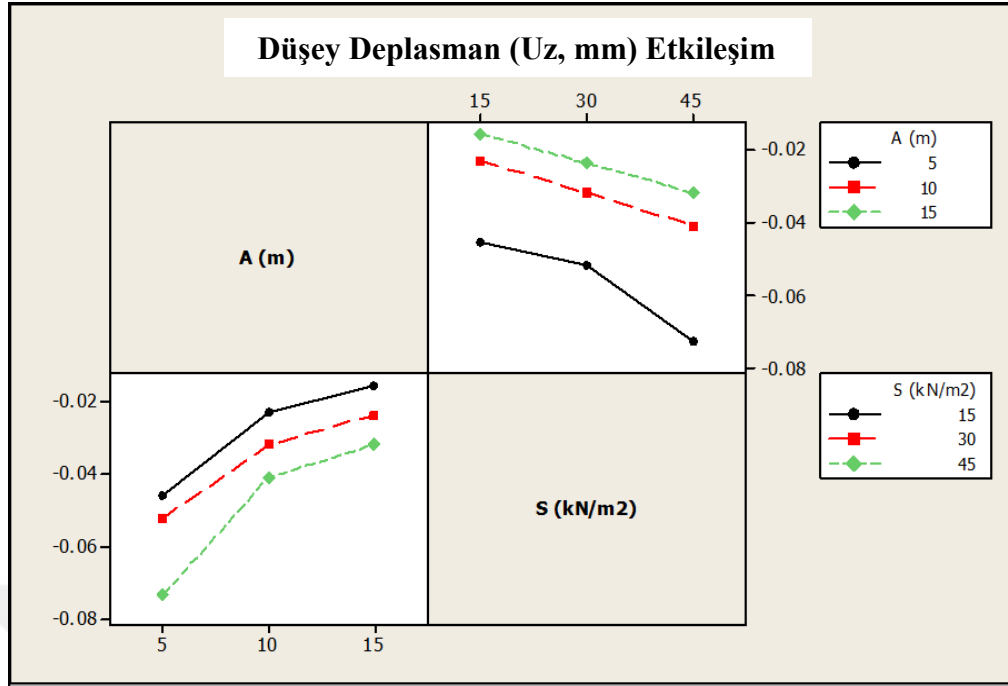
Şekil 6.22. Yapı yükü - obruk derinliği düşey deplasman (Uz, mm) etkileşim grafiği

Şekil 6.23’de verilen grafikte ise yapı yükü değeri  $15 \text{ kN/m}^2$  ve  $30 \text{ kN/m}^2$  olduğu durumlarda, obruk çapı etkisi sınırlıyken, yapı yükü artmasıyla birlikte özellikle çapın  $10 \text{ m}$  ve daha düşük değerlerin obruk temelde meydana gelen yerdeğiştirme miktarı eksi yönde artmıştır. Özellikle düşük çapta oluşan obruklar ile ilgili obruk çapının obruk yapı yüküne etkisi yok derecek kadar azdır. Öyleki grafikte siyah çizgi ile gösterilmiş obruk çapının  $5 \text{ m}$  olduğunu temsil eden değerde  $15 \text{ kN/m}^2$ ,  $30 \text{ kN/m}^2$  ve  $45 \text{ kN/m}^2$  yapı yükü değerlerinde açısında herhangi bir değişme olmamıştır.

Şekil 6.24’de verilen grafikte yapı yükü etsinin , obruk-yapı arası mesafe ile ilişkisi gösterilmiştir. Grafiklerdende anlaşılacağı üzere özellikle obruk-yapı mesafesinin yüksek olduğu  $10 \text{ m}$  ve  $15 \text{ m}$  değerlerinde yapı yüküne etski oldukça sınırlı olmakla birlikte obruk-yapı arası mesafenin azaldığı  $5 \text{ m}$  değerinde anlamlı bir değişiklik olmaktadır. Obruk-yapı arası mesafenin  $10 \text{ m}$  ve  $15 \text{ m}$  olduğu grafiklerde yapı yükü grafiklerinin doğrusal şekilde azaldığı açılarındda herhangi bir değişiklik olmadığı görülmektedir. Ancak obruk-yapı arası mesafenin  $5 \text{ m}$ ’ye düştüğü durumda yapı yükü grafiğinin açısı büyümekte ve temelde oluşan düşey deplasman değeri daha yüksek değerlere ulaşmaktadır. Bu grafikten yapı yükü ile obruk-yapı mesafesi arasında bir sınır değer ilişkisi olduğu kanaatine ulaşılmıştır. Yapılara oldukça yakın mesafede oluşan obruklarda ( $A < 5 \text{ m}$ ), yapı yükünün etsinin arttığı sonucu ulaşılmıştır.

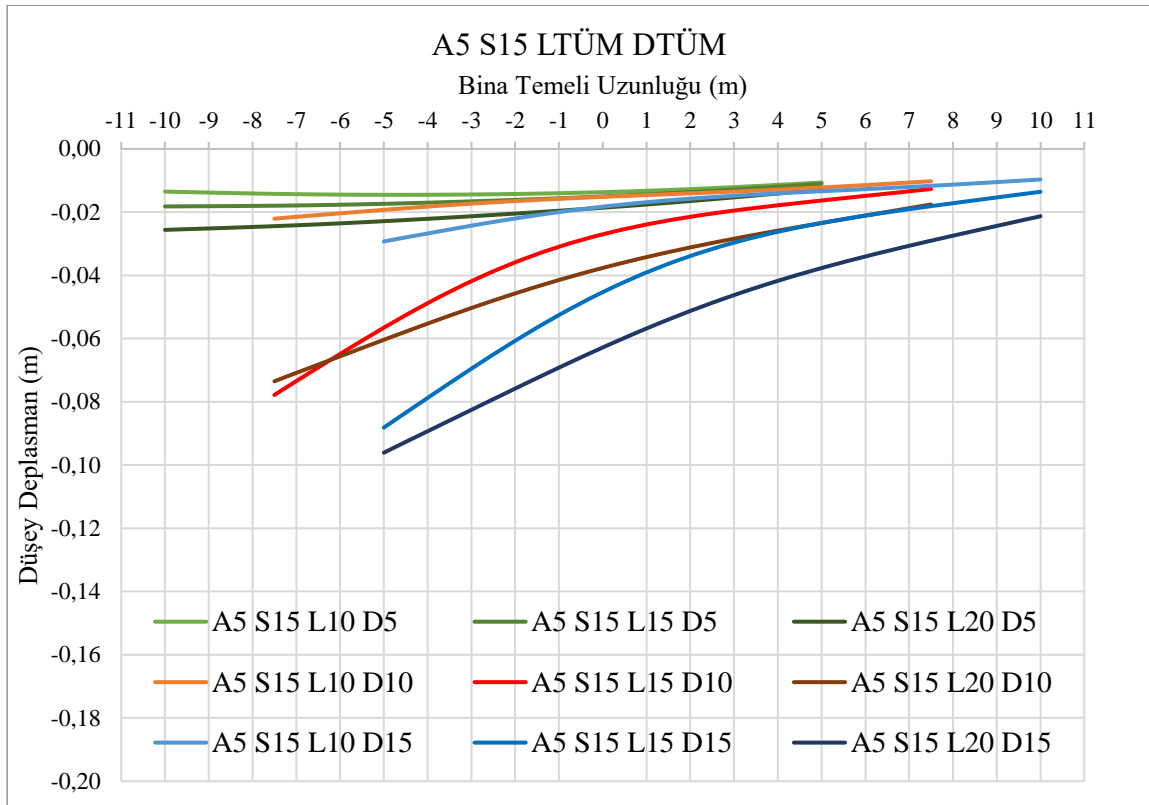


Şekil 6.23. Yapı yükü -obruk çapı düşey deplasman (Uz, mm) etkileşim grafiği

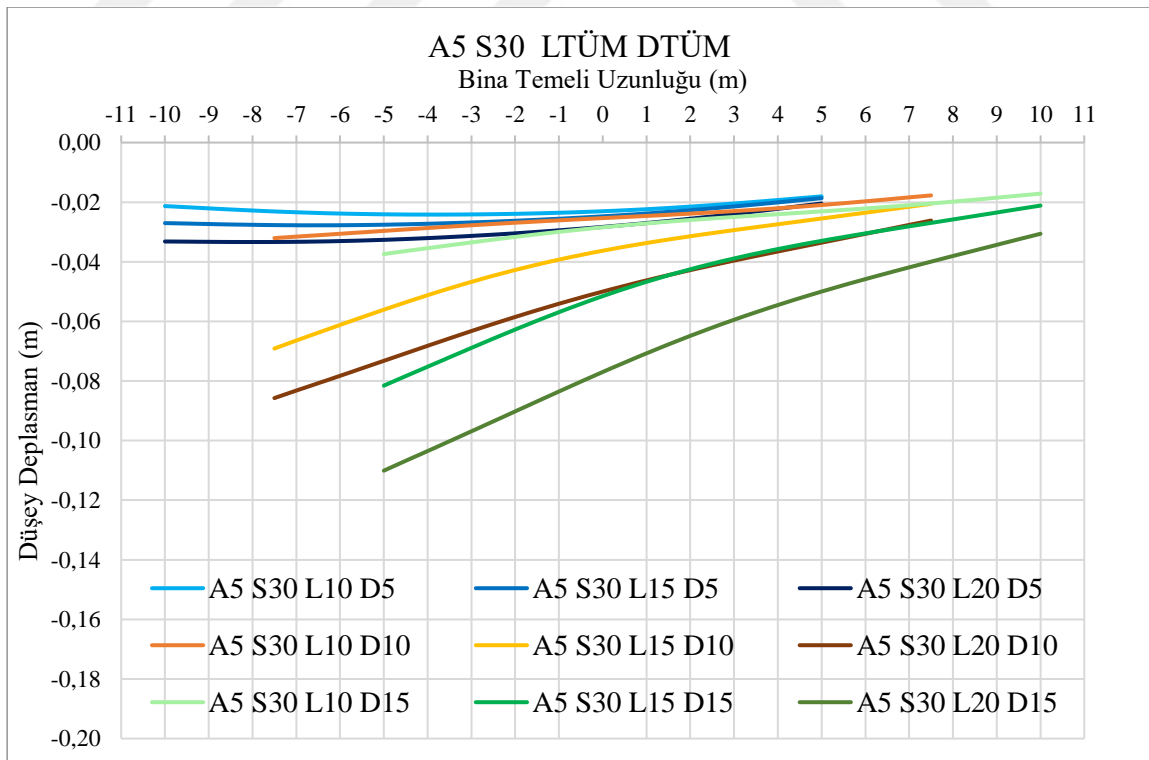


Şekil 6.24. Yapı yükü- Obruk yapı mesafesi düşey deplasman (Uz, mm) etkileşim grafiği

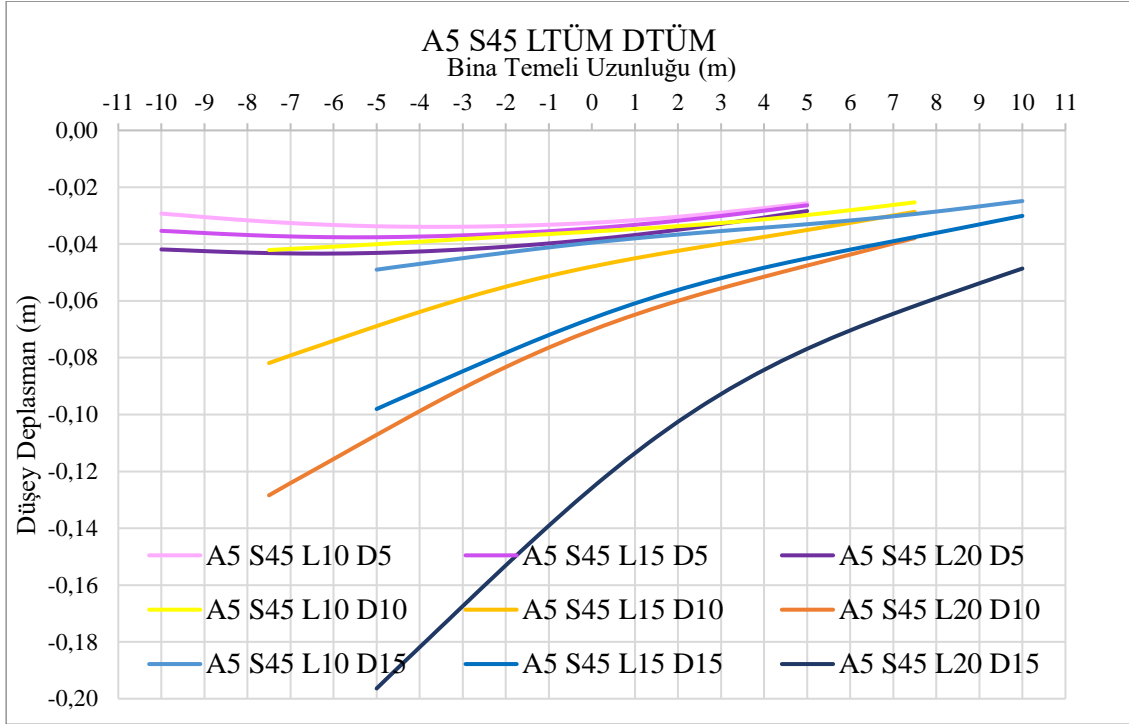
Şekil 6.25.a. , Şekil 6.25.b. ve Şekil 6.25.c.’de verilen tüm grafiklerde görüldüğü üzere yapı yükünün obruk-yapı ilişkisi üzerine etkisi oluşmuştur. Yapı yüklerinin 15 kN/m<sup>2</sup> , 30 kN/m<sup>2</sup>, 45kN/m<sup>2</sup> temelde meydana gelen düşey deplasman değeri de eksi yönde artma oluşmuştur. Özellikle Şekil 6.25.a.’da verilen grafikte yeşil çizgilerle belirtilen, Şekil 6.25.b’ de verilen grafikte mavi çizgilerle belirtilen, Şekil 6.25.c.’de grafikte mor çizgilerle belirtilen, obruk derinliğinin en düşük olduğu 10m değerinde, obruk-yapı mesafesinin en yüksek olduğu 15m mesafesinde ve obruk çapının en düşük olduğu 5m çapında olan modellerde, yapı yükü etkisinin oldukça sınırlı olduğu, temelin her iki ucunda oluşan düşey yerdeğiştirmenin benzer şekilde oluştuğu görülmüştür. Ancak obruk derinliğinin artmasıyla, obruk çapının genişlemesiyle, obruk-yapı mesafesinin azalmasıyla birlikte yapı yükünün etkisinde arttığı, 15 kN/m<sup>2</sup> , 30 kN/m<sup>2</sup> ve 45kN/m<sup>2</sup> yük altında meydana gelen yer değiştirme miktarlarında anlamlı farkların oluştuğu, özellikle 45 kN/m<sup>2</sup> değerinde 196,4 mm’e ulaşmıştır..



Şekil 6.25.a A5 S15 LTÜM DTÜM analizi, düşey deplasman (Uz, mm) etkileşim grafiği



Şekil 6.25.b A5 S30 LTÜM DTÜM analizi, düşey deplasman (Uz, mm) etkileşim grafiği



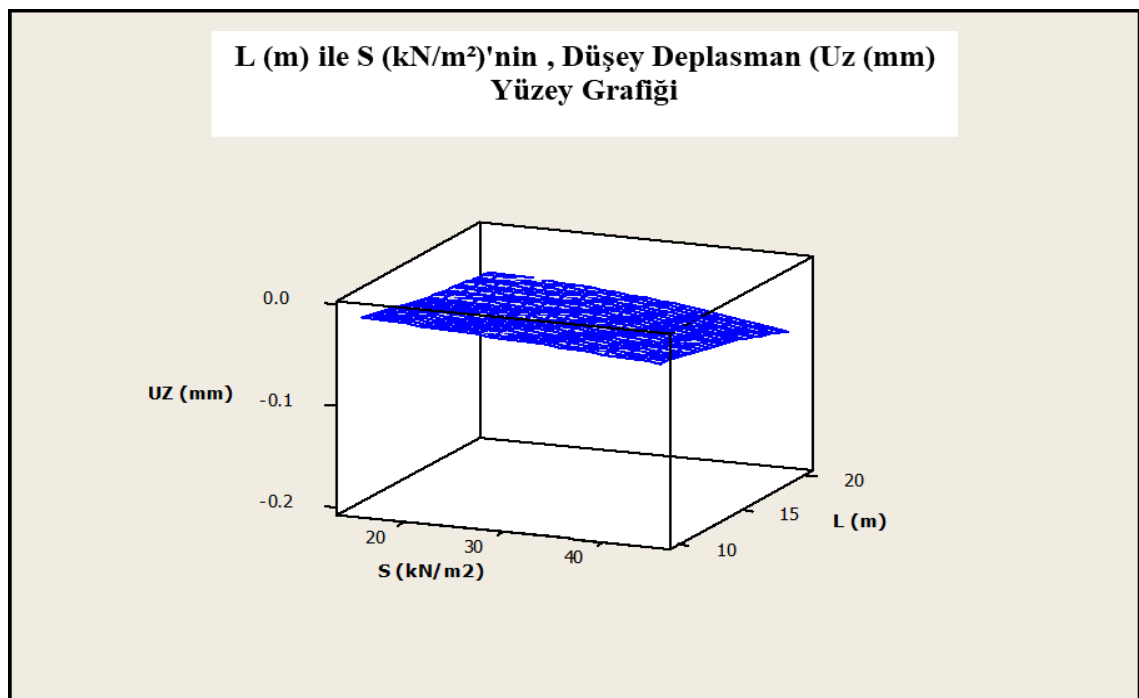
Şekil 6.25.c A5 S45 LTÜM DTÜM analizi, düşey deplasman (Uz, mm) etkileşim grafiği

Tablo 6.6’de gösterilen etkileşim tablosunda yapı yüküne diğer parametrelerin etkisinin temelde meydana gelen düşey deplasman değeri üzerinden karşılaştırma değerleri verilmiştir. Referans olarak alınan D10 L15 A10 S30 analizine göre temelde oluşan eksi yönde en yüksek düşey deplasman -3,4 cm olurken, obruk derinliğinin arttığı, diğer parametrelerin referans alınan analiz değerleri ile aynı olduğu D10 L20 A10 S30 analizinde eksi yönde en yüksek düşey deplasman değeri -5,1 cm olmuştur. Aynı şekilde obruk çapının arttığı, diğer parametrelerin referans alınan analiz değerleri ile aynı olduğu D15 L15 A10 S30 analizinde eksi yönde en yüksek düşey deplasman değeri -4,2 cm olmuştur. Obruk-yapı mesafesinin etkisine bakıldığında, obruk-yapı mesafesinin azaldığı, diğer parametrelerin referans alınan analiz değerleri ile aynı olduğu D10 L15 A5 S30 analizinde eksi yönde en yüksek düşey deplasman değeri, -6,9 cm olmuştur. Obruk derinliğinin 1/2 oranda artırılmasıyla, birlikte düşey deplasman değerinin yaklaşık 2/3 oranda arttığı, obruk çapının 1/3 oranda artırılmasıyla, düşey deplasman değerinin yaklaşık 1/3 oranda arttığı, obruk yapı mesafesinin 1/2 oranda azalmasıyla birlikte düşey deplasman değerinin 2 katı oranda arttığı görülmüştür. Böylelikle obruk-yapı mesafesinin yapıya olan etkisinin doğrudan var olduğu, ancak diğer parametrelerle birlikte etkisinin de arttığı anlaşılmıştır. Şekil 6.26’de yapı yükünün diğer parametrelerle

olan ilişkisini gösterir 3 boyutlu yüzey grafiği verilmiştir. S/L etkileşim grafiğinde ise yapı yükün obruk derinliği üzerinde etkisinin sınırlı olduğu sadece 45 kN/m<sup>2</sup> ve obruk derinliğinin 20m olduğu durumda anlamlı bir etkisi olmuştur. D/A etkileşiminde obruk-yapı mesafesi için  $a < 5$  sınır değeri oluşmuştur. S/D etkileşim grafiğinde ise yapı yükün obruk çapı üzerinde etkisinin sınırlı olduğu sadece 45 kN/m<sup>2</sup> değerinde anlamlı bir etkisi olmuştur. A/S etkileşim grafiğinde ise obruk yapı yükünün, obruk-yapı mesafesi üzerinde etkisinin sınırlı olduğu ancak obruk yapı mesafesi 5m olduğu durumda düşey deplasman değerinde eksi yönde önemli bir artış meydana geldiği görülmüştür. A/S etkileşim grafiğinde obruk-yapı mesafesi için  $A < 5$  sınır değeri ortaya çıkmıştır. Yapı yüküne etkisi en yüksek parametrenin obruk-yapı arası mesafesi olduğu daha sonra benzer düzeyde olan obruk derinliği ve obruk-yapı arası mesafesi olduğu sonucuna varılmıştır.

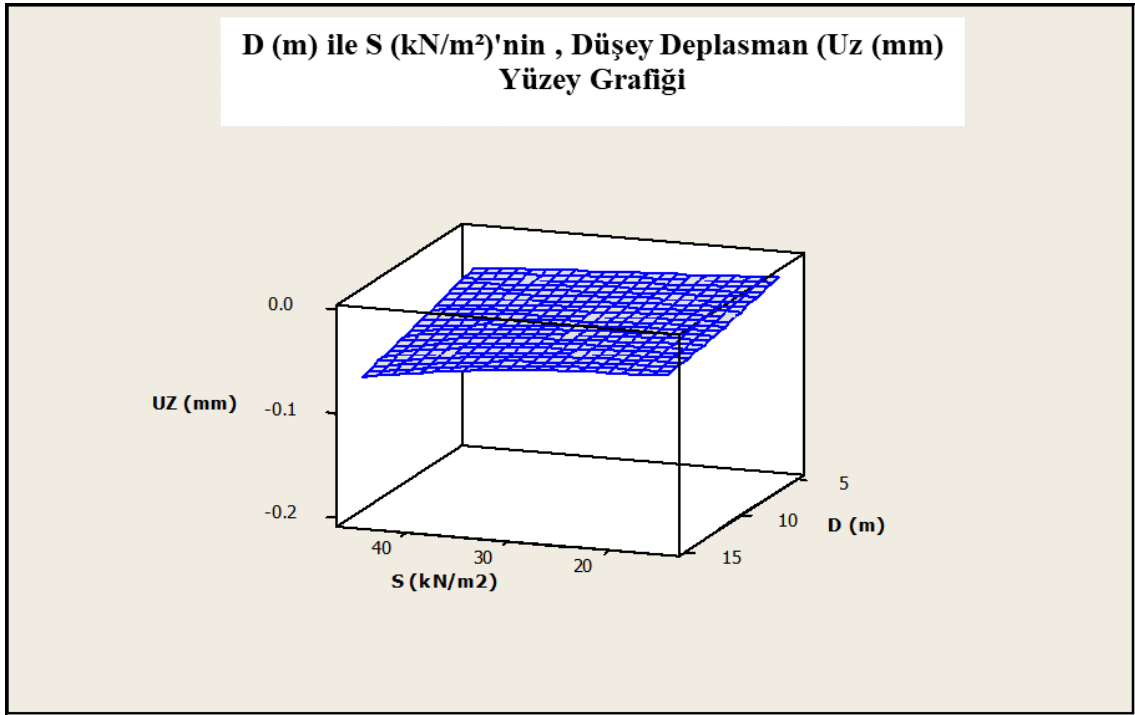
**Tablo 6.6.** Obruk-yapı mesafesi ile diğer parametrelerin etkileşim tablosu

Yapı Yükü Etkileşim Tablosu			
Referans Analiz	D10 L15 A10 S30		
Değer (Uz, cm)	3,4		
	L etkileşimi	D etkileşimi	A etkileşimi
Analiz	D10 L20 A10 S30	D15 L15 A10 S30	D10 L15 A5 S30
Değer (Uz, cm)	5,1	4,2	6,9

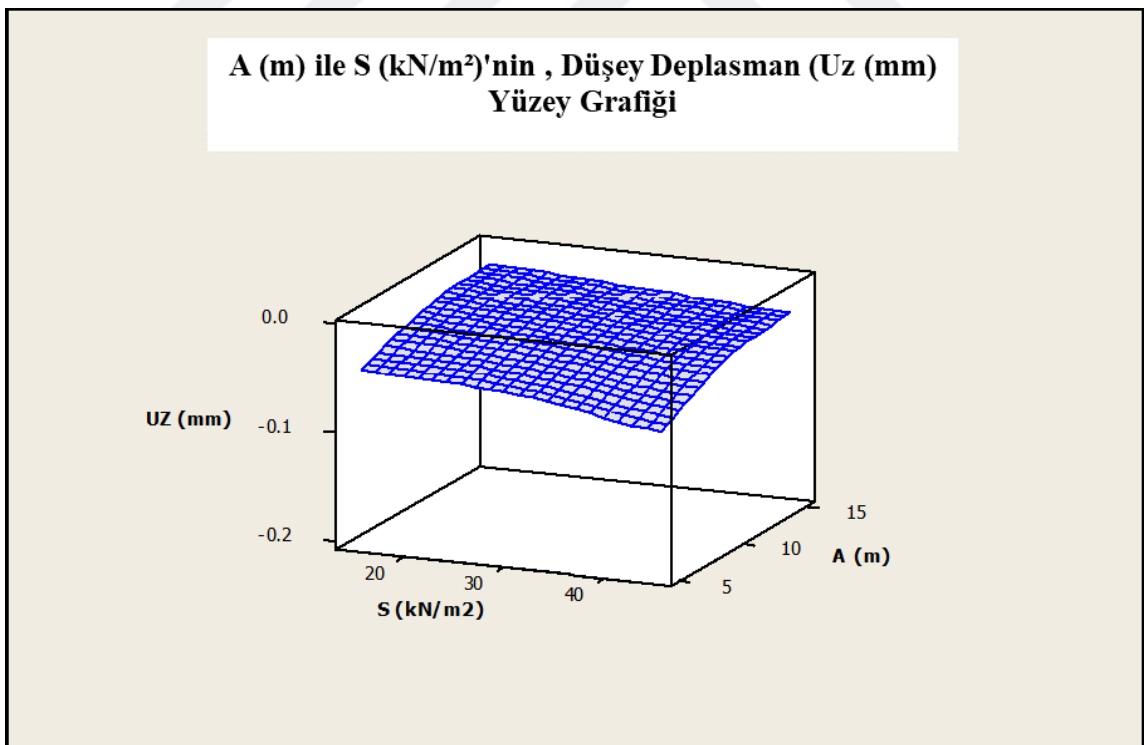


**Şekil 6.26.a** Yapı yükü ve obruk derinliği ,düşey deplasman (Uz, mm) etkileşim grafiği





Şekil 6.26.a Yapı yükü ve obruk çapı ,düşey deplasman (Uz, mm) etkileşim grafiği



Şekil 6.26.a Yapı yükü ve obruk-yapı mesafesi,düşey deplasman (Uz, mm) etkileşim grafiği

## 7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yer altında oluşan kartstik boşluk olan obruklar, dünyada ve ülkemizde sıkça görülmektedir. Ülkemizde son yıllarda sayısı hızla artan obruklar özellikle İçanadolu bölgemizde insuyu formasyonu denilen bölgede görülmektedir. Bölgenin jeolojik yapısı, iklim koşulları ve beşeri faktörler nedeniyle hergeçen gün sayısı artan obruklar son zamanlarda yapılaşmanın olduğu bölgelerde de görülmeye başlanmıştır. Öyleki bu durum bölge insanlarını tedirgin etmiş durumdadır. Obruk konusunda ülkemizde farklı bilim dallarında araştırılma yapılsa da, obruk yapı ilişkisi konusunda bilimsel çalışmaların yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu kapsamda bu tez çalışmasında obrukların yoğun şekilde olduğu bölgenin jeolojik özellikleri ve bölgenin yapı stoğu dikkate alınarak Plaxis 3D Programı ile obruk yapı ilişkisi araştırılmıştır.

Obruk-yapı ilişkisi bağlamında farklı değerlerde 3 adet obruk çapı, 3 adet obruk derinliği, 3 adet obruk-yapı mesafesi ve 3 adet yapı yükü olmak üzere 4 farklı parametre belirlenmiştir. Bu parametreler ve zemin koşullarına sahip toplam 81 adet sonlu elemanlar modeli Plaxis 3D programı oluşturulup seçilen temel tabanındaki deformasyon profillerini belirlemek için analizler gerçekleştirilmiştir. Oldukça kapsamlı veri setinden elde edilen yapı ve obruk etkileşim parametreleri yapıda meydana gelebilecek oturmalar bağlamında değerlendirilmiştir .

### 7.1.Sonuçlar

- 1) Yapılan analizlerde obrukların derinliklerinin yapılar üzerinde olumsuz etkileri olduğu ortaya çıkarılmıştır.Obrukların derinlikleri arttıkça yapılarda meydana gelecek düşey deplasman değerini de artıracak sonucuna ulaşılmıştır.Belirlenen parametrelerde obruk derinliği 20 m olarak belirlenen derinlikte yapıda meydana gelen düşey yerdeğiştirme yüksek çıkaren, obruk derinliği 10m olarak belirlenen obruklarda sınırlı düzeyde etkisi olduğu görülmüştür. Burada yüzdesel oran verelim A15 D5 S15 şartlarında obruk derinliği arttıkça temel altında meydana gelen düşey deplasman % 89 oranında değişir iken A5 D15 S45 şartlarında obruk derinliği arttıkça temel altında meydana gelen düşey deplasman % 300 oranında değişmiştir.
- 2) Yapılan çalışmada obruk-yapı mesafesinin yapı üzerinde ters orantılı şekilde olumsuz etkisi ortaya çıkmıştır. Obruk-yapı mesafesi azaldıkça yapıda meydana getirdiği olumsuz etkiler artmaktadır.Çalışmada belirlenen obruk-yapı mesafesi

15 m olan oluşumlarda, yapıda meydana getirdiği düşey deplasman sınırlı düzeyde olduğu halde, obruk yapı mesafesi 5m olan oluşumlarda yapıda meydana gelen düşey deplasman değerinin yükseldiği görülmüştür. L10 D5 S15 şartlarında obruk derinliği arttıkça temel altında meydana gelen düşey deplasman % 26 oranında değişir iken L20 D15 S45 şartlarında obruk derinliği arttıkça temel altında meydana gelen düşey deplasman % 315 oranında değişmiştir.

- 3) Belirlenen parametrelerden bir diğeri olan obruk çapının yapı üzerinde etkisi olduğu belirlenmiştir. Büyük çapta oluşan obruklar küçük çapta oluşan obruklara göre yapılara daha çok olumsuz etkisi olduğu ortaya çıkmıştır. Yapılan analizlerde obruk çapı 5 m olan obruk oluşumlarının yapı üzerine etkisi sınırlı düzeyde kalırken, obruk çapı 15 m olan obruklarda yapı üzerine olumsuz etkisinin arttığı anlaşılmıştır. A15 L10 S15 şartlarında obruk derinliği arttıkça temel altında meydana gelen düşey deplasman % 116 oranında değişir iken A5 L20 S45 şartlarında obruk derinliği arttıkça temel altında meydana gelen düşey deplasman % 368 oranında değişmiştir.
- 4) Farklı kat yüksekliği olarak belirlenen yapı yükü etkisinin yapılarda meydana getirdiği düşey deplasman değerleri yük oranında arttığı görülmüştür. Obruk oluşumu ile yapı yükü etkisinin ise özellikle belirlediğimiz en yüksek yük değeri olan 45 kN/m<sup>2</sup> yükte etkisini gösterdiği, diğer düşük yükler altında sınırlı düzeyde olduğu anlaşılmıştır. A15 L10 D5 şartlarında obruk derinliği arttıkça temel altında meydana gelen düşey deplasman % 141 oranında değişir iken A5 L20 D15 şartlarında obruk derinliği arttıkça temel altında meydana gelen düşey deplasman % 104 oranında değişmiştir..
- 5) Belirlenen parametrelerin herbirinin birbiri ile bağlantısı olduğu ortaya çıkmıştır. Temelde meydana gelen en fazla düşey deplasman obruk çapının en yüksek, obruk derinliğinin en büyük, obruk-yapı mesafesinin en kısa ve yapı yükünün en yüksek olduğu D15 A5 L20 S45 analizinde meydana gelmiştir. Yapılan analizlerde temelin obruk tarafında olan kısmın  $X_1 = -19,34$  cm  $U_z$  yönünde deplasman yapmıştır. Temelde meydana gelen en düşük düşey deplasman obruk çapının en düşük, obruk derinliğinin en küçük, obruk-yapı mesafesinin en uzun ve yapı yükünün en düşük olduğu D5 A15 L10 S15 analizinde meydana gelmiştir. Yapılan ölçümde temelin obruk tarafında olan kısmın  $X_1 = -1,08$  cm  $U_z$  yönünde deplasman yapmıştır.

- 6) Yapılan analizler sonucu belirlenen parametreler çerçevesinde bazı sınır değerler elde edilmiştir. Obruk derinliği için  $L > 15$  m , Obruk çapı için  $D > 10$  m, obruk-yapı mesafesi için  $A < 5$  m, Yapı yükü  $S > 45$  kN/m<sup>2</sup> olduğu durumlarda obruk-yapı ilişkisinde etkilerinin arttığı belirlenmiştir.
- 7) Yapılan çalışmada özellikle obruk derinliği, obruk çapı, obruk-yapı mesafesi parametrelerinden herhangi ikisinin 6. Maddede belirtilen sınır değerlerin üstünde birlikte olması halinde yapıda meydana getirdiği düşey deplasman değerine çarpan etkisi yaratmakta ve yüksek deplasman yapmasını sağladığı anlaşılmıştır.

## 7.2.Öneriler ve Gelecek Çalışmalar

Türkiye’de ve dünyada meydana gelen obrukların çoğalması ve yerleşim bölgelerine doru yaklaşması mevcut yapı stokunu tehdit etmektedir. Söz konusu obrukların oluşumunu engelleyecek tedbirler alınması gerekmektedir. Özellikle küresel iklim koşullarında dikkate alınarak, yer altı suyunun azalmasına sebebiyet veren beşeri faktörler gözden geçirilmeli, tarımsal amaçlı sulamalar hakkında inananların bilinçlendirilmesi ve belli kurallar getirilmesi gerekmektedir. Özellikle obruk yoğunluğunun fazla olduğu bölgelerde obruk tehlike haritaları çıkarılmalı yerel yönetimler bu konuda bilgilendirilmelidir.

Yapılan bu tez çalışmasından elde edilen bulgular geliştirilerek olası obruk oluşumu bölgelerinde mevcut bulunan yapısal stok değerlendirilmelidir. Bu şekilde obruk oluşumu ihtimali olan bölgeler için yapısal risk haritaları hazırlanmalıdır. Özellikle obruk derinliklerinin önemli bir parametre olması sebebiyle derin obruk oluşumu beklenen bölgeler için gerekirse yapısal tahliye yada güçlendirme önerileri getirilmelidir. Uray ve ark (2015) yaptığı çalışmaya benzer şekilde derin öğrenme ve akıllı sistemler kullanılarak obruk oluşum bölgeleri tahmin edilmeli ve olası yapısal hasar indexleri oluşturularak obruk-yapı hasarı etkileşimine bağlı risk haritası çıkarılmalıdır. Bu konuda özellikle yerel yönetimler uyarılmalı obruk tehlike haritaları veya mevcut oluşmuş obruklar hakkında özellikle derin obruklar, büyük çaplı obrukların etrafında yapılaşmaya izin vermemesi, riskli gördüğü alanlarda mevcut yapı ile olması muhtemel obruk arasında etkileşim analizi yaptırması uygun olacaktır.

## KAYNAKLAR

- Altuğer, C., (2018), Konya-Karapınar Bölgesindeki Obrukların Konumsal İstatiksel Analizi, Tezsiz Yüksek lisans Dönem Projesi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, 1-2.
- Arık, F., 2018, Obruklar Orta Anadolu Da Obruk Oluşumları Ve Çözüm Önerileri, Maden ve İnsan Dergisi, 3, 46-52.
- Boyracı, H.M., (2019), Konya Civarındaki Obrukların Jeolojik-Jeofizik Yöntemlerle Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 7.
- Bozyiğit, R., Tapur, T., 2009, Konya Ovası Ve Çevresinde Yeraltı Sularının Obruk Oluşumlarına Etkisi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi Cilt 21, sf. 137-155,
- Cennamo, C., Angelillo, M., Cusano, C., 2017, Structural Failures Due To Anthropogenic Sinkholes In The Urban Area Of Naples And The Effect Of A FRP Retrofitting, Composites Part B 108, İtaly, 190-199.
- Ciantia, M. (2023). Numerical Assessment Of Sinkhole-Induced Damage To Buildings, Paper Presented At Geo-Resilience, United Kingdom.
- Demir, V., Uray, E., Orhan, O., Yavariabdi, A., Kusetoğulları, H., 2021 Trend Analysis of Ground-Water Levels and The Effect of Effective Soil Stress Change: The Case Study of Konya Closed Basin, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 24, 515-522.
- Demir, V., 2022, Trend analysis of lakes and sinkholes in Konya Closed Basin, Natural Hazards, 112, 2873–2912
- Emeriault, F., Caudron, M., Kastner, R. and Heib, M.A., 2006, Sinkhole And Soil-Structure Interactions: Development Of An Experimental Model, International Conference On Physical Modeling In Geotechnics, Hong-Kong, 2-7.
- Emeriault, F., Caudron, M., Kastner, R. and Heib, M.A., 2006, Numerical Modeling Of The Soil Structure Interaction During Sinkholes, European Conference On Numerical Methods In Geotechnical Engineering, Portugal, 2-7.
- Ertek, T.A., 2009, Obruk Platosunda Devam Eden Obruk Oluşumları, Bilim Ve Teknik Dergisi, 506, 67-71.
- Galve, J. P., Gutiérrez, F., Lucha, P., Guerrero, J., Bonachea, J., Remondo, J., and Cendrero, A., 2008, Probabilistic Sinkhole Modelling For Hazard Assessment, Earth Surface Process Landforms, 34, 436-452.
- Günay, G. ve ark., 2010, Konya Karapınar Obruks (Sinkholes) Of Turkey, In Advances In Research In Karst Media, Springer, 367-372.
- Gutiérrez, F., Galve, J.P., F., Lucha, J., Bonachea, Jordá, L., Jordá. R., 2009, Investigation Of A Large Collapse Sinkhole Affecting A Multi-Storey Building By Means Of Geophysics And The Trenching Technique, Environ Geol, Spain, 1107–1122

- Heib, M.A., Nghiem, H.L., and Emeriault, F., 2013, Understanding Sinkhole Consequences On Masonry Structures Using Large Small-Scale Physical Modeling, Seventh International Conference On Case Histories In Geotechnical Engineering, Chicago, 5-23.
- Nam, B.N., and Kim, Y., 2017, Karst Sinkhole Detection Characterization And Engineering, GS Spring National Conference, Seoul / Korea, 37-47.
- Navruz, M., 2015, Gerçek Zamanlı Kinematik (Rtk-Gps) Tekniğinin Jeolojik Ve Jeofizik Disiplinlerle Obruk Oluşumunda Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 396-396.
- Orhan, O., 2019, Uzaktan Algılama Ve Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Muhtemel Obruk Alanlarının Belirlenmesi, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 4-162.
- Siegel, T.C. and Cargill, P.E, Daniel, W.M. 2010, Geosynthetic Reinforcement Above Sinkholes To Protect Landfill Liners, [https://danbrownandassociates.com/wp-content/uploads/2010/05/Geosynthetic-Reinforcement-Above-Sinkholes-to-Protect-Landfill-Liners\\_Siegel-et-al\\_2001.pdf](https://danbrownandassociates.com/wp-content/uploads/2010/05/Geosynthetic-Reinforcement-Above-Sinkholes-to-Protect-Landfill-Liners_Siegel-et-al_2001.pdf)
- Shiau, J., ve Hassan, M., M., 2021, Numerical Modelling Of Three-Dimensional Sinkhole Stability Using Fnite Diferent Method, İnnovative Infrastructure Solutions, Australia, 6:183
- Soliman, M.h, Youn, H., Shamet, R., Nam, B.H., Kim, Y.J., 2019, Numerical İnterestigation On The Mechanical Behaviour Of Karst Sinkholes, Enviromental Geotechnics, USA, 367-381
- Sputo, T., 1993, Sinkhole Damage To Mansory Structure, ASCE Journal Of Performance Of Constructed Facilities, 7:67-72
- Şen, M., 2018, Afet Yönetimi İçin İHA Görüntülerinin Kullanımı Ve Karapınar Obrukları Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 4-51
- Pekkan, E., 2004, Konya Kapalı Havzası'nda Karstik Çöküntü Yapıları Olan Obrukların Oluşumunu Etkileyen Hidrojeokimyasal Süreçlerin İncelenmesi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 92
- Talib, O.C., Shimon, W., Tonian, R., 2022, Detection Of Sinkhole Activity İn West-Central Florida Using Insar Time Series Observations, Remote Sensing Of Environment, USA, 269
- Tapur, T. ve Bozyiğit, R., 2015, Konya İlinde Güncel Obruk Oluşumları, Marmara Coğrafya Dergisi, 31, 415-444.
- Törk, K. ve ark., 2013, Konya Havzasında Karstik Çöküntü Alanların Belirlenmesi Ve Tehlike Değerlendirmesi, MTA, Ankara, 15-297.

- Uzuner, B.A., 2007, Çözümlü Problemlerle Temel Zemin Mekaniği, Derya Kitapevi, 192-195.
- Uray, F., Metin, A., Varlık, A. 2015, 3D Architectural surveying of Diyarbakır walls Ulu Beden Tower with terrestrial laser scanner, Procedia Earth and Planetary Science, 73- 78.
- Youssef, A. M., Kaliouby, H.E., and Zabramawi, Y.A., 2012, Sinkhole Detection Using Electrical Resistivity Tomography İn Saudi Arabia, Journal Of Geophysics And Engineering, 9, 655-662.
- Zhao, Y., Shi, Y., Wu, F., Sun, R., and Feng. H., 2021, Characterization Of The Sinkhole Failure Mechanism İnduced By Concealed Cave, Engineering Failure Analysis, 1-7.
- Zisman, E. D., P.E, P.G, 2009, Forensic Considerations İn Sinkhole Investigations, Forensic Engineering Congress, USA,
- Zisman, E.D., 2013, The Florida Sinkhole Statute: İts Evolution, İmpacts And Needed İmprovements, Carbonates Evaporites, 28: 95-202

URL-1

<https://www.ktun.edu.tr/tr/Birim/Hakkimizda/?brm=ojQNR4p1u++om3/qIySkkA==>



**EKLER**

**EK-1** Konya İlinde oluşan obruklar tablosu (Konya Afad tarafından yapılan çalışılardan alınmıştır.Sayılar değışkenlik göstermekte olup sürekli güncellenmektedir.)

<i>İli</i>	<i>İLÇESİ</i>	<i>MAHALLESİ</i>	<i>Obruk Türü</i>	<i>Oluşum yılı</i>	<i>z</i>	<i>Uzun Eksen (m)</i>	<i>Kısa Eksen (m)</i>	<i>Derinlik (m)</i>	<i>Su durumu</i>
KONYA	Akören	Alanköy	Örtü Çökme	-	1430	235	210	24	Susuz
KONYA	Akören	Belkuyu	Örtü Çökme	-	1311	345	200	49	Susuz
KONYA	Akören	Ahmediye	Örtü Oturma	2002	1056	70	70	10	Susuz
KONYA	Akören	Ahmediye	Örtü Oturma	2002	1055	22	22	5	Susuz
KONYA	Akören	Ahmediye	Örtü Oturma	2002	1054	11	11	3	Susuz
KONYA	Bozkır	Kınık	Örtü Çökme	-	1513	370	370	22	Susuz
KONYA	Bozkır	Aydıncışla	Örtü Çökme	-	1467	450	450	32	Susuz
KONYA	Cihanbeyli	Yapalı	Örtü Oturma	25.12.2018	1008	16	16	1	Susuz
KONYA	Cihanbeyli	Yapalı	Örtü Oturma	14.05.2020	967	17	17	10	susuz
KONYA	ÇUMRA	Uzunkuyu	Örtü Oturma	-	1006	50	18	2	Kuru
KONYA	ÇUMRA	Uzunkuyu	Örtü Oturma	-	1006	475	430	5	Kuru
KONYA	ÇUMRA	Uzunkuyu	Örtü Oturma	-	1004	30	21	1	Kuru
KONYA	ÇUMRA	Adakale	Örtü Oturma	-	1011	5,2	4,8	0,6	Kuru
KONYA	ÇUMRA	Adakale	Örtü Oturma	-	1007	3,55	3,4	0,45	Kuru
KONYA	ÇUMRA	Adakale	Örtü Oturma	-	1000	4,7	3,2	0,35	Kuru
KONYA	ÇUMRA	Adakale	Örtü Oturma	-	1005	9	4,8	0,4	Kuru
KONYA	ÇUMRA	Adakale	Örtü Oturma	-	1010	28	11,5	0,5	Kuru
KONYA	ÇUMRA	Adakale	Örtü Oturma	-	999	10	9,3	0,6	Kuru
KONYA	ÇUMRA	Adakale	Örtü Oturma	-	999	3,8	2,5	0,25	Kuru

KONYA	ÇUMRA	Adakale	Örtü Oturma	-	1008	11,6	8,3	1,25	Kuru
KONYA	ÇUMRA	Adakale	Örtü Oturma	-	996	12	5	1,5	Kuru
KONYA	ÇUMRA	Adakale	Örtü Oturma	-	1001	12	6	0,4	Kuru
KONYA	ÇUMRA	Adakale	Örtü Oturma	-	999	9	3	0,3	Kuru
KONYA	ÇUMRA	Adakale	Örtü Oturma	-	1005	2	1,5	1	Kuru
KONYA	ÇUMRA	Sürgüç	Örtü Oturma	2007	1005	8,1	5,8	2	Kuru
KONYA	ÇUMRA	Uzunkuyu	Örtü Oturma	-	1009	32	21	50	Kuru
KONYA	Çumra	Gökhüyük	Örtü Oturma	-	1035	325	245	25	Sulu-15
KONYA	Çumra	Apasaraycık	Örtü Oturma	-	1065	225	150	32	Sulu-5
KONYA	Çumra	Alibeyhüyüğü	Örtü Oturma	-	1038	180	160	5	Susuz
KONYA	Çumra	Tahtalı	Örtü Çökme	-	1442	215	275	24	Susuz
KONYA	Çumra	İçeriçumra	Örtü Oturma	2006	1025	5	5	9	Kapatılmış
KONYA	Çumra	İçeriçumra	Örtü Oturma	2012	1027	10	10	8	Kapatılmış
KONYA	Ereğli	Kutören	Örtü Oturma	-	1110	810	760	30	Susuz
KONYA	Ereğli	Karaburun	Örtü Çökme	7.10.2020	1011	8	8	15	susuz
KONYA	Kadınhanı	Çavdar	Örtü Oturma	2013	1004	18	13	7	Susuz
KONYA	Kadınhanı	Kolukısa	Örtü Oturma	14.03.2020	1039	0,5	0,5	4	susuz
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	994	4,3	3,6	0,65	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	993	3,7	3,5	0,8	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	993	6,1	3,2	0,7	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	991	7,3	5,1	1,25	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	995	5,8	4	1,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	990	13,9	10,2	1,4	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	997	6,8	5,2	1,1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	995	12,4	9,8	1,4	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	993	2,6	2,4	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	998	5,7	5,7	1,1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	998	10,1	7,9	1,2	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	996	4,8	4,2	0,3	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	995	6,3	5,1	0,55	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	994	4,8	4,8	2	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	994	6,4	5,8	0,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	996	4,5	3,8	1,3	Kuru

KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	997	4,4	3,38	2	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	993	5,7	4,8	1,7	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	990	5,77	5,2	0,35	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	992	6,2	4,2	0,4	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	989	5,9	4,9	1,4	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	991	6,2	5,7	0,8	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	992	6,1	5,9	0,4	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	995	12,9	11,9	2,3	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	993	5,7	3,9	2	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	2015	997	17,7	13	2	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	991	2,8	2,5	0,8	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	2015	992	3,6	2,6	0,8	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	2018	989	2,36	1,8	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	994	11,1	8,4	0,75	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	994	11,1	6,8	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	995	7,8	6,5	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	993	5,4	4,4	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	992	5	4,4	0,35	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	995	17,3	7,5	1,55	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	997	2,8	2,1	0,3	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	992	9,4	6,8	2,2	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	991	8,6	7,8	1,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	992	7	6,5	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	993	7,6	6,7	0,4	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	995	11,7	8,3	2	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	992	27,8	21,8	3	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	995	18,8	10,4	1,3	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	993	7,3	4,7	1,4	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	989	33,4	14,5	2	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	988	38,4	24,3	2	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	992	6,9	3,9	0,3	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	991	26,8	13,1	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	996	33,2	21,9	1,5	Kuru

KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	995	5,9	5,9	0,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	992	10,6	8	0,3	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	989	19,9	10,8	0,4	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	992	10,4	7,5	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	990	9,6	7	0,75	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	991	14,1	8,6	0,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	991	7,4	7,4	0,4	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	989	7,5	6,8	1,4	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	993	11,5	11,3	2	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	996	3,6	3,6	0,35	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	988	10,5	8,1	0,45	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	990	1,6	1,2	2	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	986	18,5	10,3	1,75	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	989	5	4,1	1,75	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	990	8,1	6,6	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	2020	990	29	25	3	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	992	5,6	5,1	1,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	994	9,6	8,7	1,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	995	11,1	6,8	0,75	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	992	4	3,3	1,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	995	9,5	9,5	1,25	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	992	4,5	4,5	1,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	990	7,1	6,1	1,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	998	3,6	2,1	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	991	4,3	3,5	1,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	994	11,3	7,2	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	996	6,4	5,8	0,8	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	999	21,7	6,35	1,25	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	996	19,9	13,1	1,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	994	8,1	4,4	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	987	18,5	15,3	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	995	6,6	4,8	0,7	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	1002	8,7	5,9	0,6	Kuru

KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	1001	6,9	6,9	0,4	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	1002	10,3	8	0,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	992	22	20,9	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	993	25,7	21,9	0,6	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	988	3,2	2,3	1,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	990	1,9	1,4	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	994	9,1	7,9	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	996	7	7	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	992	3,8	1,8	2	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	995	8	7,3	0,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	992	6	6	0,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Sazlıpınar	Örtü Oturma	-	1005	5,9	4,4	0,8	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Sazlıpınar	Örtü Oturma	-	1011	8,6	5,9	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Sazlıpınar	Örtü Oturma	-	1007	3,6	2	2	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Sazlıpınar	Örtü Oturma	-	1007	15,3	11,4	0,75	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Sazlıpınar	Örtü Oturma	-	1007	3,1	2,6	2,2	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Sazlıpınar	Örtü Oturma	2017	1007	60,3	42,7	3	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Gazi Osman Paşa	Örtü Oturma	-	1003	10	10	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Gazi Osman Paşa	Örtü Oturma	2005-2006	1007	35,8	27	1,8	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Gazi Osman Paşa	Örtü Oturma	-	1008	17	12	0,45	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Gazi Osman Paşa	Örtü Oturma	2018 Eylül	1006	27	21	14	Sulu
KONYA	KARAPINAR	Hotamış	Örtü Oturma	-	1007	11	8	1,6	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	994	5,7	5	0,4	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	991	5	5	0,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	991	5	5	0,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	996	7	7	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	991	4	4	0,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Adalet	Örtü Oturma	2007 Ağustos	1017	24	16,6	1,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	995	2,8	2,8	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Hotamış	Örtü Oturma	-	1013	120	60	5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Hotamış	Örtü Oturma	-	1006	44,6	40	9	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Hasanoba	Örtü Oturma	-	1018	9,1	4,1	2	Kuru

KONYA	KARAPINAR	Hasanoba	Örtü Oturma	-	1019	1	1	0,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Karakışla	Örtü Oturma	-	1050	900	500	40	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fatih	Örtü Oturma	2012	991	9,6	7,4	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fatih	Örtü Oturma	-	991	18,1	10,5	1,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fatih	Örtü Oturma	-	991	13,3	12,8	1,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	992	3	3	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Kayacık	Örtü Oturma	-	1022	10,6	9,5	8,2	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Ortaoba	Örtü Oturma	-	1002	24	14	0,75	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Ortaoba	Örtü Oturma	-	999	36	22	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Ortaoba	Örtü Oturma	-	999	1,6	0,9	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yunus Emre	Örtü Oturma	-	1092	505	267	40	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yunus Emre	Örtü Oturma	-	1071	878	590	97	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Sandıklı	Örtü Oturma	-	1001	63,4	50,6	3	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Sandıklı	Örtü Oturma	2008 Kasım	1012	36	29	45	Sulu
KONYA	KARAPINAR	Sandıklı	Örtü Oturma	3.04.1905	997	107	100	3	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Çiğil	Örtü Oturma	-	1006	51	37	15	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Hotamış	Örtü Oturma	-	1003	34,3	26,6	2,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Hotamış	Örtü Oturma	-	1003	22,9	19,4	3,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Hotamış	Örtü Oturma	2020 Temmuz	996	24,5	16	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	KARAKIŞLA	Örtü Oturma	-	1087	380	260	75	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Kayacık	Örtü Oturma	2020	1018	6,7	4,7	0,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	995	4,32	2,63	0,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Adalet	Örtü Oturma	-	1036	21	16	1,25	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Adalet	Örtü Oturma	-	1036	10	10	1,25	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2008 Ekim	1003	19,7	13,5	0,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	989	2,4	1,7	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1065	475	430	75	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1054	387,5	354,3	50	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1077	93	55	22	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1058	660	350	85	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1064	6	4,2	0,4	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1063	4,2	3,8	0,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1070	280	250	0,4	Kuru

KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1059	700	690	80	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1026	196	150	20	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1038	50	32	19	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1047	670,9	784,7	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1007	20	20	2	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1065	310-660	280-590	74	Sulu
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1062	190	190	20	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1043	141	120	25	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1065	495	455	72	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1065	570	480	68	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1074	403	270	10	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1073	780	660	60	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1066	22	22	75	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1056	340	220	29	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1059	490	420	45	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1051	150	140	18	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1075	320	255	80	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1073	538	390	43	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1083	55	55	5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1074	316	272	28	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1029	245	210	30	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1056	80	80	7	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1063	820	630	85	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1031	560	420	52	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1061	509	383	20	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1058	310	310	20	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1071	354	303	134	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1041	170	140	15	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1033	8,8	4,5	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1047	210	210	52	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1070	129,6	106,9	10	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1043	9,5	8,2	1	Kuru



KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1039	340	340	25	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1041	41	35	6	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1061	80	80	10	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	1.06.2019	1057	10	10	0,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1055	90	80	15	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1051	95	85	10	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1023	174,8	164,3	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	2020	1029	28	24	3,1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1028	301,3	239,5	12	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2020 (ana obruk eski)	1047	55	55	5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1058	40	18	5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1050	11	6,2	1,35	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1051	7	2	1,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1050	80	40	2	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1057	170	90	10	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1057	240	160	10	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1068	68	40	6	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1066	25	25	4	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1062	55	45	11	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1063	30	25	2	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1072	15	13	8	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1020	469,4	429,6	35	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2015	1025	4,5	3,4	3	Gömülü
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1028	69	69	4	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1037	70	50	4	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1045	45	45	4	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1043	6	5,3	0,4	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1049	40	40	2	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1043	25	25	6	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	1995 Nisan	1028	57	57	26	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1033	210	172	8	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1033	4	3	0,3	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1033	3	2,2	0,3	Kuru

KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1031	31	25	0,3	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	5.06.1905	1029	16	16	4	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1029	50	50	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	1995	1031	63	51	6	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1090	180	145	12	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Cumhuriyet	Örtü Oturma	-	1079	290	245	50	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1058	650	207	20	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1064	300	150	13	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1067	280	280	12	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1068	168	152	8	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	1977 Mayıs	1044	24	24	80	Sulu ?
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1046	9,5	9,5	0,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1046	150	120	10	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1049	35	25	1,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1051	87	50	4	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1050	58	42	1,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1048	50	50	1,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1037	150	112	5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1029	130	107	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1034	90	73	2	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1034	68	57	2	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1032	103	75	2	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1028	9,3	8,3	1,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1033	136	87	1,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1031	85	60	2	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1048	92	40	3	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1047	4	3	0,4	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1038	23	20	3	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1034	65	57	2	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1032	50	50	3	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	15.02.2019	1053	10,2	9	10	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1048	31,9	29,6	0,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	16.04.2020	1048	47,5	36,7	10	Kuru

KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1053	344,6	219,4	6	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1052	100	80	18	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1061	20	20	6	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1056	200	150	7	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1057	114	100	6	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1055	109	50	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1061	50	50	2	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1060	190	60	4	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1040	40	40	2	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1043	190	130	6	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1044	97,4	69,5	4	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1042	60	40	3	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1041	150	150	5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1047	70	70	5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1037	60	60	4	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1039	160	130	12	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1038	20	20	2	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1036	80	60	5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1039	180	100	5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2017-Mayıs	1032	60	60	11	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1050	280	200	6	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1056	10	10	30	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1064	140	140	10	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	8.02.2018	1056	25	25	12	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1066	15	10	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	24.08.2020	1059	23	23	60	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1058	5	5	60	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1060	30	20	6	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1058	35	35	2	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1051	40	40	4	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	14.07.2018	1056	60	60	25	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1052	370	170	10	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	2017-2018	1057	30	30	10	Kuru

KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	1985?	1063	75	75	10	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	Aralık-2019/Ocak-2020	1057	6,5	5,5	10	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1042	250	150	10	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1055	7,2	4,2	6,3	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1062	2,5	2,5	0,5	kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1065	35	35	3	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	2020	1047	12,2	10,2	16	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1067	20	20	10,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1055	50	50	2	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1054	53	53	4	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1002	140	140	10	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1060	100	100	10	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1069	40	40	5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1000	60	60	6	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1065	35	25	4	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1069	72	72	8	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2018?	1070	5	5	20	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1084	12	7	8,7	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1081	53	23	1,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1090	45	40	4	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1082	46	41	5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1074	30	23	3	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1040	62	44	6	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2012	1025	25	15	4	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2016	1033	18	15	8	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2017	1033	14	9	5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2019-Ağustos	1041	5	5	14	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1046	38	35	3	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2000	1026	22	15	2	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2019-şubat-mart	1025	26	21	10	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2019-ekim-kasım	1027	30	20	6,6	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1028	28	20	5	Kuru

KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2016	1039	27	22	5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2017	1033	83	64	2	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2009 Şubat	1033	25	19	4,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1032	12	12	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1041	12	9	5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2017	1039	10	8	10	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2018	1035	15	9	6	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2019-Aralık	1042	25	21	1,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1041	46	46	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1041	28-58	23-58	7	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1026	21	15	1,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1028	30	30	3	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1020	26	20	4	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2011	1025	27	20	2	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2015-2016	1024	18	15	4	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1030	29	18	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1049	200	114	10	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1064	45	41	10	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	5.06.1905	1072	38	38	9	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1018	47	45	2	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1011	27	21	12,6	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	25.05.1905	1087	20	18	35	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2017	1010	33	25	1,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1004	5,5	4,5	3,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2019	1005	18	12	2,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2016	1007	14	8	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2006	1017	24	20	0,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2016	1008	30	28	4	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2008	1002	10	9	9	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2019	1013	18	12	12	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	23.07.2020	1012	34	25	22	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Hotamış	Örtü Oturma	2009-Şubat	1005	57	50	76	Sulu

KONYA	KARAPINAR	Cumhuriyet	Örtü Oturma	2006-Nisan	1001	22	12	8,6	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Adalet	Örtü Oturma	-	1011	20	15	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Adalet	Örtü Oturma	-	1020	22	18	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Adalet	Örtü Oturma	-	1019	35	20	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Adalet	Örtü Oturma	-	1023	12	8	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Adalet	Örtü Oturma	-	1021	20	20	5,2	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Adalet	Örtü Oturma	-	1043	47	40	0,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Adalet	Örtü Oturma	-	1044	80	44	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Adalet	Örtü Oturma	-	1071	60	42	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Adalet	Örtü Oturma	-	1070	42	26	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Adalet	Örtü Oturma	-	1070	31	24	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	2000	1040	36	27	56	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1076	62	54	12	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1074	74	74	8	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1075	100	75	5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1003	19	14	0,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1000	7	5	0,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2007 Kasım	1001	18	18	2,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2007 Nisan	1002	17	15	2,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2008 Ekim	1002	16	13	2,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1011	4	4	0,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2016	1011	10	5	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2016	1010	60	35	0,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2007 Temmuz	1007	27	22	8	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2016	1002	15	15	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2009	1010	12	12	2	Kuru
KONYA	KARAPINAR	İpekçi	Örtü Oturma	-	990	9,8	4,2	6	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-		400	200	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2014	1001	40	40	2,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2007 Haziran	1011	16	13	3	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1005	85	65	10	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	998	45	45	5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	986	15	15	2	Kuru

KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1005	25	25	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2008	1000	9	9	1,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2014	1030	30	30	7	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2009	1012	6	6	6	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1058	36	36	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2020-Ağustos	1001	19,2	15,6	12	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2012	1010	12	12	4	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2017	1007	5,5	4	37	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1005	10	10	5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2015	1007	9	9	10	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2014	999	40	40	3	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1006	15	15	6	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1008	10	7	1,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2011	1005	26	19	4	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2011	1007	30	14	2	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	999	16	16	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1007	30	30	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2013-Eylül	1008	20	20	3	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2019	1003	6	6	20	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2020	1003	43	43	3	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1003	15	15	8	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1006	25	25	7	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2020-Eylül	1002	40	40	4	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2010	1001	20	20	7	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	5.09.2018	1010	27	27	12	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2012-Temmuz	1011	16	16	11	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2011	1010	20	20	4	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	995	26,8	25,5	0,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1008	40	40	2	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2018	1007	15	15	2	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2016	999	17	17	8	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1001	12	12	10,6	Kuru



KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1009	25	25	2,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1008	80	80	5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1006	100	55	5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1011	13,8	13,8	2	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2016	1015	10	10	24	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1018	1	1	42	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2016	1018	1	1	47	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2016	1013	25	25	7	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	28.03.2016	1016	55	55	7	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1022	25	20	6	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2020-Ocak	1023	15	15	4	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1033	38	33	10	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1022	7	5	10,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Gazi Osman Paşa	Örtü Oturma	1.09.2020	1007	16,7	15	8,4	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Gazi Osman Paşa	Örtü Oturma	2020	1008	23	16,2	0,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Gazi Osman Paşa	Örtü Oturma	2008	1006	51	26	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Gazi Osman Paşa	Örtü Oturma	2020	1003	1	1	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Gazi Osman Paşa	Örtü Oturma	2014	1002	55	30	2	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Gazi Osman Paşa	Örtü Oturma	24.11.2019	1007	8	8	12	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Adalet	Örtü Oturma	-	979	40	40	1,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Adalet	Örtü Oturma	-	1053	9,3	7,5	0,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Adalet	Örtü Oturma	-	1066	70	70	11	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Adalet	Örtü Oturma	-	1058	76	55	0,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Adalet	Örtü Oturma	-	1055	12	12	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Adalet	Örtü Oturma	-	1060	50	50	0,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Adalet	Örtü Oturma	-	1062	150	150	10	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Adalet	Örtü Oturma	-	1062	40	40	4	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Adalet	Örtü Oturma	-	1075	65	65	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Adalet	Örtü Oturma	-	1075	65	65	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Adalet	Örtü Oturma	-	1036	87,8	42,7	2	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2006-2008	1003	3	3	1,7	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fatih	Örtü Oturma	-	991	16,7	11,7	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fatih	Örtü Oturma	-	991	32,3	20,9	0,4	Kuru

KONYA	KARAPINAR	Akçayızı	Örtü Oturma	-	987	150	100	7	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Hotamış	Örtü Oturma	-	1000	35	35	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Hotamış	Örtü Oturma	2017	981	8	8	20	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	995	2	2	1,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	995	2	2	2	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	995	2	2	0,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	995	3	3	0,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	2018	996	10	10	1	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1027	8	6	5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1027	4	3	6	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1027	6	2	7	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1027	7	7	4	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1025	555,4	510,3	3	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1027	7	7	0,5	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1029	30	30	10	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1023	219,6	205,4	10	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1025	412,5	318,05	10	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Fevzi Paşa	Örtü Oturma	-	1024	5	5	0,6	Kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1007	12,2	12,2	4	kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma	-	990	5	5	1	kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma		990	2	2	0,5	kuru
KONYA	KARAPINAR	Yağmapınar	Örtü Oturma		992	4	4	1	kuru
KONYA	KARAPINAR	İpekçi	Örtü Oturma		990	4	2	1	kuru
KONYA	KARAPINAR	İpekçi	Örtü Oturma		990	0,75	0,75	0,4	kuru
KONYA	KARAPINAR	İpekçi	Örtü Oturma		990	3	1,5	1	kuru
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1004	30	30	0,1	Susuz
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1053	70	70	2	Susuz
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	-	1062	70	70	1	Kapatılmış
KONYA	KARAPINAR	Adalet	Örtü Oturma	2008	1022	16	16	1	Susuz
KONYA	KARAPINAR	İslik	Örtü Oturma	2009	1010	13	13	2	Susuz
KONYA	KARAPINAR	Reşadiye	Örtü Oturma	2015	1010	9	9	0,1	susuz
KONYA	KARAPINAR	Sandıklı	Örtü Oturma	11.12.2019	1010	2	2	3	susuz
KONYA	KARAPINAR	Gazi Osman Paşa	Örtü Oturma	15.09.2020	1030	15	15	15	Susuz

KONYA	KARATAY	Esentepe	Örtü Oturma	-	1037	370	290	42	Kuru
KONYA	KARATAY	İsmil	Örtü Oturma	14.02.2019	1003	56	52	1	Kuru
KONYA	KARATAY	İsmil	Örtü Oturma	-	1002	39	33	0,5	Kuru
KONYA	KARATAY	Beşagıl	Örtü Oturma	-	1006	50	25	8,5	Kuru
KONYA	KARATAY	Beşagıl	Örtü Oturma	-	1046	76	58	3,5	Kuru
KONYA	KARATAY	Beşagıl	Örtü Oturma	-	1079	12	8	0,5	Kuru
KONYA	Karatay	Obruk	Örtü Oturma	-	1004	341x277	277	31	Sulu-113
KONYA	Karatay	Köseali	Örtü Oturma	8.08.2019	977	10	3	15	susuz
KONYA	Selçuklu	Eğribayat,	Örtü Oturma	2020	1004	3	11	18	susuz
KONYA	Selçuklu	Kızılcaкую	Örtü Oturma	15.02.2019	1012	6	6	5	susuz
KONYA	Sarayönü	Gözlü	Örtü Oturma	26.08.2019	1004	6	6	10	

**EK-2** Karşılaştırmalı analiz parametreleri tablosu

Analiz Sayısı	D Çap	L	SYük	A
	Obruk Çapı (m)	Obruk Derinliği (m)	Yapı Yüğü (kN/m <sup>2</sup> )	Obruk Mesafesi (m)
1	15	20	15	5
2	15	20	30	5
3	15	20	45	5
4	15	20	15	10
5	15	20	30	10
6	15	20	45	10
7	15	20	15	15
8	15	20	30	15
9	15	20	45	15
10	15	15	15	5
11	15	15	30	5
12	15	15	45	5
13	15	15	15	10
14	15	15	30	10
15	15	15	45	10
16	15	15	15	15
17	15	15	30	15
18	15	15	45	15
19	15	10	15	5
20	15	10	30	5
21	15	10	45	5
22	15	10	15	10
23	15	10	30	10
24	15	10	45	10
25	15	10	15	15
26	15	10	30	15
27	15	10	45	15
28	10	20	15	5
29	10	20	30	5
30	10	20	45	5
31	10	20	15	10
32	10	20	30	10

33	10	20	45	10
34	10	20	15	15
35	10	20	30	15
36	10	20	45	15
37	10	15	15	5
38	10	15	30	5
39	10	15	45	5
40	10	15	15	10
41	10	15	30	10
42	10	15	45	10
43	10	15	15	15
44	10	15	30	15
45	10	15	45	15
46	10	10	15	5
47	10	10	30	5
48	10	10	45	5
49	10	10	15	10
50	10	10	30	10
51	10	10	45	10
52	10	10	15	15
53	10	10	30	15
54	10	10	45	15
55	5	20	15	5
56	5	20	30	5
57	5	20	45	5
58	5	20	15	10
59	5	20	30	10
60	5	20	45	10
61	5	20	15	15
62	5	20	30	15
63	5	20	45	15
64	5	15	15	5
65	5	15	30	5
66	5	15	45	5
67	5	15	15	10
68	5	15	30	10
69	5	15	45	10
70	5	15	15	15
71	5	15	30	15
72	5	15	45	15
73	5	10	15	5
74	5	10	30	5
75	5	10	45	5
76	5	10	15	10
77	5	10	30	10

78	5	10	45	10
79	5	10	15	15
80	5	10	30	15
81	5	10	45	15

### EK-3Yapılan çalışma çerçevesinde oluşturulan grafikler

