

İRAN-ARDEBİL ŞEHRİNİN SIVILAŞMA ANALİZİ

Saed ASIABI

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ**

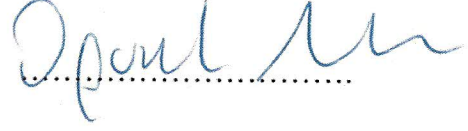
**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

KASIM 2010

ANKARA

Saed ASIABI tarafından hazırlanan “İRAN-ARDEBİL ŞEHRİNİN SIVILAŞMA ANALİZİ” adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. S. Oğuzhan AKBAŞ
Tez Danışmanı, İnşaat Müh. Anabilim Dalı



Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Nail ÜNSAL
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, G.Ü



Yrd. Doç. Dr. S. Oğuzhan AKBAŞ
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, G.Ü



Yrd. Doç. Dr. Ayhan GÜRBÜZ
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Atılım Üni.



Tarih: 12/11/2010

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Bilal TOKLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.



Saed ASIABI

İRAN-ARDEBİL ŞEHRİNİN SIVILAŞMA ANALİZİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Saed ASIABI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Kasım 2010

ÖZET

Sıvılaşma olayı binalar, köprüler, gömülü boru hatları ve benzeri mühendislik yapılarına zarar vermektedir. Bu çalışmada, İran-Ardebil şehri için, senaryo depremler etkisinde, sıvılaşma potansiyeli incelenmiştir. Bunun için, saha ve laboratuvar deney sonuçlarından yararlanılarak bir geoteknik veri tabanı oluşturulmuştur. Daha sonra, bu bilgiler İran Cumhurbaşkanlığı Stratejik Programlama ve Kontrol Müsteşarlığı tarafından hazırlanan topoğrafya haritası temel olacak biçimde Coğrafi Bilgi Sistemine aktarılıp, Seed ve Çetin yöntemine göre bölge için sıvılaşma analizi yapılmış, sıvılaşma potansiyeli indeksi (LPI) değerleri incelenmiştir. Ardından, sıvılaşmadan dolayı yapılarda oluşması beklenen oturmalar hesaplanmıştır. Bu oturmalar sebebi ile gerçekleşecek maddi hasar miktarı, $M_w=5.5-7.57$ ve $a=0.25g-0.40g$ için belirlenmiştir.

Bilim Kodu : 911.1.050
Anahtar Kelimeler : Sıvılaşma, SPT, CBS, LPI, Oturma, Hasar
Sayfa Adedi : 269
Tez Yöneticisi : Yrd. Doç. Dr. Sami Oğuzhan AKBAŞ

LIQUEFACTION ANALYSIS OF CITY OF ARDEBIL-IRAN

(M.Sc. Thesis)

Saed ASIABI

GAZI UNIVERSITY

INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

November 2010

ABSTRACT

Liquefaction event damages buildings, bridges, buried pipelines, plants and other engineering structures. In this study, a liquefaction analysis was performed for the city of Ardebil in Iran. A geotechnical database that consists of field and laboratory tests results was prepared. Then, this information and topographic maps of city of Ardebil were transferred to GIS and liquefaction analyses were conducted using Seed and Cetin method. Furthermore, settlements of structures due to liquefaction were calculated. The amount of financial loss due to these settlements was estimated for $M_w = 5.5 - 7.57$ and $a = 0.25g - 0.40g$.

Science Code : 911.1.050
Key Words : Liquefaction, SPT, GIS, Settlement, Damage
Pages Number : 269
Adviser : Asst. Prof. Dr. Sami Oğuzhan AKBAŞ

TEŞEKKÜR

Bu alıőma, Gazi Üniwersitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Bu çalışmada pek çok kiőinin katkısı olmakla birlikte, çalıőmamda gürüőlerini esirgemeyen kiőilere, özellikle çalıőmam boyunca bana destek veren ve beni bu konuda yalnız bırakmayan değerli hocam ve tez danıőmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. SAMİ OğUZHAN AKBAŞ'a saygılarımı sunar ve teőekkürü bir borç bilirim.

Tüm yaőamım boyunca bana güvenen, destekleyen, teővik eden, fırsatlar sunan sevgili babama ve anneme, yüksek lisans süreci boyunca hayatımı kolaylaőtıran sevgili kardeőime, ve buraya ismini yazamadığım ancak tüm süreç boyunca bana destek olan değerli hocalarıma ve tüm arkadaőlarıma sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xi
HARİTALARIN LİSTESİ	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiv
1. GİRİŞ	1
2. İNCELENEN ALAN	2
2.1. İran'ın Genel Jeolojisi, Hidrojeolojisi ve Depremselliği	2
2.1.1. Genel jeoloj	2
2.2. Hidrojeoloji	5
2.2.1. Merkez plato	9
2.2.2. Zagros dağları (İran körfezi dahil)	12
2.2.3. Hazar denizi kıyı ovası	14
2.2.4. Aktif faylar ve depremsellik	16
2.3. Ardebil Şehri İçin Genel Bilgiler	21
2.3.1. Litoloji	21
2.3.2. Genel jeoloji	21
2.3.3. Bölgenin genel hidrolojisi	23
2.3.4. Bölgede depremsellik	26
3. SIVILAŞMA ANALİZ YÖNTEMLERİ VE KARŞILAŞTIRMASI	31
3.1. Giriş	31
3.2. Akma Sıvılaşması	32
3.3. Devirsel Yumuşama	32
3.4. Sıvılaşmaya Etki Eden Faktörler	33
3.4.1. Kohezyonsuz zeminler	35
3.4.2. Kohezyonlu zeminler	35

	Sayfa
3.5. Sıvılaşma Potansiyeli Analizi	38
3.5.1. Dane dağılımı yöntemi	39
3.5.2. Sismik yaklaşım	39
3.5.3. Sıvılaşma potansiyeli indeksi	48
4. ARDEBİL ŞEHİRİ İÇİN SIVILAŞMA ANALİZLERİ	50
4.1. Giriş	50
4.2. Ardebil Şehrinde Zemin Verilerinin Toplanması	50
4.2.1. Kayma dalga hızı belirtilmesi	53
4.2.2. En büyük olabilir deprem (MCE)	53
4.3. Ardebil Şehrinde Sıvılaşma Analizleri	55
5. SIVILAŞMA ETKİSİ VE HASARLARI	62
5.1. Sıvılaşmadan Dolayı Oluşan Oturmalar	64
5.2. Yapı İnşaatı ve Hasar Maliyetleri	68
6. SONUÇ	75
KAYNAKLAR	76
EKLER	80
EK-1 İran'da 1990-2005 yılları arasında büyüklüğü $M \geq 5.5$ olan hasarlı can ve mal kaybına sebep olan depremler	81
EK-2 1900-2002 yılları arası Ardebil şehri 100 km çapında olan uzaklıkta meydan gelmiş depremler	85
EK-3 Maliyet hesabında kullanılan örnek metraj tipi	88
EK-4 Ardebil şehri sıvılaşmaya yatkınlık analizleri	109
EK-5 Ardebil şehri sıvılaşma potansiyel indeksi analizleri	129
EK-6 Ardebil şehri sıvılaşma oturma analizleri	149
EK-7 Ardebil şehri sıvılaşma potansiyel indeksi ile hasar hesabı	169
EK-8 Ardebil şehri sıvılaşmadan dolayı oturmalar ile hasar hesabı	183
EK-9 Ardebil şehri sıvılaşma analizinde kullanılan veri tabanı	197
EK-10 Ardebil şehri sıvılaşma analizinde kullanılan örnek loglar	226
EK-11 Ardebil şehrinde yapılan sondajların lokasyonu	264
EK-12 Ardebil şehri haritası	267
ÖZGEÇMİŞ	268

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. İran'ın litotektonik bölümlerinin jeolojik özellikleri.	5
Çizelge 2.2. İran'ın hidrostratigrafik birimleri.....	7
Çizelge 2.3. Amplifikasyon için zemin cinsine bağlı değerler.....	29
Çizelge 2.4. Ardebil şehri için a_{max} değerleri.....	30
Çizelge 3.1. Siltli zeminlerde sıvılaşma olasılığı.....	37
Çizelge 3.2. SPT Düzeltmeleri.....	47
Çizelge 3.3. Sönmez (2005)'e göre sıvılaşma potansiyeli sınıflandırması.....	49
Çizelge 4.1. Ardebil şehrinde yapılmış örnek sondaj logu.....	52
Çizelge 4.2. SPT-N ve Vs arasında olan ampirik korelasyonlar.....	53
Çizelge 4.3. Ardebil şehri için MCE.....	54
Çizelge 4.4. Ardebil şehri için sıvılaşmaya yatkınlık analizi sonucu.....	60
Çizelge 4.5. Ardebil şehri için Sıvılaşma Potansiyel İndeksi analizi sonucu.....	61
Çizelge 5.1. Kum üzerinde oturan tekil temeller için toplam ve farklı oturmalar arasındaki ilişkiler.....	65
Çizelge 5.2. Ardebil şehri için oturma analizi sonucu.....	68
Çizelge 5.3. Hasar tipine göre temelde oturma ve farklı oturmalar (kum üzerindeki tekil temeller için).....	69
Çizelge 5.4. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=5.5$ olduğunda hasar hesabı.....	71
Çizelge 5.5. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=7.57$ olduğunda hasar hesabı.....	72
Çizelge 5.6. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=5.5$ olduğunda hasar hesabı.....	72
Çizelge 5.7. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=7.57$ olduğunda hasar hesabı.....	72
Çizelge 5.8. Ardebil şehri için oturma ile hasar analizi sonucu.....	73

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.9. LPI ile hasar hesabında yapılan kabuller.....	73
Çizelge 5.10. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=5.5$ olduğunda LPI ile hasar hesabı.....	74
Çizelge 5.11. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=7.57$ olduğunda LPI ile hasar hesabı.....	74
Çizelge 5.12. Ardebil şehri için LPI ile hasar analizi sonucu.....	74

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Azerbaycan bölgesi, Maraghe güneyinin hidrojeolojik kesiti.....	10
Şekil 2.2. Merkez plato şematik jeolojik enine kesiti.....	15
Şekil 2.3. Zagros Dağları'nın enine jeolojik kesiti.....	15
Şekil 2.4. Ardebil şehri 100 km çapında uzaklıkta meydana gelen depremlerin büyüklükleri ve yıllara göre dağılımı.....	28
Şekil 3.1. Zemin sıvılaşması analizinde izlenecek yol.....	34
Şekil 3.2. Modifiye Çin kriteri.....	36
Şekil 3.3. Sıvılaşan zeminler için tavsiyeler.....	38
Şekil 3.4. Ardebil şehri için sıvılaşan ve sıvılaşmayan zeminlerin dane çapı dağılım sınırı.....	39
Şekil 3.5. Basitleştirilmiş yöntemin açıklaması.....	41
Şekil 3.6. Temiz kumda geçmişteki 7.5 büyüklüğünde olan depremlerde sıvılaşma verilerine göre SPT-N.....	44
Şekil 3.7. SPT esaslı olasılıksal sıvılaşma analizi için öneri ($M_w=7.5$).....	45
Şekil 3.8. Sıvılaşma analizi için önerilen deterministik SPT esaslı değerler ($M_w=7.5$).....	45
Şekil 4.1. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=5.5$ olduğunda sıvılaşmaya yatımlık dağılımı.....	61
Şekil 4.2. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=7.57$ olduğunda sıvılaşmaya yatımlık dağılımı.....	62
Şekil 4.3. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=5.5$ olduğunda sıvılaşma indeksi dağılımı.....	63
Şekil 4.4. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=7.57$ olduğunda sıvılaşma indeksi dağılımı.....	64
Şekil 5.1. Doygun kumlarda devirsel gerilme oranı ile standart penetrasyonun direncinden hacimsel birim deformasyonu hesaplama diyagramı.....	67

Şekil	Sayfa
Şekil 5.2. Temiz kumun sıvılaşma sonrası hacimsel birim deformasyonu, sıvılaşmaya karşı emniyet katsayısının veya maksimum kayma birim deformasyonunun fonksiyonu olarak hesaplama diyagramı.....	68
Şekil 5.3. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=5.5$ olduğunda oturma dağılımı.....	70
Şekil 5.4. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=7.57$ olduğunda oturma dağılımı.....	71
Şekil 5.5. Farklı oturma ve hasar arasındaki ilişki.....	74

HARİTALARIN LİSTESİ

Harita	Sayfa
Harita 2.1. İran jeoloji haritası.....	3
Harita 2.2. İran litotektonik bölümleri.....	4
Harita 2.3. İran'ın yeraltısuyu bölümleri.....	9
Harita 2.4. İran aktif fay haritası.....	18
Harita 2.5. İran sismik tehlike haritası.....	20
Harita 2.6. Ardebil ovası genel jeoloji haritası.....	23
Harita 2.7. Ardebil şehri yakınında olan faylar ve mekanizmaları.....	28
Harita 4.1. Ardebil şehrinde yapılan sondajlar.....	51
Harita 4.2. Ardebil şehri yakınlığında olan faylar ve uzantıları.....	59
Harita 4.3. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=5.5$ olduğunda sıvılaşmaya yatkınlık.....	60
Harita 4.4. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=7.57$ olduğunda sıvılaşmaya yatkınlık.....	61
Harita 4.5. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=5.5$ olduğunda sıvılaşma indeksi...	62
Harita 4.6. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=7.57$ olduğunda sıvılaşma indeksi...	63
Harita 5.1. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=5.5$ olduğunda oturma haritası.....	70
Harita 5.2. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=7.57$ olduğunda oturma haritası.....	71
Harita 5.3. Ardebil şehrinde örnek yapıların yerleşimi.....	75

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simge	Açıklama
a_{max}	Zemin yüzeyinde pik yatay ivme
C_R	Tij boyu düzeltme katsayısı
C_S	Numune elde etme yöntemine göre katsayı
C_B	sondaj kuyusu çapı düzeltme katsayısı
C_E	Enerji oranı düzeltme katsayısı
C_N	SPT deneyinde örtü yükü düzeltme katsayısı
CSR_{eq}	Eşdeğer üniform devirsel gerilme oranı
CSR_{peak}	Maksimum devirsel gerilme oranı
DWF_M	Deprem şiddeti düzeltme faktörü
d	Derinlik
FC	İnce tane oranı
FS	Güvenlik katsayısı
g	Yer çekimi ivmesi
L	Fay uzunluğu
M_w	Deprem büyüklüğü
P_a	Atmosferik basınç
P_L	Sıvılaşma olasılığı
r_d	Lineer olmayan kütle makaslama katılım faktörü

Simge	Açıklama
SPT-N	SPT deneyi darbe sayısı
$N_{1,60}$	Düzeltilmiş SPT darbe sayısı
$V_{s,12m}$	Kayma dalga hızı (m/s)
z	Yüzeyden derinlik
Δ_v	Oturma miktarı
Δ_{FV}	Farklı Oturma (cm)
σ_v	Toplam dikey gerilme
σ'_v	Efektif dikey gerilme
$\sigma_{z,d}$	Düzeltilme faktörü
ϕ	Standart kümülatif normal dağılım
$\phi^{-1}(P_L)$	Standart kümülatif normal dağılımın tersi
Kısaltma	Açıklama
CRR	Devirsel direnç oranı
CSR	Devirsel gerilme oranı
DSHA	Deterministik Sismik Tehlike Analizi yöntemi
LPI	Sıvılaşma potansiyel indeksi
MCE	En güçlü olabilir deprem
SPT	Standart penetrasyon deneyi
TC4 (ISSMG)	Geoteknik deprem mühendisliği teknik komitesi

Kısaltma**Açıklama**

YAS

Yeraltı suyu

YASS

Yeraltı suyu seviyesi

1. GİRİŞ

Suya doymun kumlu zeminlerin ve düşük plastisiteli kohezyonlu zeminlerin deprem nedeniyle ani taşıma gücü kaybı ve zemin yüzeyinde kum kaynamaları, sıvılaşma olarak tanımlanmaktadır. Geçmiş depremlerin neden oldukları sıvılaşma hasar bilgilerinden yola çıkarak oluşturulan teorik hesaplama yöntemleri, sıvılaşma tehlikesi haritalarının oluşturmasında kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, Ardebil şehrinin sıvılaşma analizi için, sondaj ve laboratuvar sonuçlarından oluşan bir veri tabanı hazırlanmıştır. Sıvılaşma analizinde Seed ve Cetin (2001) yöntemi kullanılmıştır. Veri tabanı oluşturulmasında, özel firmalar tarafından yapılan geoteknik etüt araştırmalarına ait 120 adet (toplam 2200 m) araştırma sondajı, 1470 adet standart penetrasyon testi, 1000 adet kıvam limiti ve su içeriği deneyinin sonuçları kullanılmıştır. Daha sonra bu bilgiler İran Cumhurbaşkanlığı Stratejik Programlama ve Kontrol Müsteşarlığı tarafından hazırlanan 1/100 000 ölçekli topoğrafya haritası üzerine aktarılıp, CBS yardımıyla sıvılaşma, oturma ve maddi hasar analizi, deterministik yöntem ile yapılmıştır.

İkinci bölüm, araştırma kapsamı ve bölge tanıtımı için genel jeoloji, hidroloji ve depremsellik konuların, kapsamaktadır. İran şartnamesine göre (İran 2800 Deprem Şartnamesi), Ardebil şehri "yüksek riskli" deprem bölgesinde yer almıştır ($a_{max} = 0.3g$). Üçüncü bölümde, zeminde sıvılaşmaya etki eden faktörler ve sıvılaşma potansiyeli, Seed ve diğ. (2001) yöntemine bağlı olan inceleme yöntemleri temelinde sunulmuştur. Dördüncü bölümde, sondaj çalışmalarının sonuçları sunulmuş, arazi ve laboratuvar deneylerine göre hazırlanan veri tabanı ile sıvılaşmaya yatkınlık ve sıvılaşma potansiyeli indeksi haritaları oluşturulmuştur. Sıvılaşmaya yatkınlık analizinde Cetin yöntemi ve sıvılaşma potansiyeli indeksi için Iwasaki ve diğ. yöntemi kullanılmıştır. Beşinci bölümde ise zeminde yapıların sıvılaşma sırasındaki performansları ve oturmaldan dolayı oluşabilen hasarların mali değeri konusunda tahmin yapılmıştır. Oturmadan dolayı oluşan hasarların değerini belirlemek için Bird ve diğ. (2006) yöntemi kullanılmıştır.

2. İNCELENEN ALAN

2.1. İran'ın Genel Jeolojisi, Hidrojeolojisi ve Depremselliği

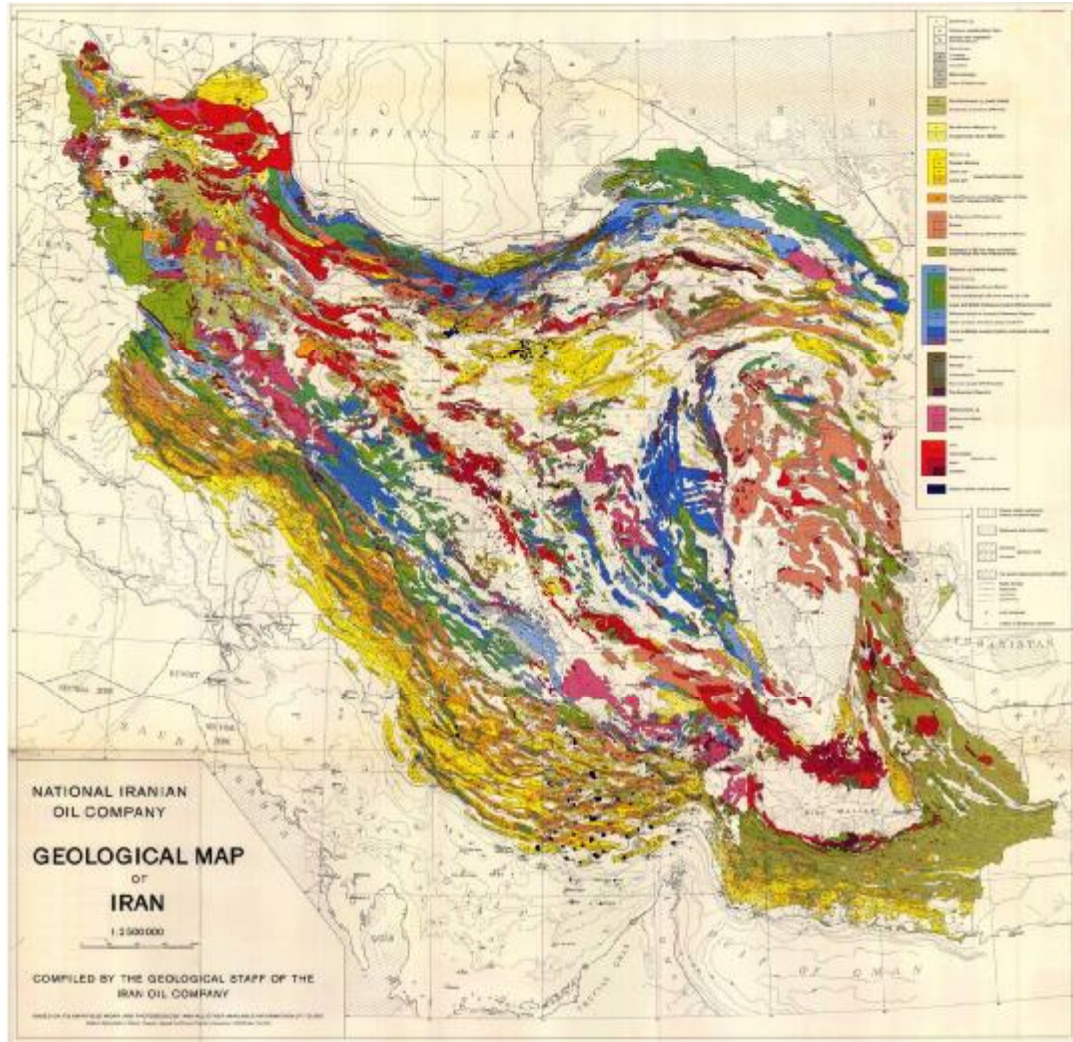
İran, birçok volkanik faaliyet ve sismik hareket kuşağı üzerinde yer almaktadır. Bu durum ülkede çok değişik jeolojik birim ve yapının oluşmasına neden olmuştur. Aynı zamanda birçok yeraltı kaynağı da bu olaylara bağlı olarak gelişmiştir. Bu bölüm jeolojik objeler (faylar ve depremler) ve önemli bir yeraltı kaynağı olan yeraltı sularının incelenmesi ile sınırlı tutulacaktır.

2.1.1. Genel jeoloji

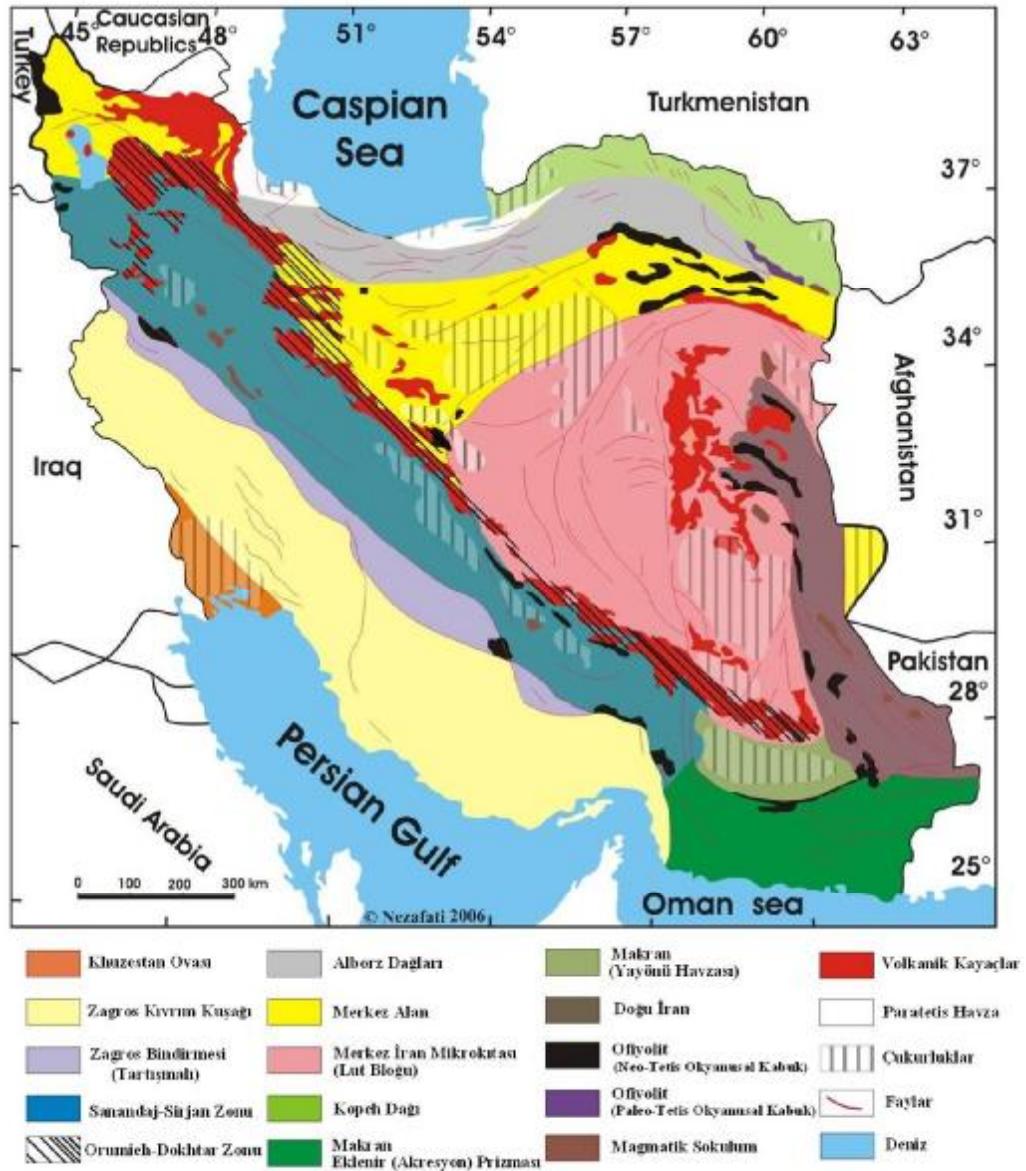
İran, volkano-sismik kuşak üzerinde yer almaktadır. Farklı jeolojik zamanlarda pek çok orojenik fazdan etkilenmiştir. Çok sayıda yarı aktif veya aktifliğini kaybetmiş volkan ve sıcak su kaynağı bu durumun kanıtıdır [Lavizeh, 2002].

Stöcklin (1968,1977), Nabavi (1976), Nezafati (2006) çalışmalarında İran'ı; Makran, Lut Bloğu, Doğu İran, Kopeh Dağı, Alborz Dağları, İran Merkezi Bloğu, Urumieh-Dokhtar Zonu, Sanandaj-Sirjan Zonu, Zagros Kıvrım Kuşağı ve Khuzestan Ovası olmak üzere on büyük litotektonik bölüme ayırmışlardır.

Urumieh-Dokhtar'de magmatik yapıya paralel üç tektonik zon vardır. Sanandaj-Sirjan zonu ve Zagros kıvrım kuşağı ve orojenik kemer İran'ın kuzeyinden güneybatıya doğru uzanmaktadır. Bu dağlar, Alp-Himalaya orojenik ve metalojenik kemerinin parçası olup 2000 km uzunlukta ve KB-GD'dan Doğu Anadolu Fayı'ndan Oman Hattı'na kadar uzanmaktadır [Alavi,1994]. Harita 2.1'de İran jeoloji haritası, Harita 2.2'de İran'ın litotektonik bölümleri, Çizelge 2.1'de de İran litotektonik bölümlerinin jeolojik özellikleri verilmiştir.



Harita 2.1. İran jeoloji haritası [İran Milli Petrol Şirketi, 1957]



Harita 2.2. İran litotektonik bölümleri [Nezaferi, 2006]

Çizelge 2.1. İran'ın litotektonik bölümlerinin jeolojik özellikleri [Nezafati, 2006]

Bölüm	Litoloji	Jeolojik Zaman
Alborz Dağları	Volkanik ve volkanoklastik kayalar	Tersiyer
Merkez İran	Prekambriyen kristalin temel kayac yükselimleri, Paleozoyik platform sedimentleri, Kambriyen-Triyas kayaları ve magmatik kayalar	Prekambriyen, Paleozoyik, Triyas, Tersiyer
Doğu İran	Filiş-molas sedimentleri	Kretase'den Genç
Khuzestan Ovası	Alüvyon ile örtülü	Kuvaterner, (Neojen)
Kopeh Dağı	Sedimentler (Çoğunlukla karbonatlar)	Mesozoyik-Tersiyer
Lut Bloğu	Kalın Mesozoyik sedimentler ile örtülü yaşlı-dayanıklı platform ve Eosen Volkanikler	Mesozoyik-Eosen
Makran	Melanj-Kalın Filiş-Molas Sedimentleri	Üst Kretase-Melanjlar Paleosen, Filiş sedimentleri Kretase'den genç
Orumieh-Dokhtar Zonu	Ana Volkanik (Bazalt ile Dasit), Proklastik (tüf ve ignimbirit) ve plütönik (diyorit ve granit) kayalar, nummülitik kireçtaşları	Post-Üst Kretase'den Kuvaterner'e, Fazla Sayıda Magmatik Etkinlik; Eosen
Sanandaj-Sirjan Zonu	Sokulum sınırları boyunca Ana Metamorfik Kayalar	Fanerozoik (Başlıca Mesozoyik)
Zagros Kıvrım Kuşağı	Ana Kalın Kıvrım sedimentleri (Karbonat kayaları ve karbonatlar Yüksek Derecede metamorfizmalı Prekambriyen Temel, güneyde tuzlu diaspirler	Geç Prekambriyen-Erken Kambriyen, Karbonifer'den Geç Kretase'ye, Kretase'den günümüze
Zagros Bindirmesi	Zagros Kıvrım kuşağı ile aynı, ilave olarak Ofiyolitik Melanj	Mesozoyik

2.2. Hidrojeoloji

Hidrostratigrafi, önemli bölgesel hidrojeolojik kaynakları (akifer, yarı akifer ve akiklöd) inceleyen stratigrafinin bir alt dalıdır. İran'ın hidrostratigrafik bölümlemesi, İran Milli Petrol Şirketi Jeoloji Dairesi tarafından 1959 yılında yapılmıştır. Bu

bölümlenmeye göre, İran'ın en önemli hidrostratigrafik birimleri şunlardır (Çizelge 2.2);

1. Kuaterner-Tersiyer yaşlı alüvyonal birikimler (İran merkezinde, kuzey ve doğusunda)
2. Eosen, Kretase ve Jura yaşlı karbonatlı kayalar (İran batısı ve güney batısında)

Tüm ayrı kaya akiferler, sadece yerel olarak önem taşımaktadırlar. En önemli hidrostratigrafik akiklöd özellikli birimleri ise, Tersiyer yaşlı marn ve evaporitlerdir. Bu birimler, İran'ın tamamına yayılmıştır.

Jeolojik olayların İran'ın fizyografisi, iklimi ve benzeri üzerindeki etkisini gösteren iyi bir örnek bulmak zordur. En son tektonik hareketler, Tersiyer ve Pliyo-Pleyistosen devirlerinde meydana gelmiş ve son dağ zincirlerini oluşturmuştur (Stoeklin, 1965). Bu hareketler, ayrıca merkez plato ile deniz arasında kapalı bir havza oluşturmuştur. Ülkede karasal kurak bir iklim hakimdir.

İran hidrostratigrafik birimlerinin özelliklerine göre, Issar (1969) tarafından farklı yeraltı suyu bölümlerine ayrılmıştır (Harita 2.3). Bunlar :

1. Merkez Plato

Merkez plato alanı iki alt bölgeye ayrılabilir;

a. Azerbaycan Bölgesi (İran KB'sı)

b. Asıl Merkez Plato

2. Zagros Dağları (İran Körfezi dahil)

3. Hazar Denizi Kıyı Ovası

4. Alborz Dağları

Çizelge 2.2. İran'ın hidrostratigrafik birimleri [Issar, 1969]

Yaş	Azerbaycan Bölgesi (İran KB'si)	Kalınlık (m)	Hazar Denizi Kıyı Ovası (Alborz Kuzeyi)	Kalınlık (m)	Merkez Plato	Kalınlık (m)	Zagros Dağları (İran Körfezi dahil)
Kuvaterner	Akarsu Çakılı	Akifer	Altüvyon Yelpezeleri	Akifer	Altüvyal yelpazeler	Akifer	Altüvyonal yelpaze
	Volkanikler, piroklastikler	Ana Akifer	Deniz Kumları ve Killeri	Alternatif Akifer	Altüvyonal sedimanlar, kumlar ve killeri		Dağarası havza dolgusu
Pliyosen	Göl Taraçaları-	Ana Akiktüd					Pekleşmiş dtünler
	Travertenler	Akifer			Kıvrımlı konglomeralar	Akiktüd	
	Gölsel şeyler, Linyit tabakaları, marnlar	Akiktüd	Kumlu marnlar ve kireçtaşları	Alternatif akifer, fakat tuzlu	Eğik konglomeralar		Eğik kıvrımlı çakıllar ve konglomeralar
Oligo-Miyosen	Volkanik Tufler	Yarı Akifer					
	Kumlu konglomeralar, kırmızı marnlar, jips, tuz	Ana Akiktüd	Başlıca çarunurtaşları ve kırmızı renkli tabakalar	Akiktüd	Marnlar, Jips, Tuz	Akiktüd	Kumtaşları, konglomeralar ve silttaşları
Oligo-Miyosen	Kireçtaşları, konglomera, kalkarenitik kumtaşları				Başlıca marn ara tabakalı		Marnlar ve evaporitler
				0-500	Kırmızı renkli tabakalar, evaporitler	Akiktüd	Başlıca kireçtaşı
							Yerel Akifer

Çizelge 2.2. (Devam) İran'ın hidrostratigrafik birimleri [Issar, 1969]

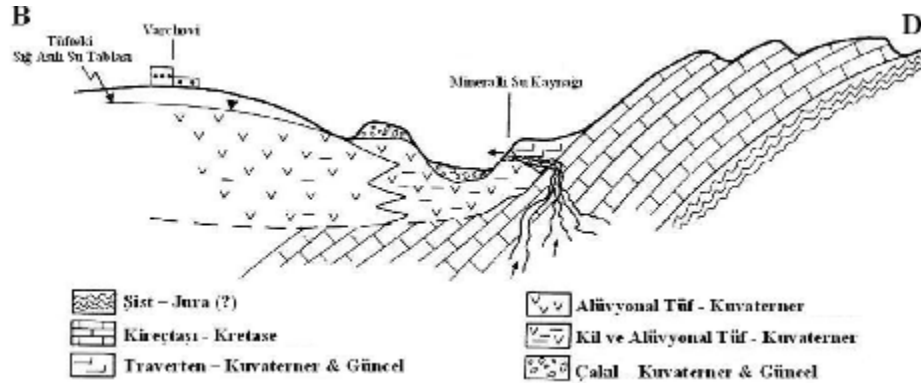
Eosen	Piroklastik volkanik fasiyesler	Akifer	> 3000 m	Yeşil renkli seriler ve volkanikler. Doğuda	Ana Akiklüd	> 1000 m	Tüfler ve andezitik lavlar	Yeral Akiklüd	1000 m	Nummulitik kireçtaşları	Akifer
Kretase	Başlıca Kireçtaşı	Akifer		Mamlar ve Orbitolinalı kireçtaşı	Yeral Akifer		Şeyler, mamlar ve kireçtaşı	Yeral Akiklüd		Mamlar	Akiklüd
Jura	Başlıca Kireçtaşı	Akifer		Kireçtaşı, şeyler ve kumtaşı	Alternatif Akifer		Orbitolinalı Kireçtaşı Kireçtaşları	Akifer		Rudistler, kireçtaşları Orbitolinalı kireçtaşı	Akifer
							Şistler	Akifer		Bitümlü şeyler	Akiklüd

etrafında depolanmıştır. Bu tüfler, değişik dane boyuna sahip malzemeden oluşmaktadır. Maraghe bölgesindeki tüfler ise yaşlıdır ve Urumiye Gölü'nde depolanmıştır. Kilce zengin olup, hemen hemen geçirimsizdirler.

Tebriz ile Mahabad arasında yaygın olarak kalın kalkerli travertenler bulunmaktadır. Bu travertenler, Kretase yaşlı kireçtaşları ve alüvyonal tüflerden çıkan mineralli su kaynakları ile ilişkilidir (Şekil 2.1).

Azerbaycan bölgesinin güney ve batısındaki nehir yataklarında 30-40 m kalınlığında çakıl tabakaları bulunmaktadır. Nehirde su seviyesinin düşük olduğu dönemlerde, yüksek su seviyeleri nedeniyle yeraltı suları kullanılabilir. Bu bölgede Kretase yaşlı kireçtaşları akifer olarak dikkate alınmalıdır.

Azerbaycan bölgesinin kuzeyinde, Neojen yaşlı marn ve jips bulunmaktadır ve ağırlıklı olarak eosen yaşlı olan volkanik kayalar da akifer özelliği göstermemektedir. Ayrıca, Neojen yaşlı formasyonlardaki yüksek miktardaki tuzun yüzeysel sular ve nehir sularının kalitesi üzerinde olumsuz etkisi vardır.



Şekil 2.1. Azerbaycan bölgesi, Maraghe güneyinin hidrojeolojik kesiti [Issar, 1969]

Asıl Merkez Plato

Merkez Plato, kuzeyde Alborz Dağları, batı ve güney batıda Zagros Dağları tarafından sınırlanır. Çeşitli yükseltiler ve alüvyonal birikimlerden oluşmuştur.

Platonun ana akiferi, Pleistosen yaşlı kalın alüvyonlardır. Bu birimlerin kalınlığı bazı alanlarda 400 m'ye kadar ulaşmaktadır. Batı Alborz'un güneyindeki dağ eteklerinde bulunan ve Kerman dağlarındaki Kretase yaşlı kireçtaşları bölgenin diğer önemli akiferidir.

Merkez Plato'nun hidrojeolojik rejimini, havzanın jeolojik özellikleri ve çeşitli dönemlerde dağlardan gelen seller etkilemektedir. Havzada jeolojik özellikleri farklı iki birim bulunmaktadır. Bunlar; Pliyosen ve Miyosen yaşlı kalın killi gölsel sedimenlar ve Pleistosen başlangıcında havzaya yerleşen Pleistosen yaşlı alüvyonlardır [Stöecklin, 1965].

Dağ kökenli alüvyonal sedimenlar, havzanın merkezine doğru incelmektedir. Pleistosen dönemindeki olası iklimsel değişimin bir sonucu olarak kaba daneli malzeme taşınmış ve kaynaktan uzak bir alanda depolanmıştır. Bu durumun belirtisi, havzanın alt kısımlarındaki kil ve çakılların düzenli dikey ara tabakalı olmasıdır. Ayrıca, havzanın yerel paleomorfolojik özelliklerini dağların çizgisine paralel farklı kalınlıktaki çakıl tabakaları da belirtmektedir [Issar, 1966].

Merkez plato civarındaki dağları oluşturan kayalar jeolojik ve yapısal özellikleri nedeniyle, alüvyonal akiferleri yeterince besleyememektedir. Alborz Dağlarının güneyini, yarı geçirimsiz yeşil seriler (şist fasiyesi), Eosen yaşlı andezitler ve Miyosen yaşlı geçirimsiz kil ve marnlar sınırlamaktadır. Sadece Damghan ve Mashhad bölgelerinde bulunan Kretase ve Jura yaşlı kireçtaşları, alüvyonal akiferlerle doğrudan temas halindedir ve dağlardan havzaya su akımı sağlamaktadırlar.

Zagros Dağları, Merkez Plato'dan tektonik etki ile örselenmiş bir kuşak (bindirme bölgesi) ile ayrılmaktadır [Stöecklin, 1965 ve Gansser, 1955]. Kretase yaşlı kireçtaşlarının çoğu kırıklıdır. Alt Kretase ve Jura yaşlı geçirimsiz şistler dik olarak eğilmişlerdir. Platonun dağ kenarındaki sırtlar; farklı yaştaki geçirimsiz volkaniklerden ve tüflerden, Miyo-Pliyosen yaşlı kil ve marnlardan, Jura yaşlı geçirimsiz killer, siltler, marnlar ve çamurtaşlarından oluşmuştur.

Merkez platoda, sadece Kerman ve Bafq'da Kretase ve Jura yaşlı bölgesel akifer olan kireçtaşları alüvyon havzadaki alüvyonal yelpaze ile doğrudan temastadır. Merkez platodaki alüvyonal akiferlerin doğal beslenimi, dağlardan alüvyonal yelpaze üzerine akan sulara bağlıdır. Üzerindeki gerilmeler ve bileşimindeki kaba malzemenin azlığı alüvyonal yelpazenin yeraltı suyu kayıplarını artırmaktadır. Ayrıca, su kanalları nehir yatağından suyu havzanın uzak kısmındaki yeraltı suyuna kadar taşıyarak, yeraltı suyunun beslenmesine katkıda bulunmaktadır [Tahal, 1963]. Şekil 2.2'de Merkez Plato'nun genel hidrojeolojik rejimi verilmiştir.

2.2.2. Zagros dağları (İran körfezi dahil)

Zagros Dağları iki nedenden dolayı özel bir hidrojeolojik yapıya sahiptir. Bunlar;

- a. Ülkenin en batısında yer alan bu dağlar, batıya yağmur taşıyan rüzgarları engellemektedir,
- b. Oligo-Miyosen, Eosen, Kretase ve Jura yaşlı binlerce metre kalınlıktaki kalkerli kaya akiferleri bulunmaktadır.

Kalkerli akiferlere ek yerel olarak önemli olan iki akifer daha vardır. Bunlar; Miyo-Pliyosen yaşlı Bakhtiyari konglomerası ve Pliyosen yaşlı alüvyonal senklinal dolgusudur.

Zagros Dağları, yapısal olarak yüzlerce antiklinal ve senklinal serisinden oluşmuştur. Batıdaki antiklinallerin çekirdeğinde Kretase yaşlı kireçtaşı ve dolomit, merkezinde ise Eosen yaşlı kireçtaşı vardır. Antiklinallerin en batısında Oligo-Miyosen yaşlı kireçtaşı bulunmaktadır. Pek çok antiklinalin batısında görülen bu kireçtaşları çekirdekte görülmez, çekirdekte sadece Miyosen yaşlı jipsli marnlar yer alır (Şekil 2.3).

Her antiklinal çevresinde çok sayıda kaynak boşalımı görülmektedir. Bölgedeki su tablasının birçok antiklinalle biçimlenmesi bir sorundur. İran Körfezi'nin kurak kesimlerindeki antiklinallerde güçlü kaynaklar görünmektedir. Bu kaynakların bölgesel akiferlerle ilişkileri zayıf olup, antiklinaller arasındaki ve senklinallerdeki

geçirimsiz tabakalar nedeniyle su hareketinin bir antiklinalden diğere olduğunu göstermektedir [Issar, 1969].

İran Körfezi'nin batı ve güneyindeki geçirimsiz tabakaların kalınlaşması ve doğudaki tektonik bindirme zonu nedeniyle suyun akış yönü kuzeybatıya doğrudur. Karoon ve Dez nehirlerini besleyen büyük kireçtaşı kaynakları, muhtemelen Zagros'un bölgeler arası akiferi olup, kuzey ve güneydeki nehirlerle kadar ulaşmaktadırlar.

Zagros Dağları senklinallerinde de, Merkez Plato'dakine benzer bir hidrojeolojik rejim bulunmaktadır. Merkeze doğru senklinal sınırlardan aşağıya dalan geçirimli ve geçirimsiz alüvyonal formasyonlarda değişim gözükmektedir. Daha kaba malzemenin oluşan antiklinal kenarındaki geçirimli formasyonlar senklinal merkezine doğru giderek incelmektedir. Bu formasyonlar, kireçtaşı akiferlerinden veya dağları drenen nehirlerin üst kısmında bulunan alüvyon yelpazelerden beslenmektedirler. Senklinal merkezine doğru artezyen koşulları oluşabilmektedir. Pek çok senklinalde temiz artezyen akiferler altında tuzlu bataklıklar bulunabilir [Issar, 1969].

Genel olarak kireçtaşı akiferleri düşük mineral içeriğine sahiptir. Aynı durum, yeni ve eski alüvyonal akiferler içinde geçerlidir (Bakhtiari konglomeraları).

Tuz domlarının çokluğu, özellikle bölgenin güneydoğusunda ve kalın jipsli formasyonlarda, çok sayıda mineralli su kaynağının oluşumunu sağlamıştır. Bu kaynakların çoğu tuz domları ile Bandar Abbas'ın kuzeyindeki gibi birbirleri ile, bazıları ise, Bushehr'in doğusundakiler gibi bölgesel faylarla bağlantılıdır. Kaynaklar, Oligo-Miyosen kireçtaşları ve çekirdekdeki Kretase kireçtaşından akmaktadır. Bu kaynakların nehirlerle boşalması, nehir sularının tuz içeriğinin yükselmesine neden olmaktadır. Bazı jipsli killerin yer aldığı arazide akan nehirler de bu formasyonlardan bünyelerine tuz almaktadırlar. Sahil kıyılarındaki bazı alanlarda (Bushehr, Bandar Abbas vb.) kumullar bulunmaktadır. Bu kumullarda özellikle fazla yağmurlu yıllarda sığ asıllı bir yeraltı suyu tablası oluşmaktadır.

Zagros Dağları'nın devamı olan Makran Dağları kuzeydeki Oman Denizi'ne kadar uzanmaktadır. Hidrojeolojik özellikler açısından Merkez Plato'ya benzerdir. Bunun

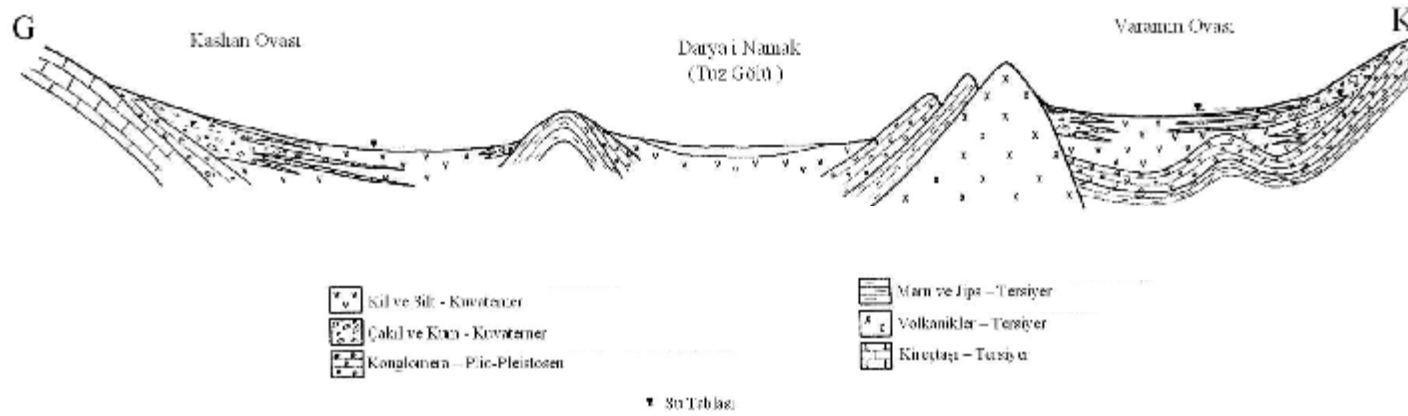
nedeni, Zagros dağlarındaki kireçtaşları ile geçirimsiz Üst Kretase yaşlı melanj ve Paleojen yaşlı flişin yer değiştirmesidir. Bu değişiklik, Zagros'un pek çok yerinde bölgesel kuraklık-susuzluk ile kendini göstermektedir.

2.2.3. Hazar denizi kıyı ovası

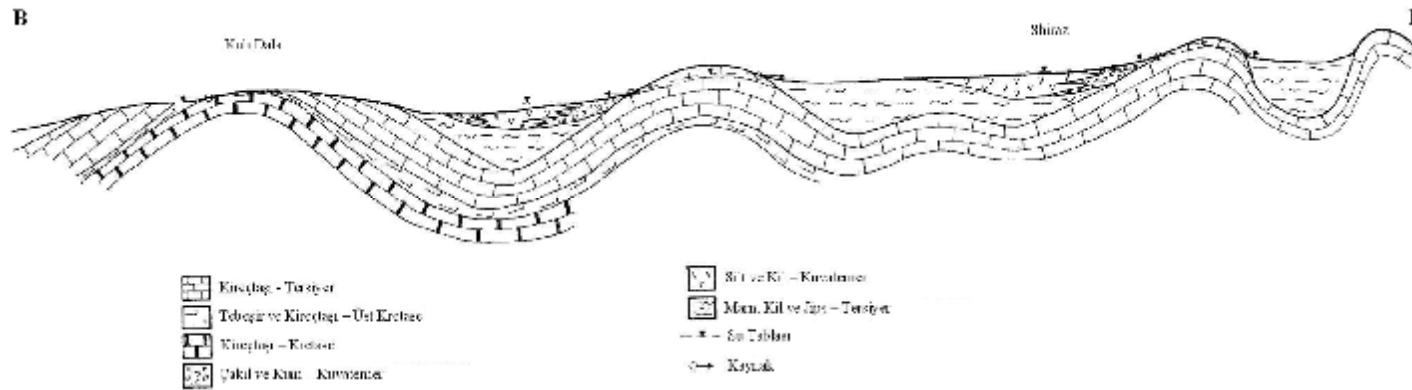
Bu bölgenin iklim ve jeolojisi, İran genelinden farklıdır. Bunun nedeni, Hazar Denizi ikliminin bir faktörü olan nemin etkisidir. Ayrıca, başlıca denizel ve lagünel çökeltilerden oluşan jeolojik yapıda Hazar Denizi'nden etkilenmiştir. Alan, iki bölgeye ayrılabilir. Bandar Anzali ve Gorgan arasındaki batı kısım, dağlarının arasındaki iki geniş koy (Rasht ve Babol) ile dar kıyı ovasıdır. Gorgan ve Gonbad-e-Kavus arasındaki doğu kısım ise geniş olup, iklim ve hidrojeolojisi farklıdır.

Batıdaki dar kıyı ovası, Alborz dağlarından gelen nehirlerin (Sefid Rud, Haraz) alüvyonlu yelpazeleri tarafından Alborz Dağları güneyinde oluşturulmuştur. Doğuya gidildikçe alüvyonal yelpaze yerine kil ve kum tabakalarına rastlanmaktadır. Kum tabakaları, Alborz Dağları'nın kuzeyindeki alüvyonal yelpazeler ve kuzeydeki kireçtaşı akiferleri ile doğrudan bağlantılıdır. Bu durumun bir sonucu olarak, çok yerde akiferler tamamen artezyen özellik (basınçlı akifer özelliği) göstermektedir. Kumların ince daneli oluşu, su kuyularına kum akması gibi pek çok soruna neden olmaktadır. Kıyı ovasının güneyindeki Kretase ve Jura yaşlı kireçtaşları, akifer özelliktedir ve pek çok doğal su kaynağı oluşturmuştur.

Hazar Denizi'nin doğusu ve kuzeyinin özellikleri birbirinden tamamen farklıdır. Hazar Denizi'nin nem etkisi, Alborz Dağları kuzeyinde görülmekte ve alanın özelliklerini Türkmenistan'ın kurak steplerine benzetmektedir. Ayrıca, Hazar Denizi'nin doğusundaki kıyılar düz olup, Hazar Denizi'nin ilerleme ve çekilme hareketleri nedeniyle Karaboğaz Körfezi'ne benzer geniş tuz lagünleri ve bataklar oluşmuştur. Bu durumun sonucu olarak, yeraltında zengin tuzlu su bataklık gazları bulunmaktadır. Bu gazlar, tuzlu akiferlerde yüksek basınç yaratabilirler [Issar, 1969].



Şekil 2.2. Merkez plato şematik jeolojik enine kesiti [Issar, 1969]



Şekil 2.3. Zagros Dağları'nın enine jeolojik kesiti [Issar, 1969]

Alborz Dağları

Alborz dağları geniş sinüsoidal hatlardan oluşmuştur. Merkez Plato'yu Hazar Denizi ve Türkmenistan steplerinden ayırmaktadır. Alborz Dağları, güney ve kuzeye doğru dikleşen büyük antiklinoryumlardan oluşmuştur. Bu dikleşmelerde yer değiştirmelerin önemi olmayıp, bindirme nedeniyle oluşan normal kıvrımlanma ve faylanma antiklinoryum oluşumunda etkilidir [Stöecklin, 1965].

Alborz dağlarının hidrojeolojik önemi, kuzeydeki geniş alüvyonal yelpazeler hariç nispeten sınırlıdır. Sınırlamanın nedeni iklimsel ve jeolojik özelliklerdir. Hazar Denizi ve Merkez Plato arasında sahil boyunca iklim net bir şekilde ayrılmaktadır. Kuzey rutubetli iken güney nispeten kuraktır. Birkaç km'lik bir alanda verimsiz bir bölgeden orman alanı bitki örtüsüne değişim ilgi çekicidir. Diğer neden ise, Eosen ve Oligo-Miocene yaşlı geçirimsiz ve yarı-geçirimsiz kayalarının çokluğudur. Deniz ortamında depolanmış yeşil renkli volkanik tüfler, batı ve kuzey Alborz'da görülmektedir. Bu tüflerin geçirgenliği düşük olup, eklemlili ve faylıdır. Bölgesel bir akifer olma özelliği taşımazlar. Aynı durum, Gazvin'in batısındaki andezitler için de geçerlidir. Kretase ve Jura yaşlı kireçtaşları, bölgesel akifer olarak önemli rol oynamaktadırlar. Alborz'un bindirmeli tektonik yapısı ve fayları Zagros Dağları'ndaki gibi değildir. Faylanma ve bindirmeler kalkerli tabakalarla bağlantısızdır ve Jura ve Paleozoik yaşlı geçirimsiz tabakaları yüzeye çıkarmaktadırlar.

Alborz Dağları doğusundaki Jura ve Kretase yaşlı kireçtaşı akiferleri, bölgesel olarak önem taşımaktadır ve Alborz'un alüvyonlu ovalarından (Damghan) alüvyonlu ovalara akan kaynak nehirlere kadar (Mashhad) hidrojeolojik rejime katkıda bulunmaktadırlar.

2.2.4. Aktif faylar ve depremsellik

İran'daki aktif faylar, Arabistan ve Avrasya levhaları arasında kıtasal çarpışmaya bağlı olarak ortaya çıkan yer kabuğu deformasyonlarını göstermektedir. İran'da aktif fay çalışmalarında, Kuaterner stratigrafisi ve jeomorfik yöntemler yerine güçlü

depremlerden elde edilen verilerin incelemesi esas alınmaktadır. Bu yüzden; İran'ın karmaşık yapılı bölgelerinde yüzlerce kilometre uzunluğunda aktif fay zonlarının yer aldığı homojen olmayan çarpışma alanlarında, deprensellik araştırmalarının yapılması güçleşmektedir.

İran'da aktif fayların yoğun olarak bulunması ve makrosismik bilgilerindeki yetersizlikler nedeniyle bazı depremler birden çok fayla ilişkilendirilmektedir. Ayrıca, hassas fay ve deprem merkez haritaları olmadığından, depremler ve aktif faylar arasında hassas bir ilişkilendirme yapılamamaktadır. Haritalar sayesinde depremin merkezleri hassas bir şekilde bulunsa bile aktif fayların yerleri tam olarak tespit edilememektedir [Hessami ve diğ., 2003]. Çünkü;

1. Depremler çoğunlukla sedimanter katmanların altında gerçekleşir ve yeryüzüne ulaşmaz (Zagros zonunda olan depremler gibi).
2. Aktif faylar arasındaki kademeli hareket uzun vadede kayma rejimi ile büyük depremlere neden olmaz.

Harita 2.4'te İran'ın önemli aktif fayları, kayma vektörleri ile sıkışma eksenleri arasındaki bağıntı, farklı deprem alanlarının odak mekanizması analizleri ve GPS hızları görülmektedir.

Zagros'daki aktif faylar gömülüdür. Bu zondaki deprem odak mekanizması analizleri, deprem bölgelerini bindirme fayları ve doğru atımlı fayların oluşturduğunu göstermektedir. Ülkenin diğer aktif faylarının pek çoğu ise yüzeyde görülebilmektedir. Doğu ve Merkez İran'daki aktif fay sistemleri boyunca yapılan deprem mekanizması analizleri, doğrultu atımlı fayların hakim ve sıkışmalı-genişlemeli bir rejimde olduğunu göstermektedir. Alborz ve Kopet Dağ fayları geniş aktif fay zonlarından oluşmuştur ve tekil aktif fayların yerlerinin belirlenmesi zordur. Oman Denizi kıyısı boyunca görülen kabarik teraslar dışında, Makran zonunda yer alan aktif faylar ile ilgili bilgiler henüz çok sınırlıdır [Hessami ve diğ., 2003].

İran'daki aktif fay zonlarının çoğu belirlenmiştir. Ancak, tekil aktif faylar hakkında yapılan çalışmalar yetersizdir. İran aktif fayları ile ilgili verilere göre hakim fay

Odak mekanizması analizleri

İran'daki aktif fay mekanizmalarını sismik olarak açıklayabilmek için Hessami ve diğ. (2003) tarafından deprem gerçekleşmiş bölgelerde odak mekanizması analizleri yapılmıştır. Bu analizler, İran'da deprem üreten fayların çoğunlukla sıkışma rejimindeki bindirme fayı ve doğrultu atımlı fay tipinde olduğunu göstermektedir.

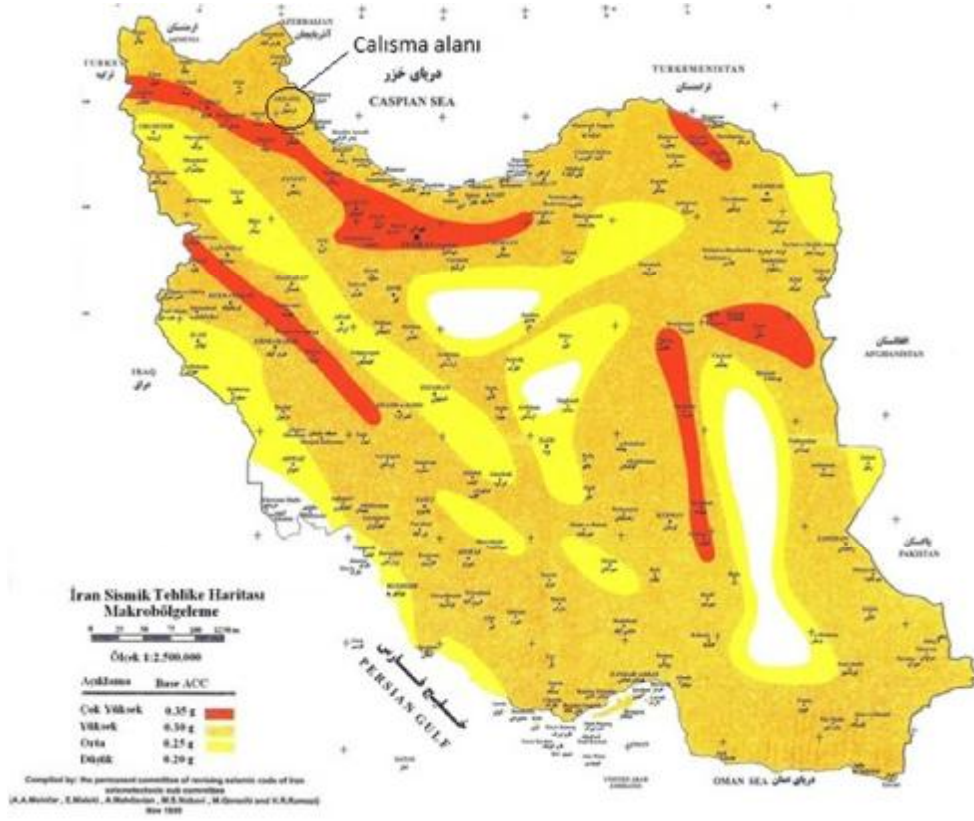
Fay düzlemlerinin dağılımı

Doğrultu atımlı faylar için yapılan mekanizma analizleri iki kademeli nodal düzlemleri işaret etmektedir. Depremlerde fay düzlemlerinin yönü, yüzey kırıklarından tahmin edilebilmektedir. Eğer bu şekilde tahmin edilemez ise, artçı sarsıntuların dağılımından bulunabilmektedir. Böyle bir durumda, fay ve yardımcı düzlemleri belirlemek arasında herhangi bir fark olmadığı ortaya çıkar. Fakat, her iki nodal düzlem, fay düzlemi ve yardımcı düzlemler aynı açıda olurlarsa bindirme tipinde olan bir deprem mekanizması analizinde bu düzlemlerin ayrımı imkansız olacaktır (Zagros'daki ana faylarda olduğu gibi). Böyle bir durumda, fay düzlemi, bölgenin jeolojik yapısı baz alınarak belirlenebilir. Örneğin, Zagros'ta yüzeysel nodal düzlem, fay düzlemi olarak kabul edilmektedir. Bu kabul, Zagros dağlarının kuzeydoğu cepheleri ile uyumludur [Hessami ve diğ., 2003].

Zagros'taki bindirmelerin kayma vektörü belli olmadığı için deprem faylarının yerleri ve deprem merkezleri tespit edilememektedir.

Sıkışma Eksenleri

Deprem alanları odak mekanizması analizleri, maksimum asal gerilmenin maksimum yatay izi doğrultusundaki çarpışma sınırlarında yer alan karakteristik ve bölgesel bir gerilme alanını ortaya çıkartmaktadır. Ancak bu analizlerde yer alan, İran'ın farklı alanlarındaki yatay sıkışma eksenlerinin dağılımı İran'daki yer kabuğu hareketinin Avrasya levhasının hareketi ile aynı olmadığını göstermektedir.



Harita 2.5. İran sismik tehlike haritası [Building and Housing Research Center of İran, 1999]

İran'ın merkezinde yer alan fayların sıkışma eksenleri, yaklaşık olarak K-G yönlüdür ve iki levhanın (Arabistan ve Avrasya) hareketine paraleldir. Fakat, İran'da gerçekleşen büyük depremlerin yönü KD-GB'dır ve levha hareket yönü ile tutarlı değildir. Zagros Dağları ve Kopet Dağı bölgesinde meydana gelen depremlerin sıkışma eksenleri, yaklaşık olarak K-KD yönündedir ve jeolojik yapı eğimine diktir. Zagros'un güneydoğusunda gerçekleşen depremlerin sıkışma eksenlerinde KD'dan KB'ya doğru bir sapma vardır. Ancak, bu depremlerin eksenleri de bölgesel jeolojik yapıya diktir. Sismik zon yönü K-G olan Hazar denizinin güneybatısında belirlenebilen depremlerin sıkışma eksenleri D-B yönlüdür [Hessami ve diğ., 2003].

2.3. Ardebil Şehri İçin Genel Bilgiler

İnceleme alanı içerisinde yer alan İRAN-Ardebil şehri $48^{\circ}10'$ ve $48^{\circ}25'$ doğu boylamları ile $38^{\circ}10'$ ve $38^{\circ}20'$ kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Şehrin nüfusu yaklaşık 500 000 kişi olup şehrin oturma alanı yaklaşık 60 km^2 'dir. Bu çalışmada, eldeki veriler ışığında bölgenin 42 km^2 'si için sıvılaşma analizi yapılmıştır.

2.3.1. Litoloji

Eosen volkanlarının bölgenin anakayasını oluşturduğu düşünülmektedir. Bölgede en eski katlar pliyosen devrine ait tuf, lapili tuf, kesme tuf, ponza, lahar, tatlı su kireci ile kumtaşı, şil, marn, konglomera ve ince diatomit katlarıdır (Ngt2).

Yukarı pliyosen tortuları (Ngm3) tuf, marn ve tatlı su kireci, konglomera ve kumtaşı katlarını içermektedir. Yatay olarak eski tortular üzerinde yer alan bu tortuların üstünde ise kumtaşı, marn ve tatlı su kireci içeren konglomera yer almaktadır (Ngc3).

Aşağı Kuaterner tortuları eğimli olarak yukarı Kuaterner tortuları üzerinde yeralıp, savalan volkanik tüfleri (Tephra) ve delikli bazalt parçacıklarını (ponza veya süngertaşı) içermektedirler (Qbs). Bazen bunların aralarında traverten de görülmektedir (Qtr). Batı plakadaki tortular (Qcs) ise konglomera ile tuf, volkanik kül ve volkanik çamur içermektedir. Bu tortular eski formasyonlarda, sedimanter formasyonlarda ya da yüksek yatık dağ eteklerinde (Qt1) sonlanmaktadır. Genel olarak çökeller (Qt2) bölge alanının çoğunu kapsamakta ve ova tortuları, genç tortu formasyonları ve yelpazelerden (ziraat ve bahçe zeminleri) oluşmaktadır. Bölgenin en genç tortuları ise nehir yatakları sedimanterleridir (Qal).

2.3.2. Genel jeoloji

Ardebil şehri sedimanterleri Kuaterner devrine (4.üncü jeolojik devir) aittir. Bu çökeller her ne kadar eski olsalar da (eski jeolojik dönemlere ait olsalar) sıklırlar ve farklı erozyon dereceleri göstermektedirler. Bu farklılıklar Neojen sonu ve Kuaterner başı sedimenter depozitlerinde görülmektedir. Bu bilgilere göre Ardebil alanında yer alan Kuaterner sedimanterleri 5 bölümde incelenebilir (Harita 2.6).

Eski sedimentar çökeller

Bu sedimentler doğuda Buğur Dağ'ının batı yamaçlarında, batıda Eher bölgesinde ve Kara Su nehrinin kuzeyinde yaygındırlar. Bu tortularda sertlik oranı batıdan doğuya gidildikçe artmaktadır. Sarıdan pembe renge dönüşen kil, silt, kum ve konglomeradan oluşan tortular eski formasyon üzerinde yatay şekilde yer almaktadır.

Traverten ve kireç sedimentleri

Neojen tortuları üzerinde kırılğan bir şekilde yer alan, 5m'den kalın poroziteli veya granüler kireçlerden oluşmuş bu sedimentler, tatlı su gölü sediment alanında oluşmuşlardır. Ayrıca, Ardebil'in güneyinde kireç meydana getiren pınarların traverten sedimentleri de görülmektedir.

Ardebil ovası tortuları

Silt, kil ve az miktarda konglomera içeren bu tortular, Ardebil ovası alanını kapsamaktadır. Bu tortular pliyosen (üçüncü çağın son dönemi), Neojen ve eski sediment tortularından oluşup, su mecraları vasıtası ile Ardebil alanı dışına taşınmışlardır.

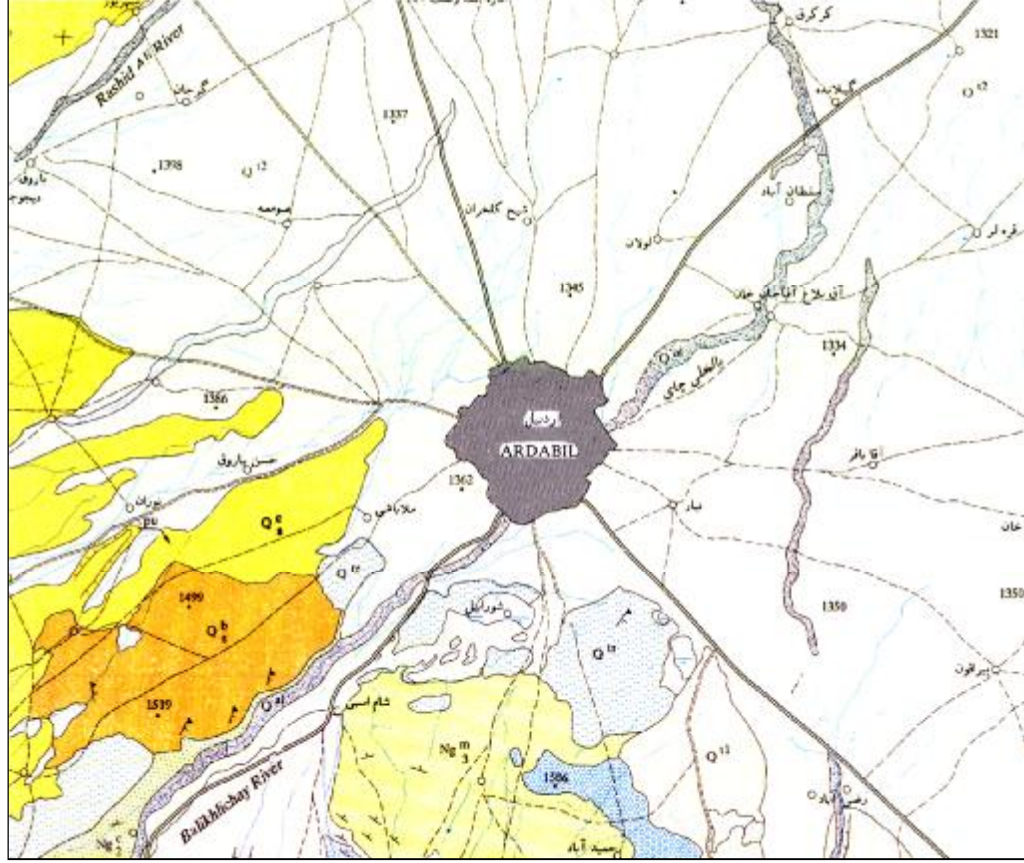
Kuvaterner dönemi göl ve havuzları

Çoğunlukla tuzlu göller volkanik platoda görülmektedir. Bunlardan en büyük olanı No'ur tatlı su gölüdür. Bahar döneminde Ardebil ovası ve Neojen tortu bölgesinde tuzlu sular küçük batıklarda toplanır bu sular yazın buharlaşıp kireç ve tuz tortuları bırakırlar. En büyük tuzlu su gölü Şorabil gölüdür ve Ardebil şehrinin güneyinde yer almaktadır. Daima su miktarı yeterli olan bu göle Balıklı Çayı'nın suyu katılarak göl suyu tatlı hale getirilmiştir.

Genç sedimentler ve kaymalar

Kara Su ve Balıklı çayı vadilerinde yer alan tortularda yelpaze sedimentleri görülmektedir. Ardebil'in güneyindeki Neojen tortularında yeraltı suyunun kireçli

katlara karışması nedeniyle heyelan meydana gelmektedir. Savalan dağı derelerinde de heyelan ve kaya düşmeleri görülmektedir.



Harita 2.6. Ardebil ovası genel jeoloji haritası

Ngt2 : Pliyosen devrine ait tortular

Ngc3 : Yukarı pliyosen tortuları üzerinde yer alan tortular

Qtr : Kuaterner travertenleri

Qt1 : Kuaterner tortuları

Qal : Kuaterner alüvyonları

Ngm3 : Yukarı pliyosen tortuları

Qbs : Aşağı Kuaterner tortuları

Qcs : Kuaterner konglomerası

Qt2 : Kuaterner çökelleri

2.3.3. Bölgenin genel hidrolojisi

Genel olarak Ardebil bölgesinde yarı-kurak dağ iklimi hakimdir. Bu bölümde bölge hidrolojisine etki eden koşullar gözden geçirilmektedir.

Yüksekliklerin etkisi

Ardebil ilinin 2/3'ü ortalama 3700 m yükseltiye sahiptir ve iklimi dağ iklimidir. En büyük yükselti 4811 m ile Savalan dağıdır. Savalan dağından, bu dağın batısında yer alan Taleş ve Goşa dağları, güney ve güney batısında yer alan 2200m yükseltisi ile Bozğuş dağları ve Bozğus dağları ile birlikte No'ur gölü etrafında bulunan Pelengan sıradağları gelmektedir. Bölgede yer alan diğer yükseltilerden bir diğeri ise 3322 m yükseklik ile Ağ Dağ'dır. Bu dağlar bölgede özel bir soğuk iklim yaratır, bölgedeki yağış miktarı ve sıcaklık, kar ile kaplı bu yüksekliklere bağlıdır.

Rutubet kaynakları

Ardebil ilinde Aras, Kara Su, Balıklı çay, Hiyo çay Nehirleri, No'ur ve Şorabil gölleri yer almaktadır. Bu kaynakların iklim üzerinde önemli etkileri vardır. Hazar denizi rutubetinin de iklim üzerinde özel bir etkisi vardır.

Enlem etkisi

İklimi etkileyen diğer bir bileşen ise enlemdir. Ardebil ili kuzey-güney yayılımındadır ve yaklaşık 3 derecelik bir enlem farkına sahiptir. Enlem farkı bölgeyi coğrafi açıdan ve iklim yönünden etkilemiş ve bölge içerisinde farklı sıcaklıkların oluşmasına ve bölgenin farklı iklim türlerine sahip olmasına neden olmuştur.

Bitki örtüsü ve ziraat etkisi

Ardebil ili güçlü bir bitki örtüsüne sahiptir. Ardebilin kuzey ve doğusunda yer alan ormanlar ve Taleş yükseklikleri bölgenin iklimini etkilemektedir.

Etkileyen hava kütleleri

Bahar ve yaz dönemlerinde, bölgede orta enlem etkisi ve çok sıcak bölgelerden gelen hava sirkülasyonu hakimdir. Ardebilde orta enlemlerden gelen az basınçlı Sudan sirkülasyonu ile bahar ve yaz dönemi esas yağışları meydana gelmektedir. Bu sirkülasyon daha sonrasında kuzeydoğuya hareket edip Zagros dağları batısında yağışa sebep olur ve nem kaybına göre sıcak rüzgar şeklinde Ardebil bölgesinde görülür. Orta enlem sirkülasyonu batı Akdeniz'e kadar yayıldığında, Kuzey Atlas

Okyanusudan ve özellikle Azor takımadalarından gelen soğuk hava kütlesi o sistemin arkasında yer alır, bahar ve yaz aylarında gök gürültülü yağışlara ve kış aylarında da ağır kar yağışlarına neden olur.

Yağış

Bölgede iklim ve su devrini sağlayan nedenlerin en önemlisi yağışlardır. Yağışlar genellikle kar ve yağmur şeklinde olur. Araştırmalara göre maksimum yağış miktarı ile maksimum rutubet arasında direk bir bağlantı yoktur ve farklı faktörlere (yükselme nedeni, sıcaklık düşmesi, havada yeterli sıkışmış kütleler ve rutubet kaynağı) bağlıdır. Yağışların en çoğu bahar aylarında en azı ise yaz aylarında görülmektedir. Ardebil şehrinde yıllık ortalama yağış miktarı 303.5 mm'dir.

Hava sıcaklığı

Ardebilde en yüksek hava sıcaklığı +38°C, en düşük hava sıcaklığı -40°C olarak ölçülmüştür.

Don süresi

Coğrafi konumu dolayısıyla bölgede yılda altı aya kadar don görülebilmektedir. Uzun vadedeki meteoroloji verilerine göre Ardebil şehrinde don günlerinin sayısı ortalama 128 gündür.

Etkiyen rüzgar

Doğu Rüzgarı : Doğudan batı yönüne doğru esen bu rüzgar Sis yeli veya Hazar yeli olarak bilinmektedir. Bu rüzgar Ardebil (ortalama yükseklik 1345m) ve Hazar denizi (deniz seviyesi -25m) arasında ortaya çıkan yükseklik farkından dolayı Hazar denizi nemini bölgeye taşımaktadır.

Batı Rüzgarı : Bu rüzgar da yılın her döneminde ortaya çıkabilir ve bölgede Germiç yeli olarak bilinmektedir. Bu rüzgar bölgede görülen Akdeniz ve Karadeniz hava kütleleri tarafından meydana gelir ve bölgede en çok bilinen rüzgar türüdür.

Bölgeki Rüzgarların Özellikleri : Bölgede ocak ayında 9.7 m/s ve şubat ayında 9.1m/s güneybatı rüzgarı esmektedir. Mart ayında ise rüzgarın yönü doğuya çevrilir, hızı da 6.8m/s'ye düşer. Etkili rüzgar bahar boyunca, yaz ve sonbahar'ın ilk aylarında doğu yönünde esip ortalama hızı 7.1 m/s'dir. Sonbahar'ın ikinci ayından itibaren rüzgar yönü güneybatıya döner, şubat ayının sonuna kadar da devam eder. Bu sürede ortalama rüzgar hızı 8.8m/s'dir. Ardebil'de etkili rüzgar hızı en çok 9.7 m/s , en az ise 6.6 m/s'dir. Etkili rüzgarın hızı soğuk dönemlerde sıcak dönemlere göre daha yüksektir. Ardebil'de uzun vadede kayıt altına alınmış en yüksek rüzgar hızı 34 m/s ve bu rüzgar güneybatı yönündedir.

Don derinliği

Geçmişte yaşanan tecrübelerle göre, bölgede don derinliği $110\pm 10\text{cm}$ 'dir.

2.3.4. Bölgede depremsellik

Harita 2.6'de görüldüğü gibi nehir yataklarının şekli kıvrımlı olup, litolojide az eğim, gevşek ve çok erozyonlu zemini tanımlamaktadır. Bölgeye en yakın faylar ise Tales batı (uzunluk 258 km), Tebriz (uzunluk 150 km), Soltaniye (uzunluk 150 km), Serein-Serdabe, Moğan ovası, Sangavar (uzunluk 61 km), Erdimusa ve Hiyarek-Hoşkerud faylarıdır. Bu faylar Pirin dağ oluşumu (37 milyon sene önce), Savin (Miyosen ortaları) ve Pasadenin (pliyosen sonu ve kuvarterner başında, 1.8 milyon sene önce) dönemlerinde ortaya çıkmış olup halen aktiflerdir. Büyük bir olasılıkla, Şorabil gölü de iki fayın ters hareketinden meydana gelmiştir. Fay yüzeyleri nehir ve ırmak oluşumları için en iyi yataklardır. Buna göre Balıklıçay ve Kuriçay nehirleri de bir fay uzunluğunda akmaktadırlar, ancak bu nehirlerin tortuları fay yüzeyini kapatıp gizli tutmuştur.

Bölgede geçmişte yaşanmış depremler

Ardebil şehrinin çevresinde 100 km çapında bir daire içerisinde 1900 – 2002 yılları arasında 71 deprem ($M_w \geq 3.5$) kaydı yapılmıştır (Şekil 2.4). Deprem listesi Ek 2'dedir. Ardebil şehri yakınındaki faylar ve mekanizmalar Harita 2.7'de gösterilmiştir.

İran Uluslararası Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Merkezi (IIEES) verilerine göre bölgede en son ağır hasarlı deprem, $M_w=6.1$ şiddetinde ve 12 km derinlikte, 28 Şubat 1997 tarihinde saat 16:27 (12:57 GMT)'de meydana gelmiştir. Hasar dağılımı, arazi görünümü ve deprem merkezi esas alınarak bu deprem ‘‘Ardebil Depremi’’ olarak adlandırılmıştır. İran kaynaklarına göre bu deprem sonucunda (EERI, 1997):

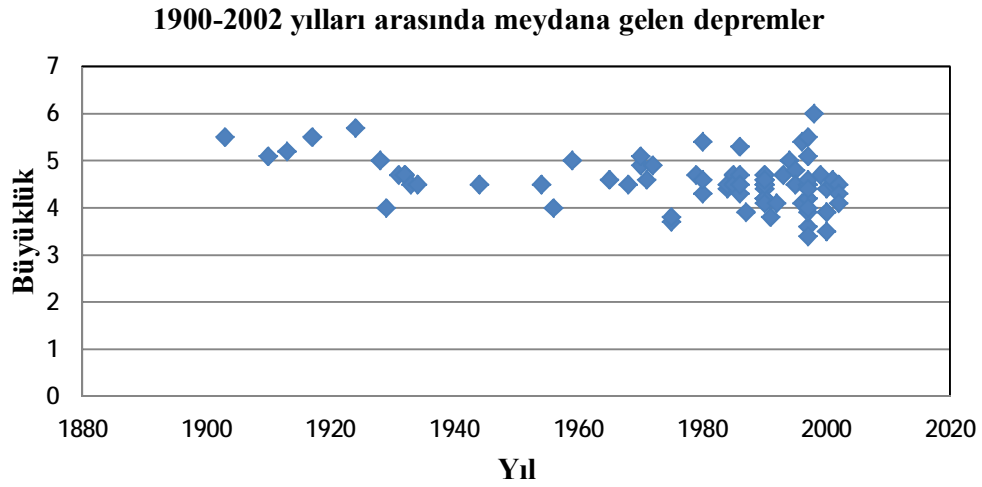
- 1100 can kaybı
- 2600 yaralı
- 160 000 toplam etkilenen insan olmuş,
- 20 köyde % 100 hasar
- 80 köyde % 40 ile % 90 arasında hasar
- 12000 evde % 40'dan fazla hasar oluşmuş,
- 105 okul, 40 tıp merkezi, 9 haberleşme merkezi yıkılmış,
- 30 köy su şebekesi hasar görmüş,
- 30 000 hayvan telef olmuştur.
- Ayrıca, yollarda, elektrik hatlarında ve su dağıtım sistemlerinde çok ağır hasar meydana gelmiştir.

Deprem merkezine yakın bölgelerde yapılan incelemeler neticesinde, deprem şiddeti Modifiye Merkali ölçeğinde VII+ olarak belirlenmiştir. Bu depremde anakaya pik ivmesi 0.2g olarak ölçülmüştür.

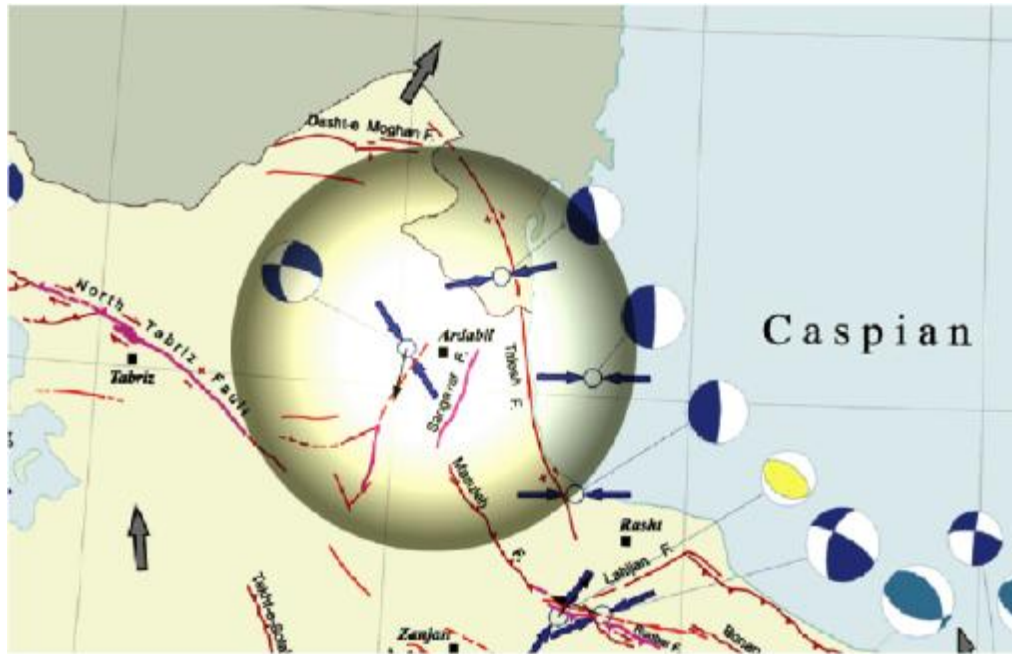
Bölgede deprem pik ivmesi

İran Deprem Araştırmaları Merkezinin yaptığı olasıksal çalışmalara göre bölgedeki anakaya pik ivme değeri 0.32g'dir. Fayların türü, mekanizması ve tarihsel aktiflikleri nedeniyle, İran-2800 şartnamesine göre, bölge ‘‘Yüksek Riskli’’ olarak tanımlanmıştır. Aynı şartnamede, yüzey pik ivmesi 0.30g olarak önerilmiştir.

Bu çalışmada, zeminin yüzey jeolojisinden dolayı amplifikasyon etkisini hesaba katmak için Stewart ve diğ. (2003) yöntemi kullanılmıştır. Stewart ve diğ. (2003) sınıflamasına göre Ardebil şehri sedimanları Kuvaterner alüvyonu (Qa) grubunda yer almaktadır.



Şekil 2.4. Ardebil şehrinde 100 km çapında meydana gelen depremlerin büyüklükleri ve yıllara göre dağılımı



Harita 2.7. Ardebil şehri yakınında olan faylar ve mekanizmaları

Amplifikasyon faktörü (f) ve yüzey pik ivmesi aşağıdaki eşitlikle hesaplanmaktadır [Stewart ve diğ., 2003] :

$$\ln(f) = a + b \ln(\text{PHA}) \quad (2.1)$$

$$a_{\max} = \text{PHA} * f \quad (2.2)$$

Burada a ve b zemin doku özelliklerine bağlı parametrelerdirler (Çizelge 2.3). PHA değeri İran-2800 Deprem Şartnamesine göre 0.30g alınmıştır.

Ardebil şehri için amplifikasyon değerleri Çizelge 2.4’de verilmiştir.

Çizelge 2.3. Amplifikasyon için zemin cinsine bağlı değerler

Jeolojik Devir	Periyot	<i>a</i>	<i>b</i>
Holosen (H)	PHA	-0.24 ± 0.14	-0.17 ± 0.05
	0.3 s	-0.18 ± 0.13	-0.15 ± 0.05
	1.0 s	0.24 ± 0.15	-0.05 ± 0.06
	3.0 s	0.36 ± 0.19	-0.05 ± 0.08
Pleistosen (P)	PHA	$0.14 \pm 0.27^*$	$0.02 \pm 0.10^*$
	0.3 s	0.22 ± 0.27	0.07 ± 0.10
	1.0 s	0.21 ± 0.32	-0.02 ± 0.12
	3.0 s	-0.03 ± 0.37	-0.19 ± 0.14
Tersiyer (T)	PHA	0.23 ± 0.35	-0.02 ± 0.14
	0.3 s	0.09 ± 0.37	-0.05 ± 0.14
	1.0 s	0.09 ± 0.34	-0.05 ± 0.14
	3.0 s	0.10 ± 0.45	-0.06 ± 0.18
Mesozoik + Volkanik (M + V)	PHA	-0.13 ± 0.30	-0.08 ± 0.12
	0.3 s	-0.46 ± 0.33	-0.14 ± 0.13
	1.0 s	-0.45 ± 0.46	-0.12 ± 0.19
	3.0 s	-0.74 ± 0.63	-0.22 ± 0.27

*: bu çalışmada kullanılan değerler

Çizelge 2.4. Ardebil şehri için amplifikasyon değerleri [Stewart ve diğ., 2003]

	a	b	f	a_{max}
Maksimum	0.41	0.12	1.42	0.42
Minimum	-0.13	-0.08	0.867	0.26

Elde edilen ve Çizelge 2.3'de görüldüğü gibi, a_{max} değerlerinden yola çıkarak, bu çalışmada pik ivme değerleri 0.25g ile 0.40g aralığında kabul edilmiştir.

3. SIVILAŞMA ANALİZ YÖNTEMLERİ

3.1. Giriş

Sıvılaşma, önemli bir hasar nedeni olması sebebi ile geoteknik deprem mühendisliği içerisinde üzerinde en çok araştırma yapılan konulardan birisidir. Sıvılaşmanın yıkıcı etkilerinin geoteknik mühendislerinin dikkatini çekmesi, ilk olarak 1964 yılında üç aylık dönem içinde ardarda meydana gelen Alaska'daki Good Friday ($M_w=9.2$) ve Japonyadaki Niigata ($M_s=7.5$) depremleriyle birlikte olmuştur. Bu depremlerden sonra, 45 yıl boyunca dünyanın birçok yerinde, çeşitli araştırmacılar tarafından, sıvılaşmanın oluşması için gerekli şartlar ve yaratacağı hasar miktarı incelenmiştir. Bir çok farklı terminoloji, prosedür ve analiz yöntemleri önerilmiş olup, diğerlerine kesin olarak üstün gelen bir yaklaşımın doğması mümkün olmamıştır [Kramer, 1996].

Sıvılaşma terimi çok sayıda farklı ama birbiriyle ilgili olayları tanımlamak için kullanılmaktadır. Sıvılaşma potansiyeli analizinde kullanılan yöntemleri tanımlamadan önce, sıvılaşmada teorik olarak zemin davranışı tanımlanacaktır. Terzaghi ve Peck (1948) çok gevşek kumların ani güç kaybı ve az örselenme ile kayma akışına "kendinden sıvılaşma" adını vermişlerdir. Ancak "sıvılaşma" terimi, ilk kez kohezyonsuz zeminlerde, drenajsız şartlardaki tekdüze, dengesiz ve tekrarlamalı örselenmeden kaynaklanan zemin deformasyonları ile ilgili değişik olayları nitelenmek üzere Mogami ve Kubo (1953) tarafından kullanılmıştır. Zemin sıvılaşmasında ilerleme çalışmaları çeşitli kapsamlı yayınlarda açıklanmıştır. Örneğin Yoshimi ve diğ. (1977), Seed (1979), Finn (1981), Ishihara (1993), Robertson ve Fear (1995). 1997 yılında NCEER çalışma grubu sıvılaşma için aşağıdaki tanımı yapmıştır :

Sıvılaşma : Sıvılaşma granüler bir zeminin artan boşluk suyu basıncı ve azalan efektif gerilme sonucu katı durumdan sıvı duruma dönüşmesi olarak tanımlanabilmektedir. Boşluk suyu basıncı artışı çevrimli kayma şekil değiştirmelerine maruz kalan granüler zeminin sıkışma eğiliminden kaynaklanmaktadır. Yükleme çevrimlerinin hızlı olmasından dolayı boşluk suyu

dışarı çıkamamakta ve sıkışmaya zorlanan suda basınç artışları meydana gelmektedir. Katı durumdan sıvı duruma dönüşüm, düşük geçirimli, gevşek-orta sıkı yerleşimli, siltli kumlar veya az geçirimli kaplama veya ara tabakalar ile boşluk suyunun drene olması engellenen kumlu çakıllı zeminlerde daha hızlı bir şekilde ortaya çıkmakta, sıvılaşma oluşunca zemin yumuşamakta ve büyük kayma şekil değiştirmeleri meydana gelmektedir.

Sıvılaşma olayı iki ana gruba ayrılmaktadır : akma sıvılaşması ve devirsel yumuşama.

3.2. Akma Sıvılaşması

Sıvılaşma ile ilgili olaylar arasında akma yenilmeleri olarak bilinen ve olağanüstü derecede duraysızlıklara neden olan en çarpıcı etkileri, akma sıvılaşması üretir. Akma sıvılaşması, bir zemin kütesinin statik dengesi için gerekli kayma gerilmesinin (statik kayma gerilmesi), zeminin sıvılaşmış halindeki kayma dayanımından büyük olduğu durumda ortaya çıkar. Büyük deformasyonların akma sıvılaşmasını tetiklemesinin gerçek nedeni, statik kayma gerilmeleridir. Statik gerilmelerin, akma yenilmesi üretecek kadar zemin dayanımını azalttığı durumda, devirsel gerilmeler zemini çok kolay bir şekilde dengesiz bir duruma getirebilmektedir [Kramer, 1996].

3.3. Devirsel Yumuşama

Deprem sarsıntısı sırasında kabul edilmeyecek düzeyde büyük ve kalıcı deformasyonlara neden olan diğer bir olay ise devirsel yumuşamadır. Akma sıvılaşmasının aksine devirsel yumuşama statik kayma gerilmesinin, sıvılaşmış zeminin kayma dayanımından daha küçük olduğu zamanlarda ortaya çıkmaktadır. Devirsel yumuşamada yenilmeye neden olan deformasyonlar, hem devirsel ve hem de statik kayma gerilmelerden dolayı ortaya çıkabilir [Kramer, 1996].

Devirsel yumuşama :

i. Deformasyonla yumuşamış ve deformasyonla katılaşmış zeminlerde gerçekleşebilir.

ii. İki terim ile tanımlanır : Devirsel sıvılaşma ve devirsel hareketlilik.

Akma sıvılaşması ve devirsel sıvılaşmadan dolayı çok büyük deformasyonlar meydana gelebilir. Deprem sonucunda ortaya çıkan deformasyonun hangi fenomen yüzünden oluştuğunu belirlemek çok zordur.

Akma sıvılaşması ve devirsel hareketlilik belirli bir sahada hasara neden olabilir ve sıvılaşma tehlikesinin eksiksiz bir şekilde değerlendirilmesi için, bunların her birinin potansiyelinin de ele alınması gerekmektedir. Arazide deprem yükünden dolayı en çok görülen sıvılaşma, devirsel yumuşamadır. Bunun için, zemin sıvılaşması araştırmalarında, devirsel yumuşama konusunda sıvılaşmayı başlatan nedenlerin bulunması için çalışmalar yapılmaktadır [NCEER, 1997].

Günümüzde, zemin sıvılaşma mühendisliği gelişmekte olan bir bilimdir. Şekil 3.1’de görülen bir çok alanda bilgiler son derece sınırlıdır.

3.4. Sıvılaşmaya Etki Eden Faktörler

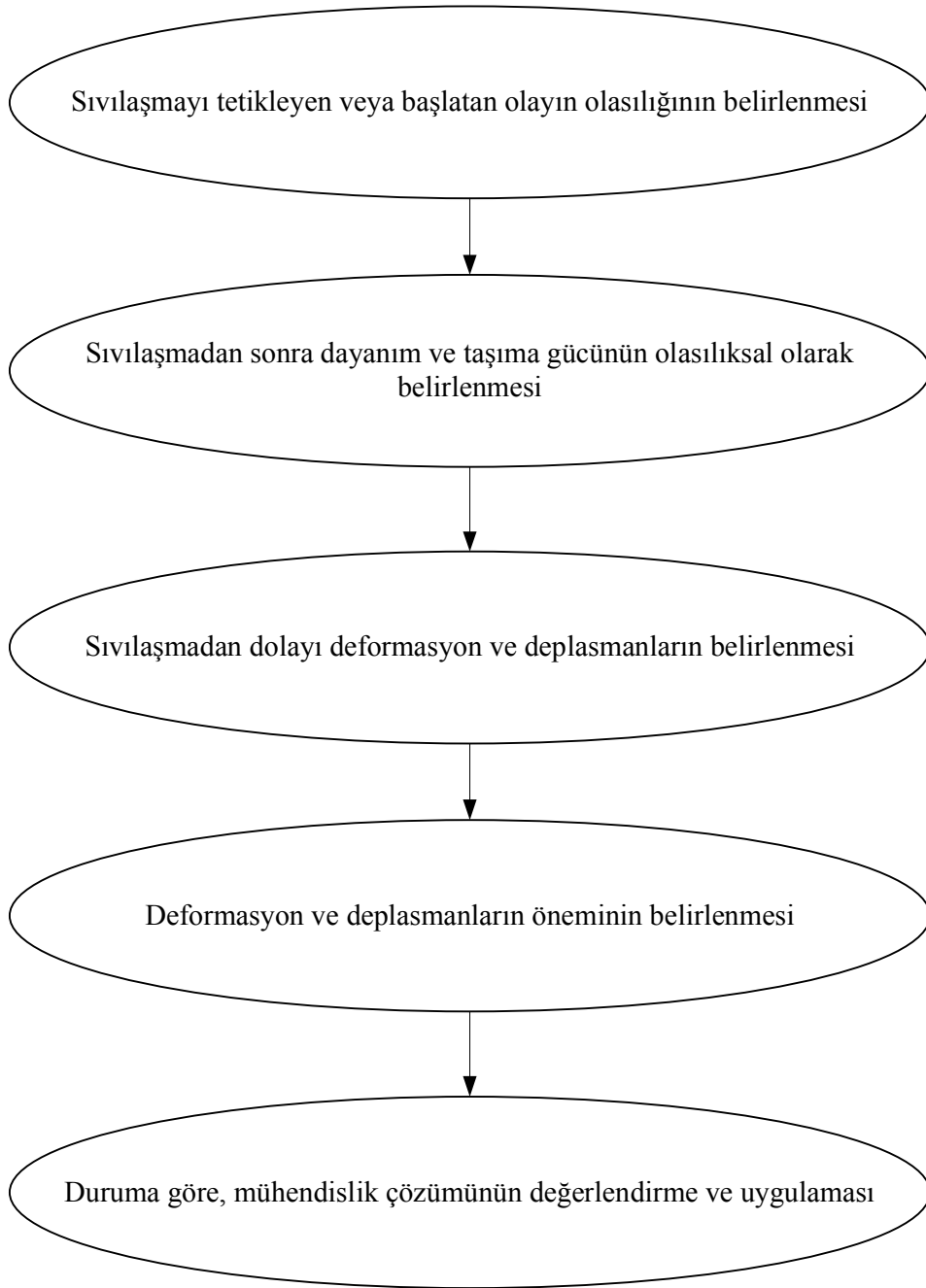
Sıvılaşma potansiyelinin tahmini için bölgedeki sıvılaşmaya karşı duyarlı zeminlerin belirlenmesi gerekmektedir.

Sıvılaşma oluşumunda birçok geoteknik faktör etkili olsa da, zeminin sıvılaşmaya karşı duyarlılığını belirleyen etkenler, yani bir başka deyişle zeminin sıvılaşma potansiyelini belirleyen ölçütler, zeminin özellikleri ve jeolojik şartlar gibi koşullara bağlıdır.

Sıvılaşmanın gerçekleşebilmesi için ,

- 1) malzeme doygun (ya da doygunu çok yakın) olmalı,
- 2) hızlı yükleme (drenajsız) uygulanmalıdır.

Su seviyesindeki değişimlerinin mevsimsel olabileceği ve yağışların bu koşulları etkileyebileceği unutulmamalıdır.



Şekil 3.1. Zemin sıvılaşması analizinde izlenecek yol [Seed ve diğ. sonrası, 2001]

3.4.1. Kohezyonsuz zeminler

“Temiz” kumların potansiyel olarak sıvılaşılabirliği uzun zamandan beri bilinmektedir. Ancak siltli ya da siltli killi kumlar ile çakıllı zeminlerin sıvılaşılabirliği konusunda halen bir karmaşa mevcuttur. İri daneli ve çakıllı zeminlerin davranışı kumların tekrarlı sismik yükler altındaki davranışından çok fazla bir farklılık göstermez ve potansiyel olarak sıvılaşılabirler. Ancak bu tip zeminler, daha ince daneli kumlu zeminler ile karşılaştırıldığında davranış olarak iki önemli farklılık gösterirler:

- a. Sismik yükleme sırasında oluşan tekrarlı boşluk suyu basıncı, zemin daha geçirimli olduğu için daha çabuk dağılabilmektedir.
- b. Bu tür zeminler iri ve ağır kütleli danelerinden dolayı oluşumları sırasında çok nadiren gevşek depozitlenme özellikleri göstermektedir. Dolayısıyla bu tip zeminlere doğada gevşek olarak çok sık rastlanmamaktadır.

Daha az geçirimli tabakalar arasında sıkıştığında, ince daneli plastik olmayan malzemelerin ve kumlu danelerin boşlukları doldurduğu durumlarda, ya da tabakanın oldukça kalın ve buna bağlı olarak drenaj mesafesinin uzun olduğu durumlarda, deprem yükleri altında iri daneli zeminlerin yüksek geçirimlilik avantajı bozulabilir. Böyle durumlarda iri daneli malzemelerin de sıvılaşılabileceği bilinmeli ve gerekli sıvılaşıma hesapları yapılmalıdır.

Bu çalışmada YASS altında bulunan siltli kumdan çakıla kadar tüm kohezyonsuz zeminler sıvılaşımaya yatkın kabul edilmiştir.

3.4.2. Kohezyonlu zeminler

Kohezyonlu zeminlerin sıvılaşıma anında ve sonrasında devirsel yüklemelerdeki davranışını tahmin etmek zordur. Bunun nedeni ise dinamik koşullarda kohezyonlu zeminlerde doku ve yapısal özelliklerin değişmesidir. İnce daneli zeminlerin sıvılaşıma potansiyeli hakkındaki görüşlerin özetine burada yer verilmiştir.

Çin'de yaşanan depremlerde görülen sıvılaşma vakalarına göre, Wang (1979) aşağıda yer alan kriterlere sahip zeminleri sıvılaşabilir olarak nitelendirmiştir [Kramer, 1996] :

Likit Limit (LL) < % 35

Doğal su muhtevası (w) > 0.90 LL

0.005 mm'den geçen < % 20

Bu kriter Çin Kriter'i olarak adlandırılmıştır.

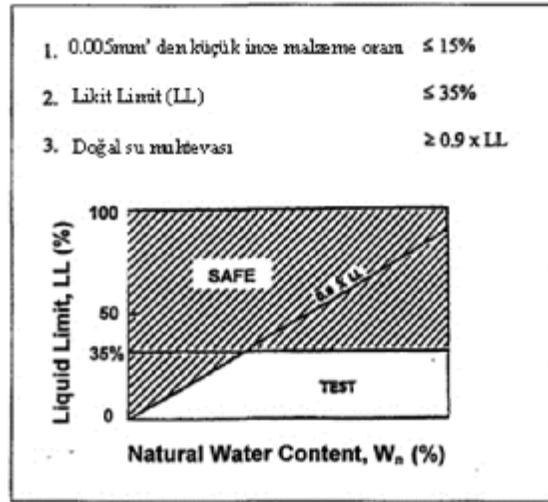
Likit limit için Çin'de kullanılan cihaz ve Casagrande Cihazı arasında 4'den çok puan farkı olması nedeniyle, likit limit değerinde değişim yapılarak Casagrande'ye göre düzeltme yapılmıştır (Modifiye Çin kriteri) (Şekil 3.2) [Koester, 1992].

Seed ve Idriss (1982), Çin Kriter'ini aşağıdaki biçimde revize etmiştir :

Likit Limit (LL) < % 35

Doğal su muhtevası (w) > 0.90 LL

0.005 mm'den geçen < % 15



Şekil 3.2. Modifiye Çin kriteri [Finn ve diğ., 1994]

Andrews ve Martin (2000) ve Seed ve diğ. (1984, 1985) sıvılaşma vaka analizleri ile ilgili incelemeler yapmış, Modifiye Çin kriterine standart şeklini vermişlerdir.

Çizelge 3.1’de bu çalışma sonuçları gösterilmektedir. Andrews ve Martin (2000) kriterlerine göre, % 10’dan az kil içeren (< 0.002 mm) zeminlerde, 40 nolu elekten geçen numunenin likit limit değeri % 32’den az olursa, zemin sıvılaşmaya duyarlıdır.

Çizelge 3.1. Siltli zeminlerde sıvılaşma olasılığı [Andrews ve Martin, 2000]

	Likit Limit < 32 (1)	Likit Limit ≥ 32
Kil içeriği $< \%10$ (2)	Duyarlı	Araştırma yapılması gerekmektedir (kil olmayan plastik daneler, Mika gibi)
Kil içeriği $\geq \%10$	Araştırma yapılması gerekmektedir (non-plastik kil daneleri, maden ve cevher ithalatı gibi)	Duyarlı değil

(1) Likit limit Casagrande aparatına göre belirtilmiştir

(2) 0.002 mm’den küçük daneler kil olarak tanımlanmıştır

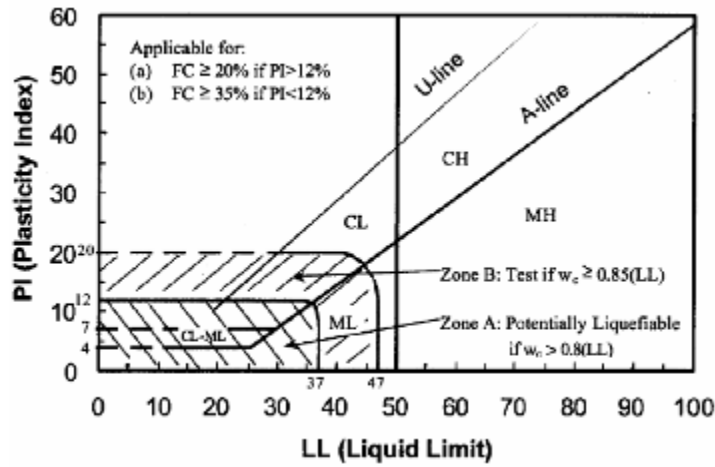
1999 Kocaeli ve Chi-Chi (Taiwan) depremlerinden sonra, ince daneli zeminlerde yapılan sıvılaşma araştırmalarında yeni bir dönem başlamıştır. Bu depremlerde hasarların bir kısmı, sıvılaşmadan dolayı oluşan oturmalar ve taşıma gücü kaybından oluşmuştur. Bu deprem bölgelerinde zemin katları kohezyonlu olup, böyle alanlarda Modifiye Çin kriterine göre sıvılaşma potansiyeli bulunmamaktadır.

Bu zeminlerdeki sıvılaşma analizleri, depremden sonar alınan numuneler üzerinde yapılmıştır. Genelde bu numuneleri zemin örneği olarak kullanmak doğru değildir. Kohezyonlu zeminler veya kile benzer davranışı olan zeminlerde, aşırı boşluk suyu basıncı çıkışı hızlı olmayıp, yüzeyde kum kaynamalarına sebep olmaktadır. Laboratuvar deneylerine göre bu numunelerde boşluk suyu basıncının artışı ve devirsel yüklemdeki güç kaybı, sıvılaşmaya olan hassasiyeti göstermektedir. Bu tip güç kaybı Modifiye Çin kriterinde belirtilmemiştir.

Sıvılaşmada siltlerin kuma benzer davranışından, kile benzer zeminlerin devirsel kırılmasına geçişleri aşamalı olup birbirinden ayrılmamalıdır. Kumlu zeminlerde sıvılaşmanın başlama anında devirsel kayma deformasyonu % 3 ile % 6 arasında olarak belirtilmiştir. Kile benzer davranışı olan zeminlerde güç kaybı boşluk suyu

basıncının az oranlarında olup, sünek davranışlarda büyük kayma deformasyonları görülmektedir.

Bray ve diğ. (2003) Kocaeli ve Chi Chi depremlerindeki çalışmalarının ardından, ince daneli zeminlerin davranışı için yeni bir yaklaşım Seed ve diğ. (2003) tarafından önerilmiştir. Bu yeni yaklaşımda Modifiye Çin kriteri yer almamaktadır. Zeminin deprem yüklerine karşı olan davranışında ince danelerin plastisite değerinin önemli bir rolü vardır. Şekil 3.3'de Atterberg limitleri ile sıvılaşıma potansiyeli arasındaki ilişki gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Sıvılaştıran zeminler için tavsiyeler [Seed ve diğ., 2003]

3.5. Sıvılaşıma Potansiyeli Analizi

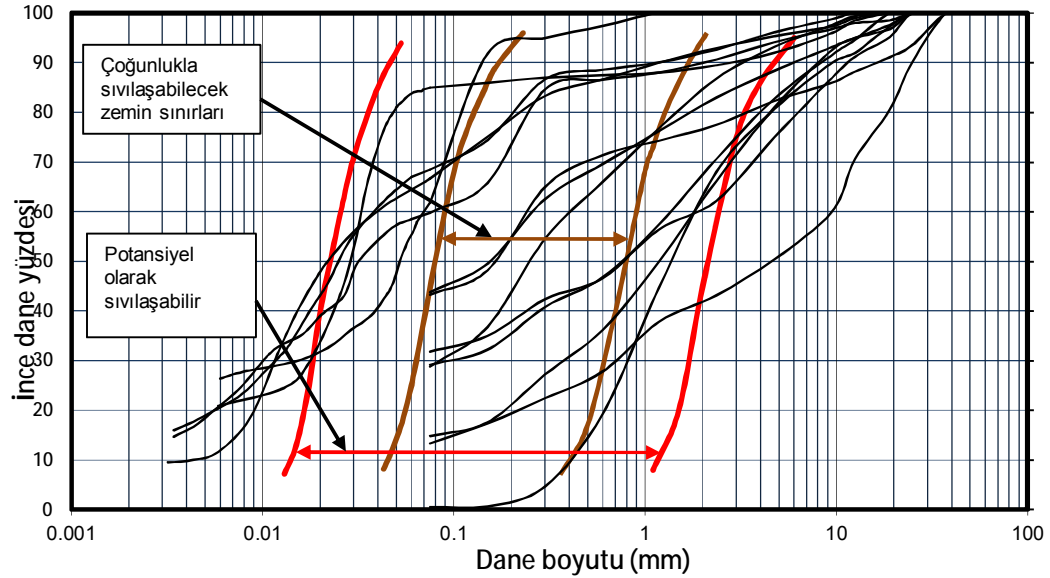
Sıvılaşıma potansiyeli olan bir zemin için olası bir deprem tahmini yapılarak sıvılaşıma analizi yapılması gerekmektedir. Literatürde bu amaç için kullanılan çeşitli metodlar mevcuttur :

- Dane Dağılımı Yöntemi
- Sismik Yaklaşım
- Enerji Sönümü Yaklaşımı
- Efektif Gerilme Bazlı Analiz Yaklaşımı

Bu bölümde Dane Dağılımı Yöntemi ve Sismik Yaklaşım konusunda bilgi verilecektir.

3.5.1. Dane dağılımı yöntemi

Sıvılaşma üzerinde, dane çapı dağılımının etkisini incelemek amacıyla, Şekil 3.4'te geçmişte yaşanmış depremlerden elde edilen numunelerin ve sıvılaşma olasılığı olan zeminler için verilen granülometri eğrileri ve Ardebil şehri için alınan dane dağılım eğrisine yer verilmiştir [Tsuchida, 1970]. Ardebil şehrinde zemin profili SM, ML ve SW gibi sıvılaşabilen dokuya sahiptir. Japon kaynaklarının (Tsuchida, 1970) önerisine göre, bu eğriler sıvılaşma potansiyeli olan zeminler ile karşılaştırılmalıdır. Sıvılaşma olasılığını belirten sınırlar Tsuchida tarafından belirtildiğinden bu eğrilere Tsuchida Eğrileri adı verilmiştir. Bu analiz yöntemi detaylı olmayıp, esas olarak bir tek dane boyutu dağılımına bağlıdır. Bu yöntemde diğer bir problem ise zeminin rölatif yoğunluğudur. Aynı gradasyon dağılımına sahip zeminlerin rölatif sıklıkları farklı olabilir.



Şekil 3.4. Ardebil şehri için sıvılaşan ve sıvılaşmayan zeminlerin dane çapı dağılım sınırları (eğri sınırları Tsuchida (1970)'den alınmıştır)

3.5.2. Sismik yaklaşım

Deprem etkisine maruz kalan bir zemin tabakasında oluşan boşluk suyu basıncı artışının tamamen devirsel kayma gerilmelerine bağlı olduğu düşüncesinden yola çıkarak, sıvılaşmaya sebep olacak sismik yüklemeyi ve zeminin sıvılaşmaya karşı direncini gerilme oranı cinsinden karşılaştırma işlemidir. Sismik yükleme oranının

sismik direnç oranından büyük olması zeminin sıvılaşma direncinin aşıldığını ve sıvılaşma riski olduğunu gösterecektir. CSR ve CRR'ın tanımı aşağıda verilmiştir :

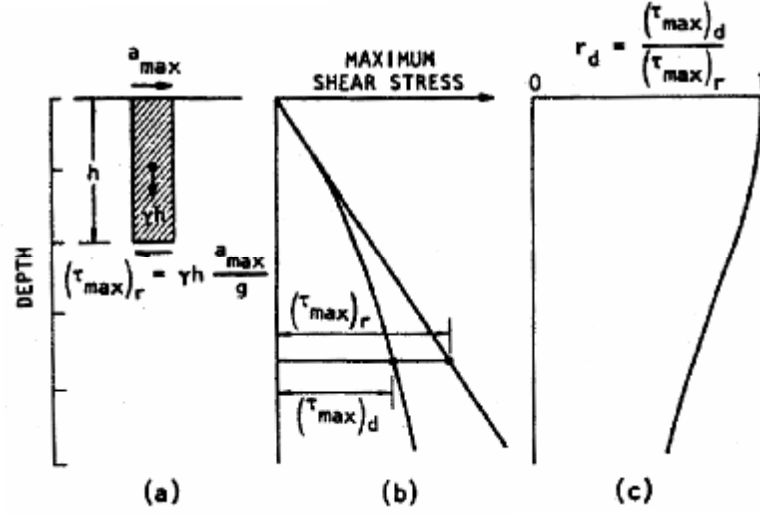
Devirsel Gerilme Oranı (CSR) : Basitleştirilmiş Seed (1982) yöntemine göre, deprem ve sıvılaşma durumunda zeminde değişiklik üretmek için gerekli devirsel gerilme oranı olarak tanımlanır. Bu iki devirsel gerilme oranları arasındaki karışıklığı önlemek için bu çalışmada deprem tarafından üretilen devirsel gerilme oranı, CSR olarak kabul edilmiştir.

Devirsel Direnç Oranı (CRR) : Zeminin sıkılığından dolayı, sıvılaşmaya karşı olan gerilim oranı, devirsel direnç oranı olarak tanımlanmıştır. Bu tanım, NCEER, 1997 yılından mühendislik uygulamalarında standart kullanım için tavsiye edilmiştir.

Hesap yöntemi

Bu yöntemi kullanmak için depremin devirsel gerilme oranının (CSR) bilinmesi gerekmektedir. Belirli derinlikteki CSR değerlerinin bulunması için bölgede özel sismik analizler yapılmalıdır. Gerekli devirsel gerilme oranını (CSR) bulmak için çeşitli metodlar mevcuttur. Bu değeri elde etmek için genel olarak Seed ve Idriss (1971) ampirik yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemde, esnek zemin kolonunun rijit zemin kolonuna olan devirsel gerilme oranına, zeminde gerilme azaltma parametresi (r_d) adı verilmiştir (Şekil 3.5). Depremdeki zemin hareketi ve 15 m'den az derinlikte yer alan kumlu zemin profiline göre derinlikte r_d için ortalama eğriler önerilmiştir. Tüm profillerde ve deprem şiddetlerinde ortalama eğri 12 m'ye kadar düzenlenmiştir. Bu basit yaklaşım aşağıdaki eşitlikle tanımlanmıştır :

$$CSR_{peak} = \left(\frac{a_{max}}{g} \right) \cdot \left(\frac{\sigma_v}{\sigma'_v} \right) \cdot (r_d) \quad (3.1)$$



Şekil 3.5. Basitleştirilmiş yöntemin açıklaması [Seed ve Idriss, 1971]

Seed ve Idriss (1971) tahminine çok yakın olan r_d faktörü için çeşitli araştırmacılar tarafından r_d için farklı eşitlikler önerilmiştir. Aşağıda r_d için önerilen bazı eşitlikler verilmiştir :

$$r_d = 1.0 - 0.00765 \times z \quad z < 9.15 \text{ m} \quad (3.2)$$

$$r_d = 1.174 - 0.0267 \times z \quad z = 9.15 \text{ to } 23 \text{ m} \quad (3.3)$$

$$r_d = 0.5 \quad z > 30 \text{ m} \quad (3.4)$$

$$r_d = 0.744 - 0.008 \times z \quad z = 23 \text{ to } 30 \text{ m} \quad (3.5)$$

İlk iki eşitlik Liao ve Whitman tarafından 1986 yılında önerilmiştir. 23 m'den 30 m'ye kadar Seed ve Idriss tarafından önerilen değere yakın olması dolayısıyla Eş. 3.5 Robertson ve Wride tarafından 1998 yılında eklenmiştir. Ama bazı araştırmacılara göre, bu değerleri sıvılaşma analizinde bundan da yüksek derinliklerde kullanmak gerekmektedir. Bu basit yöntem 25 sene önceden günümüze kadar bir çok sıvılaşma analizinde kullanılıp geliştirilmiştir. Seed ve diğ. (2001)'e göre r_d bir tek derinliğe bağlı olmayıp, deprem derinliği ve 12 m derinlikte olan zeminin kayma dalga hızına da bağlıdır.

Cetin ve Seed (2004) r_d için yeni bir ampirik yöntem önermişlerdir. Bu yöntem de r_d (1) derinlik (d), (2) deprem büyüklüğü (M_w), (3) pik ivme (a_{max}), (4) zemin rijitliği'ne bağlıdır (Eş. 3.6 ve 3.8) :

$d < 20m$:

$$r_d = \frac{\left[1 + \frac{-23.013 - 2.949a_{max} + 0.999M_w + 0.0525V_{s,12m}}{16.258 + 0.201e^{0.341(-d + 0.0785V_{s,12m} + 7.586)}}\right]}{\left[1 + \frac{-23.013 - 2.949a_{max} + 0.999M_w + 0.0525V_{s,12m}}{16.258 + 0.201e^{0.341(0.0785V_{s,12m} + 7.586)}}\right]} \pm \sigma_{\varepsilon_{r_d}} \quad (3.6)$$

$$\sigma_{\varepsilon_{r_d}} = d^{0.850} \mathbf{0.0198} \quad (3.7)$$

$d \geq 20m$:

$$r_d = \frac{\left[1 + \frac{-23.013 - 2.949a_{max} + 0.999M_w + 0.0525V_{s,12m}}{16.258 + 0.201e^{0.341(-d + 0.0785V_{s,12m} + 7.586)}}\right]}{\left[1 + \frac{-23.013 - 2.949a_{max} + 0.999M_w + 0.0525V_{s,12m}}{16.258 + 0.201e^{0.341(0.0785V_{s,12m} + 7.586)}}\right]} - \mathbf{0.0046(d - 20)} \pm \sigma_{\varepsilon_{r_d}} \quad (3.8)$$

$$\sigma_{\varepsilon_{r_d}} = \mathbf{12}^{0.850} \mathbf{0.0198} \quad (3.9)$$

Geçmişteki depremlerde sıvılaştıran kritik zemin katlarının derinliği en çok 12m'ye kadar olduğu için, bu yöntemde kayma dalga hızı hesabı bu derinlik ile sınırlandırılmıştır. Bu konu yeni yöntem gelişiminde etkili olmuştur [Seed ve diğ., 2001]. Yeni yaklaşımlarda arazi devirsel gerilme oranı ‘‘eşdeğer üniform CSR’’ olarak kabul edilip, en çok CSR değerinin % 65'i ile eşitlendirilmiştir.

$$CSR_{eq} = (0.65) CSR_{peak} \quad (3.10)$$

Arazide CSR_{eq} değeri depremde zemin tepki performans analizinden direkt hesaplanabilir. Bu hesap iki durumda yapılabilir : a) zeminden yeterli veri olursa, ve b) yakın zemin gücü kayıt merkezinden depremin yarattığı sarsıntı kayıtları elde edilebilirse [Cetin ve diğ., 2001].

Eş. 3.10 Idriss (1998) tarafından deprem büyüklüğünü dikkate alan bir düzeltme faktörü kullanılarak aşağıdaki formda sunulmuştur.

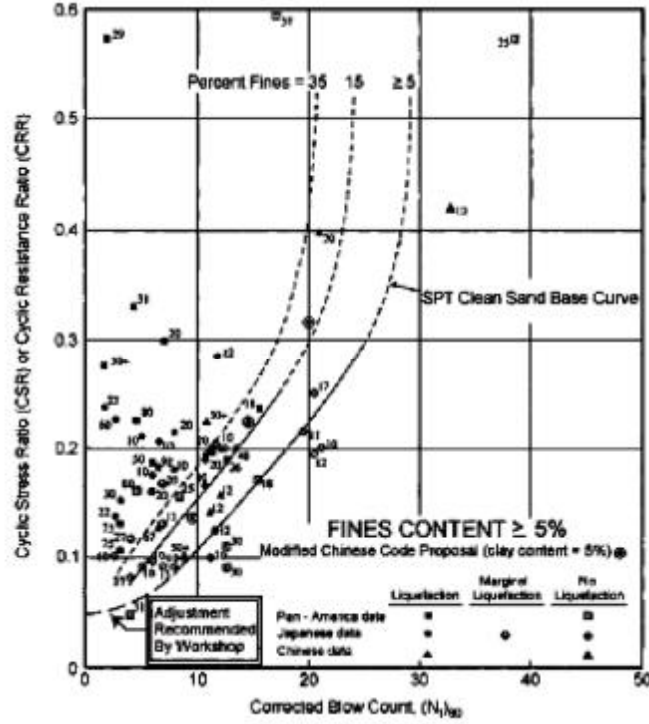
$$CSR = \mathbf{0.65} \left(\frac{a_{max}}{g}\right) \cdot \left(\frac{\sigma_v'}{\sigma_v}\right) \cdot \left(\frac{r_d}{MSF}\right) \quad (3.11)$$

Burada MSF deprem büyüklüğü düzeltme faktörü olup alttaki eşitliklerden hesaplanmaktadır.

$$MSF = 37.9 (M_w)^{-1.81} \quad M_w > 5.75 \quad (3.12)$$

$$MSF = 1.625 \quad M_w \leq 5.75 \quad (3.13)$$

Aynı deprem büyüklüğünde, CSR profili deprem ile hesaplanıp, zemin kütlelerinin CRR profili ile karşılaştırılır. Bunun için, 1) örselenmemiş numune üzerinde yapılan laboratuvar deneyleri, 2) zemin davranışı tahmini için kullanılan ampirik yöntemler kullanılmaktadır. Laboratuvar deneyleri numune alımı ve taşınmasında örselenmeden dolayı iyi sonuçlar verememektedir. Buna ek olarak, yüksek kaliteli devirsel kesme deneyi yapmak zor ve yüksek maliyetlidir. Bu problemleri gidermek için numune alımında dondurma teknikleri kullanılmalıdır. Bu yöntemlerin zorluğu ve maliyeti dolayısıyla çoğu mühendislik araştırmasında arazi deneyleri tercih edilmektedir. Arazi deneylerinin avantajı, zeminin az örselenmesi ve yaklaşık tabii durumda test ediliyor olmasıdır. Bu deneylerde, yüzeyden itibaren istenilen derinliğe ulaşılabilir ve sürekli tanımlama yapılabilir. Fakat, arazide sismik aktiviteyi göstermek zor olduğu için sıvılaşma potansiyelini ölçmek amacıyla yapılan deneylerde, sıvılaşma dayanımıyla ilgili zemin parametrelerine doğrudan ulaşamaz. Değerlendirme kriterlerine ulaşmak için sıvılaşma meydana gelmiş tüm depremler incelenerek ampirik bağıntılar geliştirilmiştir. Şekil 3.6'da büyüklüğü $M_w=7.5$ 'e yakın olan, geçmişte yaşanmış depremlerde sıvılaşan ve sıvılaşmayan zeminlerin verilerine göre CSR ve $N_{1,60}$ değerleri yer almaktadır. Sıvılaşan ve sıvılaşmayan bölgeleri ayırmak için CRR eğrileri konservatif tarafta kalarak yerleştirilmiştir. Bu eğrilerde garantiler zeminlerin ince dane içeriğine göre (%5, %15'den az ve %35) ayırım yapılmıştır. %5'den az ince danesi olan zeminler temiz kum olarak kabul edilmiştir. Şekil 3.5'deki CRR eğrisi yalnızca 7.5 büyüklüğündeki depremlerde geçerlidir [Youd ve diğ., 2001].

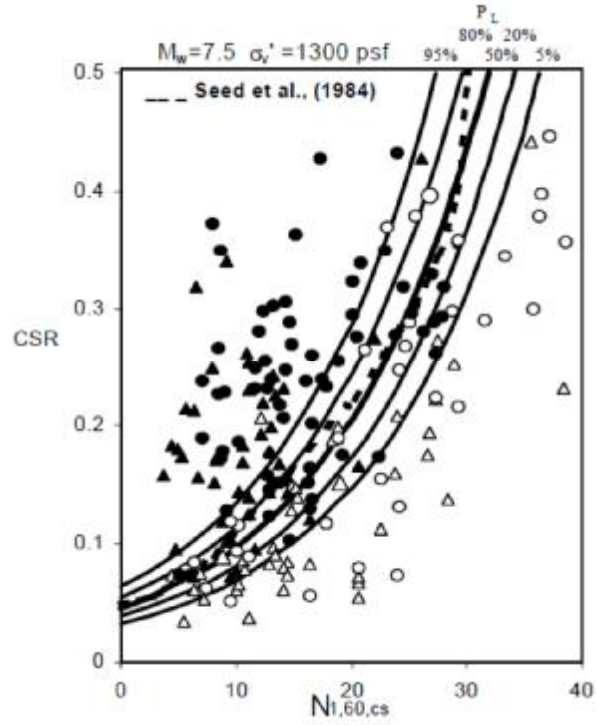


Şekil 3.6. Temiz kumda geçmişteki 7.5 büyüklüğünde olan depremlerde sıvılaşma verilerine göre SPT-N [Seed ve diğ., 1985]

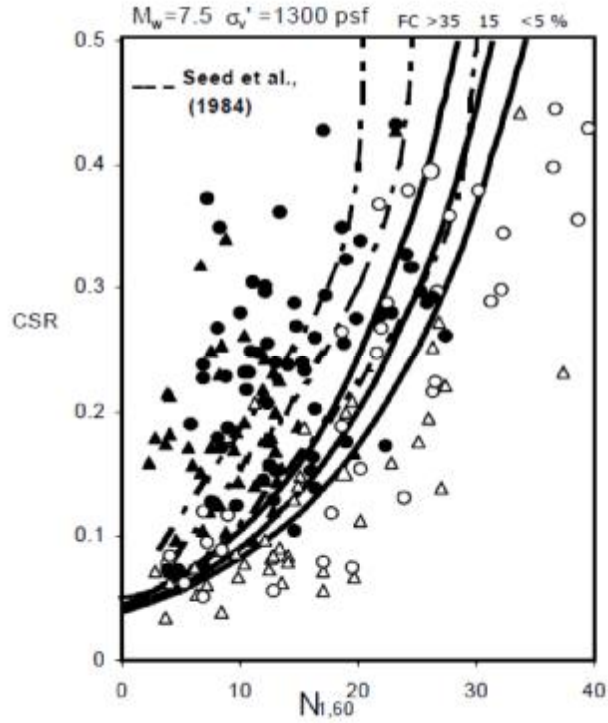
Devirsel gerilme oranı, zeminin ince dane içeriği, düzeltilmiş SPT darbe sayısı, ve $\sigma'_v = 0.65$ atm'lik efektif örtü yükü gerilmesinde olasılıksal bağlantı şekil 3.7'de Seed ve diğ. (2001) tarafından önerilmiştir.

Burda görülen kontörler sıvılaşma olasılığını belirtmektedirler ($P_L = \%5, \%20, \%50, \%80,$ ve $\%95$ için). Çizgili olan eğri ise Seed ve diğ. (1984)'den referans olarak alınmıştır. Yeni yaklaşımlar bulmak için geçmişteki bazı zemin yanıtları ve r_d için yeni ampirik yöntemler kullanılmıştır (Şekil 3.8). Yeni yaklaşımda, sıg derinliklerde CSR değerinde $\%5$ ile $\%15$ arasında bir düşüş görülmektedir. Yeni CSR ve Seed ve diğ. (1984) arasında direkt karşılaştırma yapılamaz. Seed ve diğ. (1984)'deki amaç, $P_L = 10\%$ ile $\%15$ arasında olduğunda sıvılaşmayı tahmin etmektir, ama $CSR > 0.3$ olduğunda doğru sonuç vermemektedir [Seed et al., 2001].

Şekil 3.8'de görüldüğü gibi CSR ve $N_{1,60}$ değerlerinde ince dane içeriği için düzeltme yapılmamıştır [Seed ve diğ. 2001].



Şekil 3.7. SPT esaslı olasılıksal sıvılaşma analizi için öneri ($M_w=7.5$) [Seed ve diğ., 2001]



Şekil 3.8. Sıvılaşma analizi için önerilen deterministik SPT esaslı değerler ($M_w=7.5$) [Seed ve diğ. 2001]

Tüm bu korelasyonlar kısaca eşitlik 3.14 ve 3.15’de ifade edilmiştir [Seed ve diğ., 2001].

$$P_L = \Phi \left[\frac{\left(N_{1,60} \cdot (1 + 0.004 \cdot FC) - 13.32 \cdot \ln(CSR_{eq}) - 29.53 \cdot \ln(M_w) - 3.70 \cdot \ln\left(\frac{S'_v}{P_a}\right) + 0.05 \cdot FC + 16.85 \right)}{2.70} \right] \quad (3.14)$$

$$CRR = \exp \left[\frac{\left(N_{1,60} \cdot (1 + 0.004 \cdot FC) - 29.53 \cdot \ln(M_w) - 3.70 \cdot \ln\left(\frac{S'_v}{P_a}\right) + 0.05 \cdot FC + 14.04 \right)}{13.32} \right] \quad (3.15)$$

Sıvılaşma analizinde SPT deneyi kullanımı yaygındır. Kullanılan tüm SPT-N değerleri örtü yüküne göre düzetilmelidir:

$$N_1 = N \cdot C_N \quad (3.16)$$

Burada C_N (Liao ve Whitman,1986) şu şekilde hesaplanır:

$$C_N = \left(\frac{1}{\sigma_v} \right)^{0.5} \quad (3.17)$$

SPT darbe sayısına, örtü yükü basıncına ilave olarak, çekiş enerjisi, sondaj kuyusu çapı, numune alıcı şekli, tij uzunluğu düzeltmeleri de yapılmalıdır:

$$N_{1,60} = N_1 \cdot C_R \cdot C_S \cdot C_B \cdot C_E \quad (3.18)$$

C_R , C_S , C_B ve C_E düzeltmelerinde NCEER önerileri kullanılabilir [NCEER, 1997]. Bu düzeltmeler Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Ek olarak, tüm korelasyonlar, enerji ve örtü yükünden sonra ince dane yüzdesi için de düzetilmelidir [Seed ve diğ., 2001] :

$$N_{1,60,CS} = N_{1,60} * C_{\text{ince dane}} \quad (3.19)$$

Çizelge 3.2. SPT Düzeltmeleri [Seed et al., 2001]

C_R	Tij uzunluğu düzeltme faktörü																
	3-4 m	0.75															
	4-6 m	0.85															
	6-10 m	0.95															
	10-30 m	1.00															
	> 30 m	< 1/00															
C_S	Numune alıcıda membran boşluğunun öngörüldüğü ancak membranın kullanılmadığı durumlar için düzeltme: $C_s = 1 + (N_{1,60} / 10)$ $1.10 \leq C_s \leq 1.30$ gibi sınırlar içinde																
C_B	Sondaj çapı	Düzeltilme															
	65-115mm	1.00															
	150mm	1.05															
	200mm	1.15															
C_E	<p>E_R (Enerji oranı) SPT çekicinden numune alıcıya iletilen enerjinin yüzde cinsinden oranı</p> <ul style="list-style-type: none"> • En iyi yaklaşım her darbeye iletilen enerjiyi doğrudan ölçmektir. Mümkün olduğu yerde doğrudan ölçümler yapılmıştır. • Bir sonraki yaklaşım daha önceden doğrudan enerji ölçümlerine göre kalibre edilmiş bir çekiç ve mekanik çekiç kaldırma sistemi kullanmaktır. • Aksi halde E_R tahmin edilmeli. İyi arazi uygulaması, ekipman ve izleme koşullarında aşağıdaki ölçütler kullanılabilir: <table border="1"> <thead> <tr> <th>Ekipman</th> <th>Tahmini E_R (Not 3'e bakın)</th> <th>C_E (Not 3'e bakın)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-Safety Şahmerdan (1)</td> <td>0.4 - 0.75</td> <td>0.7 - 1.2</td> </tr> <tr> <td>-Donut Şahmerdan (2)</td> <td>0.3 - 0.6</td> <td>0.5 - 1.0</td> </tr> <tr> <td>-Donut Şahmerdan (3)</td> <td>0.7 - 0.85</td> <td>1.1 - 1.4</td> </tr> <tr> <td>-Automatic-Trip Şahmerdan (Donut veya Safety)</td> <td>0.5 - 0.8</td> <td>0.8 - 1.4</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> • Daha düşük kalitede arazi çalışması(düzensiz çekiç düşme mesafesi, çekicinin çubuk üzerinde aşırı sürtünmesi, kedibaşına bağlı ıslak veya yıpranmış halat v.b.) olduğu durumlarda ayarlamalar yapılmalıdır. 		Ekipman	Tahmini E_R (Not 3'e bakın)	C_E (Not 3'e bakın)	-Safety Şahmerdan (1)	0.4 - 0.75	0.7 - 1.2	-Donut Şahmerdan (2)	0.3 - 0.6	0.5 - 1.0	-Donut Şahmerdan (3)	0.7 - 0.85	1.1 - 1.4	-Automatic-Trip Şahmerdan (Donut veya Safety)	0.5 - 0.8	0.8 - 1.4
Ekipman	Tahmini E_R (Not 3'e bakın)	C_E (Not 3'e bakın)															
-Safety Şahmerdan (1)	0.4 - 0.75	0.7 - 1.2															
-Donut Şahmerdan (2)	0.3 - 0.6	0.5 - 1.0															
-Donut Şahmerdan (3)	0.7 - 0.85	1.1 - 1.4															
-Automatic-Trip Şahmerdan (Donut veya Safety)	0.5 - 0.8	0.8 - 1.4															

Notlar:

- 1) Halatlı makara sistemi, halat, makara etrafında iki tur atar, normal düşürme (Japonların "atma" yöntemi değil), halat ıslak veya aşırı yıpranmış değildir.
- 2) Özel Japon "atma" düşürmeli yöntemi, halatlı makara sistemi. (Not 4'e bakınız.)
- 3) Gösterilen aralık için, aralığın üçte birinin ortasına düşen değerler diğerlerinden daha yaygındır, fakat eğer ki ekipman ve/veya izleme metotları iyi değilse E_R ve C_E gösterilen aralıktan daha fazla değişebilir.
- 4) Yaygın Japon SPT uygulaması, delik çapı ve SPT vuruş sıklığı için ilave düzeltmeler gerektirir. Tipik Japon halatlı makara sistemi, donut şahmerdanı ve Japon "atma" düşürme yöntemi için toplam $C_B \times C_E$ çarpımı 1.0 ile 1.3 değerleri arasındadır.

İnce dane düzeltme değeri $FC \leq \% 5$ olursa sifıra eşit olmakta, ve $FC \geq \% 35$ olursa maksimum değere ulaşmaktadır [Seed ve diğ., 2001] :

$$C_{ince\ dane} = (1 + 0.004.FC) + 0.05 \left(\frac{FC}{N_{1,60}} \right) \quad (3.20)$$

FS güvenlik katsayısı olup alttaki eşitlikten hesaplanabilir :

$$FS = \frac{CRR}{CSR} \quad (3.21)$$

3.5.3 Sıvılaşma potansiyeli indeksi

Sıvılaşma analizinde zeminin bir bütün olarak kırılma potansiyelinin belirlenmesi, zemin katlarının tek tek kırılma potansiyelinden çok daha önemlidir. Iwasaki (1978) sıvılaşma potansiyeli indeksini, aşağıdaki eşitlik ile tanımlanmıştır:

$$LPI = \int_0^H F \cdot w(z) \cdot dz \quad (3.22)$$

$$F=1 - FS \quad ; \quad FS \leq 1 \quad (3.23a)$$

$$F=0 \quad ; \quad FS > 1 \quad (3.23b)$$

$$w(z)=10 - 0.5z \quad ; \quad z < 20m \quad (3.24a)$$

$$w(z)=0 \quad ; \quad z > 20m \quad (3.24b)$$

FS güvenlik katsayısı olup alttaki eşitlikten hesaplanabilir :

$$FS = \frac{CRR}{CSR} \quad (3.25)$$

Iwasaki ve diğ. (1982) Japonyada 6 farklı depremde 64 sıvılaşan ve 23 sıvılaşmayan bölgedeki araştırmalarına göre zemin kırılması için altdaki sınırları önermişlerdir.

- LPI = 0, çok az sıvılaşma potansiyeli,
- $0 < LPI \leq 5$, az sıvılaşma potansiyeli,
- $5 < LPI \leq 15$, yüksek sıvılaşma potansiyeli, ve
- LPI > 15, çok yüksek sıvılaşma potansiyeli.

Fakat bu sınıflandırma çalışmasında, orta derece sıvılaşma potansiyeli olmadığından, Sönmez (2005) tarafından sınıflandırma modifiye edilerek aşağıdaki eşitlikler ve sınıflandırma çizelgesi (Çizelge 3.4) önerilmiştir :

$$F=0 \quad ; \quad FS > 1.2 \quad (3.26a)$$

$$F= 2 * 10^6 * e^{-18.427*FS} \quad ; \quad 1.2 > FS > 0.95 \quad (3.26b)$$

$$F=1 - FS \quad ; \quad FS < 0.95 \quad (3.26c)$$

Çizelge 3.3. Sönmez (2005)'e göre sıvılaşma potansiyeli sınıflandırması

Sıvılaşma indeksi (LPI)	Sıvılaşma potansiyeli
0	Sıvılaşma beklenmez (FS > 1.2)
$0 < LPI \leq 2$	Az
$2 < LPI \leq 5$	Orta
$5 < LPI \leq 15$	Yüksek
$15 > LPI$	Çok yüksek

Iwasaki ve diğ. (1982) ve Sönmez (2005) yöntemlerin karşılaştırıldığında, Sönmez yöntemi için $FS \approx 1$ olduğunda LPI'da yaklaşık % 10 artış görülmektedir. Bu çalışmada Iwasaki ve diğ. (1982) yöntemi kullanılmıştır.

4. ARDEBİL ŞEHİRİ İÇİN SIVILAŞMA ANALİZLERİ

4.1. Giriş

Yerel zemin koşullarının deprem şiddeti üzerindeki etkisi uzun zamandan beri bilinmektedir. Zemin kuvvetli hareket ölçen cihazların yaygınlaşmaya başlamasıyla, son zamanlarda yerel zemin etkileri ile ilgili nicel ölçümler yapılmaya başlanmıştır. Bu ölçümlerin sonucu 1970'lerden itibaren yapı yönetmeliklerinde yer almıştır [Kramer, 1996].

Bu çalışmanın en önemli bölümü, Ardebil şehrinde sıvılaşma potansiyeli olan alanlarının belirlendiği bölümdür. Veri tabanı oluşturması için sondaj kuyuları açılıp, deneyler için numuneler alındıktan ve laboratuvar çalışmaları yapıldıktan sonra, sonuçlar CBS üzerinde sunulmuştur.

4.2. Ardebil Şehrinde Zemin Verilerinin Toplanması

Bu tezde kullanılan arazi ve laboratuvar verileri, yazarın mesleki hayatı boyunca Ardebil şehrinde çalıştığı çeşitli projelerden alınmıştır. Elde edilen 200 sondaj logu veri kalitesine göre kontrolden geçirildikten sonra, bu logların 120 tanesine laboratuvar verilerine göre işlem yapılmıştır. Tüm sondajlardan numuneler alınıp, üzerlerinde arazi ve laboratuvar deneyleri uygulanmıştır. Sondaj lokasyonları Harita 4.1'de gösterilmektedir.

Arazi ve laboratuvar deneylerinden elde edilen veriler aşağıda sunulmaktadır. Örnek sondaj logu Çizelge 4.1'de görülmektedir.

1. SK No: Her sondaj kuyusuna bir numara verilmiştir.
2. Sondaj kuyusu koordinatları
3. Derinlik
4. YASS : Tüm sondaj kuyularında yer altı suyu ölçümü sondaj bittikten 48 saat sonra yapılmıştır.
5. SPT- N : $N_{1,60}$ değerleri 4 ile 81 arasında olup ortalama değer 33'tür.

6. Birim Hacim ağırlık : Numunelerin doğal birim hacim ağırlık için ortalama değer 17.55 kN/m^3 ve maksimum değer 21 kN/m^3 olmuştur.

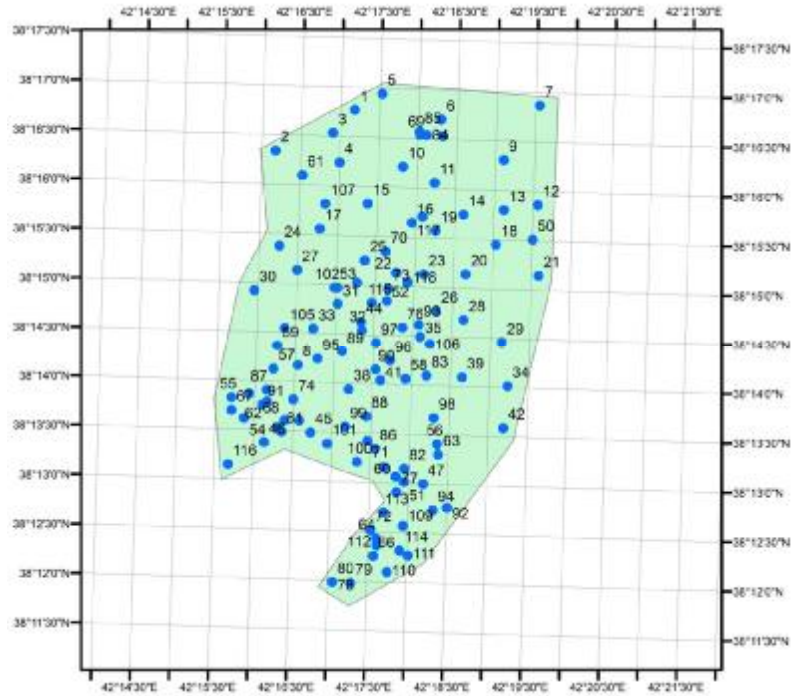
7. Su Muhtevası : Alınan numuneler için su muhtevası %5 ile %35 arasında belirlenmiştir.

8. Dane büyüklüğü dağılımı (çakıl, kum, silt ve kil yüzdesi) : Şekil 3.4'te görüldüğü gibi alanın dane dağılımı USCS sisteminde ince tane olarak bilinmektedir.

9. Atterberg limitleri : Çalışma alanında zemin tipi genellikle kohezyonsuz olduğundan bu deneyler yapılmamıştır.

10. İnce dane oranı : %1 ile %97 arasında olup ortalama değer %29.1 olarak belirtilmiştir.

Sıvılaştırma analizinin yapılması için yukarıdaki bilgilere ek olarak zemin katlarında kayma dalga hızları (V_s) ve fayların yaratabileceği en büyük deprem değerine ihtiyaç vardır.



Harita 4.1. Ardebil şehrinde yapılan sondajlar (Ölçek : 1/125000)

4.2.1. Kayma dalga hızı belirlenmesi

Kayma dalgası hızı ve zemin özellikleri arasında korelasyon olduğu bilinmektedir. Literatürde özellikle kayma dalga hızının Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) darbe sayısı ile ilişkilendirilmesi ile ilgili çok sayıda ampirik ifade vardır. Bu çalışmada, kayma dalga hızı değeri SPT derinlik faktörünü (r_d) elde etmek için kullanılmaktadır. Çizelge 4.2’de bölgede halen kullanılan en yaygın ampirik yöntemler yer almaktadır. Tamura ve Yamazaki (2002) tarafından önerilen metot bölgedeki arazi ölçüm sonuçlarına yakın olması nedeniyle bu araştırmada da kullanılmıştır.

Çizelge 4.2. SPT-N ve V_s arasında olan ampirik korelasyonlar (Islam, 2005)

Araştırmacı	Kaynak	Eşitlik	
Imai ve Yoshimura (1970)	ISSMG (TC4-1993)	$V_s=76 N^{0.33}$	
Ohba ve Toriumi (1970)		$V_s=84 N^{0.31}$	
Ohta ve Goto (1978)		$V_s=69 N^{0.17} D^{0.2} F_1 F_2$ $F_1 = 1.0$ (H) ; $F_2 = 1.00$ (kil) $= 1.3$ (P) $= 1.09$ (ince kum) $= 1.07$ (orta kum) $= 1.14$ (iri kum) $= 1.15$ (çakıllı kum) $= 1.45$ (çakıl)	
		$V_s=a N^b$ $a = 102$ $b = 0.29$ (H. kili) $= 81$ $= 0.33$ (H. kumu) $= 114$ $= 0.29$ (P. kili) $= 97$ $= 0.32$ (P. kumu)	
		Okamoto ve diğ. (1989)	$V_s=125 N^{0.3}$ (P. kumu)
		Tamura ve Yamazaki (2002)	$V_s=105.8 N^{0.187} D^{0.179}$

H: Holosen; P: Pleistosen

4.2.2. En güçlü olası deprem (MCE)

Depremi gerçekleştiren kaynakları jeolojik tarih ve sismik tarihe göre belirtmek ve her kaynağın yaratabileceği en güçlü depremi belirlemek Deterministik Sismik

Tehlike Analizi Yöntemi (DSHA) ile gerçekleştirilmiştir. Depremin her an meydana gelebilir olması nedeniyle bu yöntem tüm zamanlarda göz önünde bulundurulmalıdır. En güçlü olası deprem, makul bir şekilde beklenen en güçlü depremdir [Krinitzsky, 2005].

Bölgeyi etkileyecek en güçlü depremin bulunması için DSHA kullanılmaktadır. Şuanda bölgede tanımlanmış fay hatları veya varsayılan tektonik hareketlerin düşünerek, en güçlü depremi tahmin etmek için MCE kullanılmaktadır [USCOLD, 1995].

Geçmişteki depremler, yüzeyde fay çatlakları uzunluğu ve yapay zemin hareketi modeline göre Ardebil şehri için MCE belirlenmiştir. Bölgede MCE belirlenmesinde bölgesel sismotektonik faaliyet çapı 100+ km olarak dikkate alınmıştır. Geçmişteki depremlerden her bir kaynağın en büyük şiddeti ve kaynağı ile Ardebil şehrine mesafesi sismotektonik haritadan alınmıştır.

Bu çalışmada, Russell ve William (1994) tarafından önerilen eşitlik (Eş. 4.1) kullanılmaktadır. Ardebil şehri yakınlarındaki fayların her birine (Harita 4.2) göre MCE değerleri Çizelge 4.3’de verilmiştir.

$$\text{Log } L = -4.1 + 0.804 \text{ MCE} \quad (4.1)$$

Çizelge 4.3. Ardebil şehri için MCE

Fay no.	Uzunluk (L) (km)	R _{min} (km)	L _{efektif} (km)	Derinlik (km)	M _w	MCE
1	266	48	98	10	6.2	7.57
2	62	18	62	26	6.7	6.85
3	62	18	62	10	6.1	6.34
4	55	25	55	-	-	-
5	89	28	37	-	-	-

(-) : Ölçüm yapılmamıştır.

Burada M_w fayların günümüze kadar yarattığı en büyük deprem şiddetidir. Görüldüğü gibi, en büyük MCE değeri 7.57 olarak hesaplanmıştır.



Harita 4.2. Ardebil şehri yakınında olan faylar ve uzantıları

4.3. Ardebil Şehrinde Sıvılaşma Analizleri

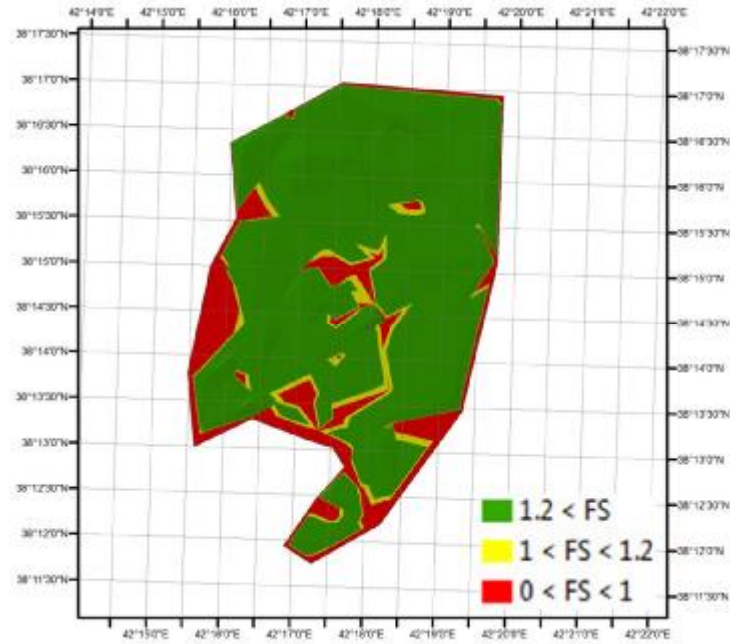
Sıvılaşma analiz yöntemi Ardebil şehri için Bölüm 3’de anlatıldığı biçimde uygulanmıştır. Yapılan işlemler kısaca aşağıda özetlenmiştir.

1. Sondajlar kontrol edikten sonra 120 sondaj logu seçilmiştir.
2. Sıvılaşma analizinde kullanılan parametreler; ince dane oranı, Atterberg limitleri, YASS, birim hacim ağırlık ve SPT-N olarak belirlenmiş, bu parametreler her sondaj kuyusu için veri tabanına eklenmiştir.
3. Bölüm 3’de sıvılaşmaya hassas olan zeminlerin kriterleri belirtilmiştir. Bölgede zemin profili silt, kum ve kumlu silt olarak tespit edilmiştir. Siltlerin, sıvılaşma anında kuma benzer davranış sergileyecekleri kabulü yapılmıştır.
4. Deprem verilerini elde etmek amacıyla Iran-2800 deprem şartnamesi ve Stewart ve diğ. (2003) yöntemlerine göre zemin ivmesi ile Krinitzsky (2005) yöntemine göre deprem şiddeti (MCE) belirlenmiştir. Bu analizler sonucunda, zemin pik ivmesi için 0.25g, 0.3g, 0.35g ve 0.4g ve deprem şiddeti için 5.50, 6.00, 6.50, 7.00 ve 7.57 değerlerinin kullanılmasına karar verilmiştir.

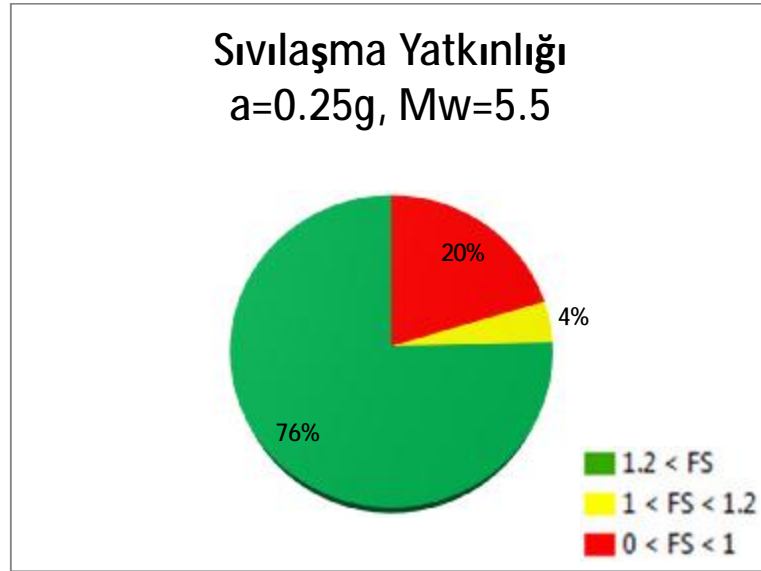
5. Zeminin sıvılaşmaya yatkınlığının belirlenmesi için Ardebil şehri için güvenlik katsayısı (FS) haritaları hazırlanmıştır. FS haritalarının hazırlanmasında sismik yöntem (Seed ve diğ., 2001) kullanılmıştır. Bu haritalar Ek-4’te sunulmuştur. Örnek haritalar, Harita 4.3 ve 4.4’te verilmiştir.

6. Ardebil şehri için Sıvılaşma Potansiyeli İndeksi değerleri, sıvılaşma potansiyelinin belirlenmesi amacıyla belirlenip, CBS’ne aktarılmıştır. Bu çalışmada, Iwasaki ve diğ. (1982) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin sınırları altta verilmiştir. Bu haritalar Ek-5’de görülmektedir. Örnek haritalar, Harita 4.5 ve 4.6’da sunulmaktadır.

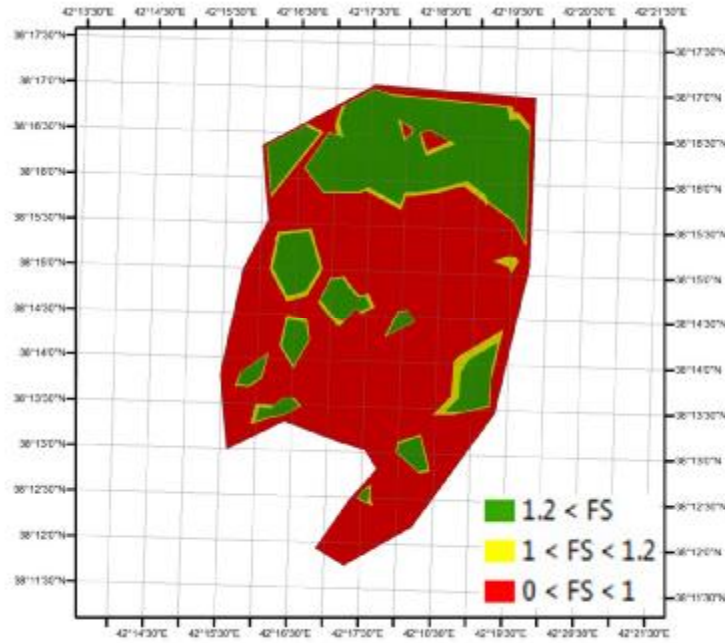
- $LPI = 0$, çok az sıvılaşma potansiyeli,
- $0 < LPI \leq 5$, az sıvılaşma potansiyeli,
- $5 < LPI \leq 15$, yüksek sıvılaşma potansiyeli, ve
- $LPI > 15$, çok yüksek sıvılaşma potansiyeli.



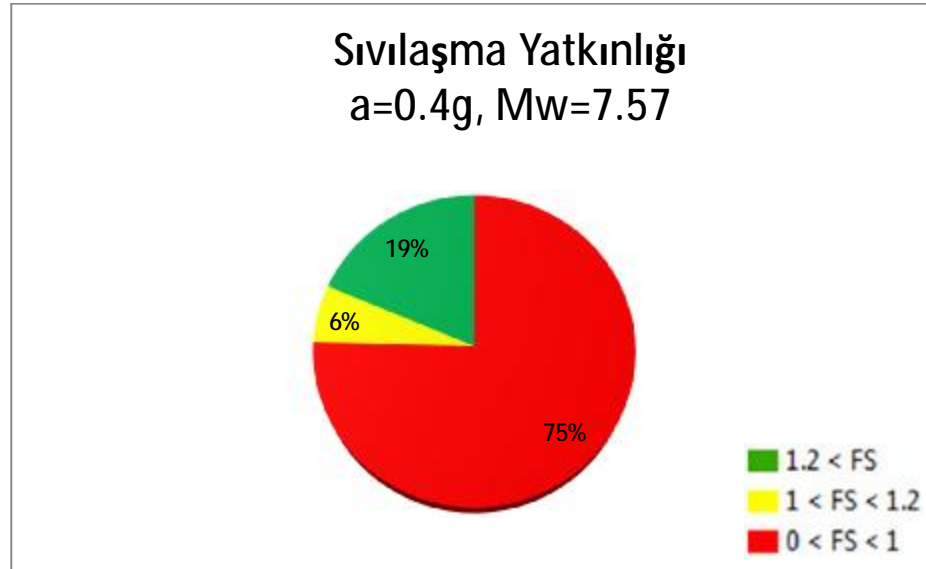
Harita 4.3. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=5.5$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığı



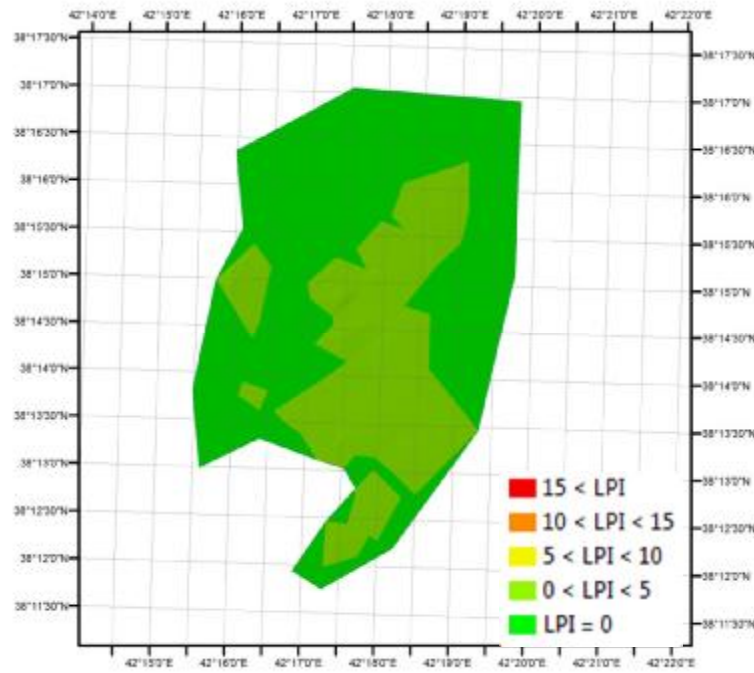
Şekil 4.1. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=5.5$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığı dağılımı



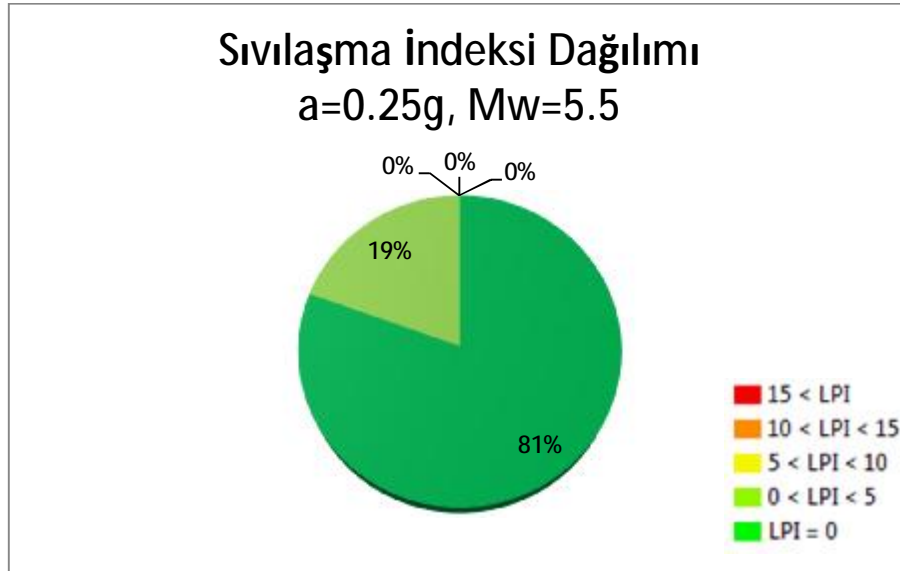
Harita 4.4. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=7.57$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığı



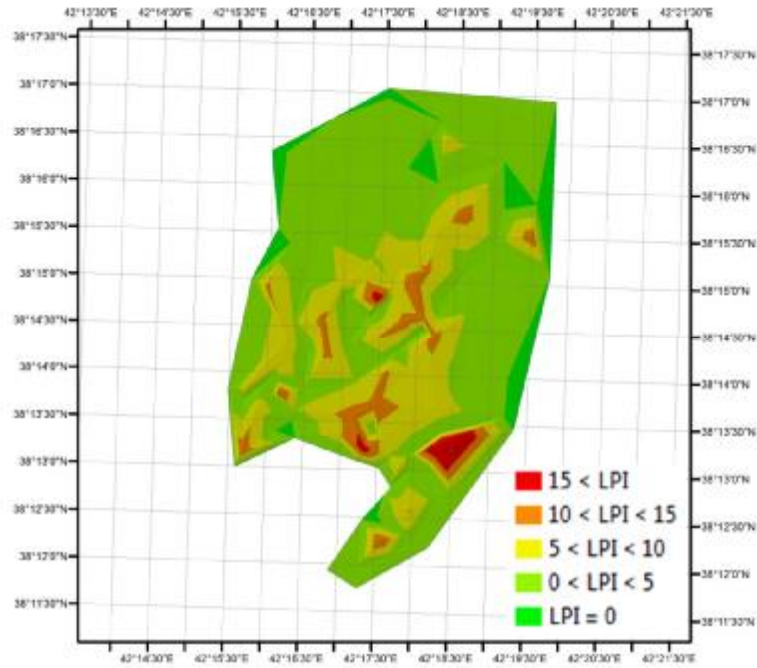
Şekil 4.2. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=7.57$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığı dağılımı



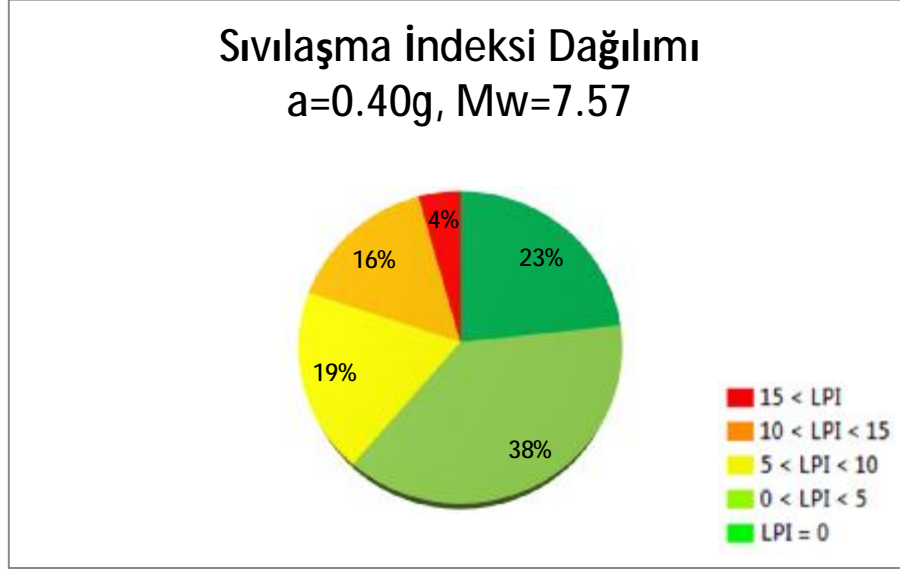
Harita 4.5. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=5.5$ olduğunda sıvılaşma indeksi



Şekil 4.3. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=5.5$ olduğunda sıvılaşma indeksi dağılımı



Harita 4.6. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=7.57$ olduğunda sıvılaşma indeksi



Şekil 4.4. Ardebil şehri için $a_{max}=0.40g$, $M_w=7.57$ olduğunda sıvılaşma indeksi dağılımı

Sıvılaşmaya yatkınlık ve sıvılaşma indeksi için, farklı deprem pik ivme ve şiddetlerinde elde edilen sonuçlar sırası ile Çizelge 4.4 ve 4.5’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.4. Ardebil şehri için sıvılaşmaya yatkınlık analizi sonucu

a_{max}	M_w	Sıvılaşmaya yatkınlık dağılımı (% alan)		
		$0 < FS < 1$	$1 < FS < 1.2$	$1.2 < FS$
0.25g	5.5	20%	4%	76%
	6.0	25%	12%	63%
	6.5	37%	9%	54%
	7.0	45%	9%	46%
	7.57	54%	9%	37%
0.30g	5.5	25%	12%	63%
	6.0	37%	9%	54%
	6.5	45%	10%	45%
	7.0	54%	9%	37%
	7.57	63%	13%	24%
0.35g	5.5	36%	8%	56%
	6.0	44%	9%	47%
	6.5	53%	9%	38%
	7.0	62%	12%	26%
	7.57	74%	4%	22%

Çizelge 4.4. (Devam) Ardebil şehri için sıvılaşmaya yatkınlık analizi sonucu

a_{max}	M_w	Sıvılaşmaya yatkınlık dağılımı (% alan)		
		$0 < FS < 1$	$1 < FS < 1.2$	$1.2 < FS$
0.40g	5.5	42%	8%	50%
	6.0	51%	11%	38%
	6.5	62%	9%	29%
	7.0	69%	7%	24%
	7.57	75%	6%	19%

Çizelge 4.5. Ardebil şehri için Sıvılaşma Potansiyel İndeksi analizi sonucu

a_{max}	M_w	Sıvılaşma potansiyeli indeksi dağılımı (% alan)				
		LPI = 0	$0 < LPI < 5$	$5 < LPI < 10$	$10 < LPI < 15$	$15 < LPI$
0.25g	5.5	81%	19%	0%	0%	0%
	6.0	76%	21%	3%	0%	0%
	6.5	64%	30%	6%	0%	0%
	7.0	55%	34%	9%	2%	0%
	7.57	45%	36%	15%	2%	2%
0.30g	5.5	76%	21%	3%	0%	0%
	6.0	64%	30%	6%	0%	0%
	6.5	55%	32%	11%	2%	0%
	7.0	46%	35%	15%	2%	2%
	7.57	36%	38%	18%	6%	2%
0.35g	5.5	65%	29%	6%	0%	0%
	6.0	56%	34%	8%	2%	0%
	6.5	46%	35%	15%	2%	2%
	7.0	38%	37%	18%	5%	2%
	7.57	25%	42%	18%	12%	3%
0.40g	5.5	59%	32%	9%	0%	0%
	6.0	50%	32%	15%	3%	0%
	6.5	38%	39%	17%	4%	2%
	7.0	30%	40%	17%	10%	3%
	7.57	23%	38%	19%	16%	4%

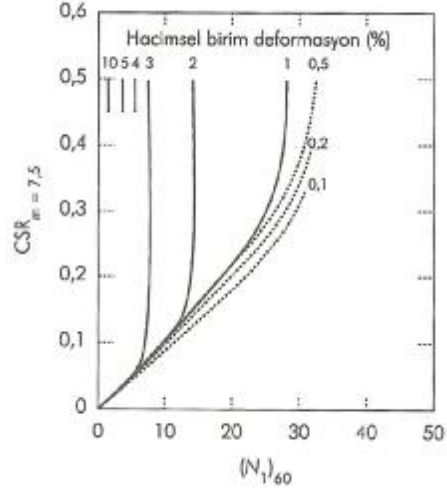
5. SIVILAŞMA ETKİSİ VE HASARLARI

5.1. Sıvılaşmadan Dolayı Oluşan Oturmalar

Deprem sarsıntısı sırasında ve sonrasında depremden kaynaklanan aşırı boşluk suyu basıncı devirsel zemin hareketlerine neden olabilir. Yanal akış veya yayılma olmadan, hacimsel değişimler oturmalarla neden olur. Sıvılaşma dolayısıyla oturmalarla neden olan deviatorik ve hacimsel birim deformasyonlar, yapı temelinde de deformasyonlara sebep olup, yapı performansını etkileyebilmektedir.

Lee ve Albaisa (1974) ve Yoshmini (1975), laboratuarda devirsel yükler altında, doymuş kumlarda aşırı boşluk su basıncı yayılımında hacimsel değişimleri araştırmıştır. Bu araştırmalara göre, sabit rölatif sıklıkta kum dane büyüklüğü arttıkça hacimsel değişimler de artmaktadır. Martin ve diğ. (1978) kum danelerinin davranışının zarlar ile modellenebileceğini belirttiler. Bu araştırmalarda kesmeden dolayı meydana gelen deformasyonlar hesaba katılmamıştır. Tatsouka ve diğ. (1984) incelemelerine göre, sabit rölatif sıklıkta, ilksel sıvılaşmadan sonra sıvılaşmanın maksimum kayma birim deformasyonuna bağlı olduğu halde örtü yükünden etkilenmemektedir. Tokimatsu ve Seed (1987) M=7.5 depremindeki sıvılaşmadan sonra gelişen hacimsel birim deformasyonu, devirsel gerilme oranı ile SPT direncinden doğrudan veren bir diyagram (Şekil 5.1) geliştirmiştir.

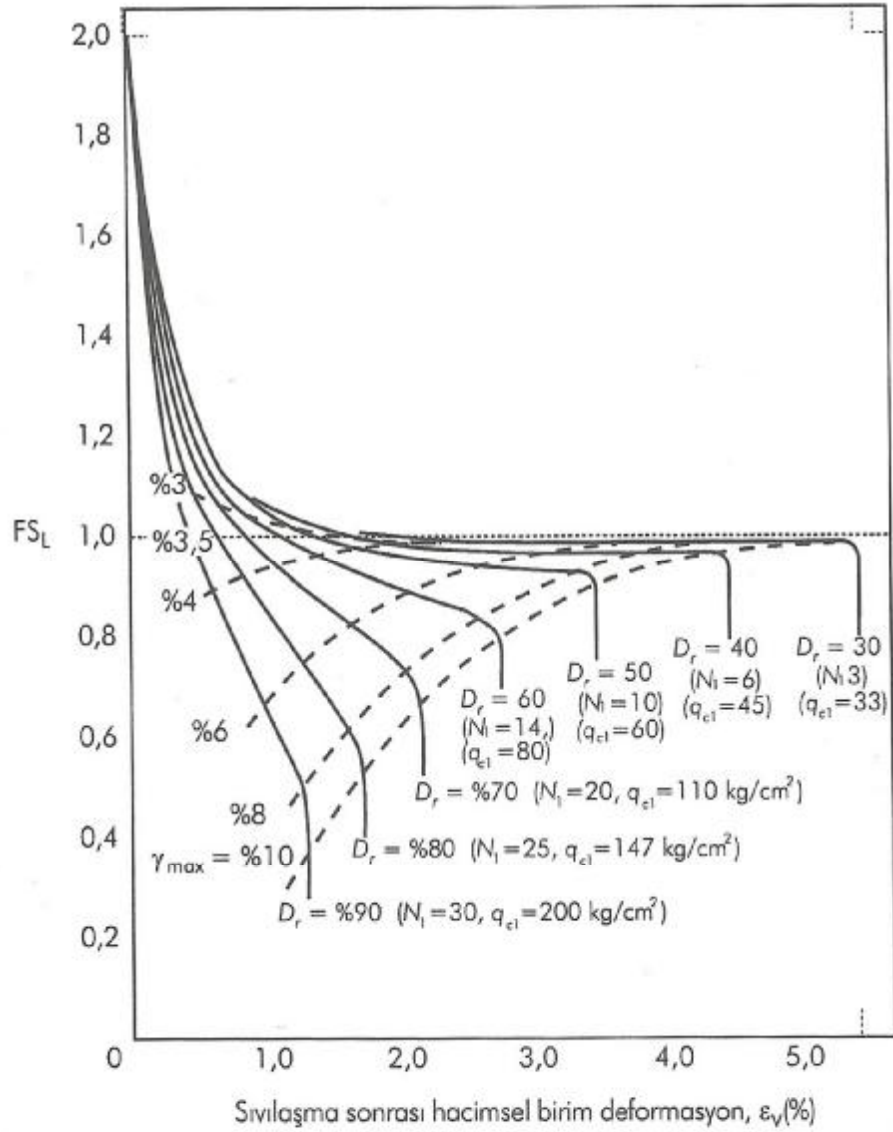
Sıvılaşmadan sonra meydana gelen hacimsel birim deformasyon hesaplanmasında ayrı bir yaklaşım olarak, sıvılaşmaya karşı emniyet katsayısı veya maksimum devirsel kayma birim deformasyonu ile rölatif sıklık, SPT direnci yada CPT uç direnci kullanılabilir. Her bir sıvılaşmış katman kalınlığı için hesaplanan hacimsel birim deformasyonları birleştirilerek, zemin yüzeyindeki oturma bulunur. Bu yöntem Ishihara ve Yoshmine (1992) tarafından hacimsel birim deformasyon, rölatif sıklık ve sıvılaşmaya karşı güvenlik katsayısının fonksiyonu olarak geliştirilmiştir. Bu yöntem, Tokimatsu ve Seed (1987) yöntemine çok benzerdir.



Şekil 5.1. Doygun kumlarda devrinsel gerilme oranı ile standart penetrasyonun direncinden hacimsel birim deformasyonu hesaplama diyagramı [Tokimatsu ve Seed, 1987]

Ishihara ve Yoshmine yöntemi laboratuarda farklı sıklıklardaki temiz kumlar üzerinde yapılmış deneylerin sonucudur [Ishihara ve Yoshmine, 1992]. Bu nedenle, penetrasyon dirençleri (SPT-N ve CPU uç direnci) farklı zemin tipleri ve efektif gerilmelere göre verilmiştir. Bu yüzden tahmini penetrasyon dirençleri direkt olarak kullanırken çok dikkat edilmelidir. Buna ek olarak, SPT-N değerleri Japon standardına göre ($E_R=80\%$) kalibre edilmiştir (Şekil 5.2).

Unutmaz ve Cetin (2004), SPT-N ve CSR değerleri ile göre sıvılaşımdan dolayı oluşan oturmalar ve yanal deformasyonlar arasındaki ilişki hakkında araştırma yapıp, bir yöntem geliştirmişlerdir.



Şekil 5.2. Temiz kumun sıvılaşma sonrası hacimsel birim deformasyonunu, sıvılaşmaya karşı emniyet katsayısının ve maksimum kayma birim deformasyonunun fonksiyonu olarak hesaplama diyagramı [Ishihara ve Yoshimine, 1992]

Deviatorik ve hacimsel birim deformasyon için Unutmaz ve Cetin tarafından önerilen eşitlikler altta verilmiştir:

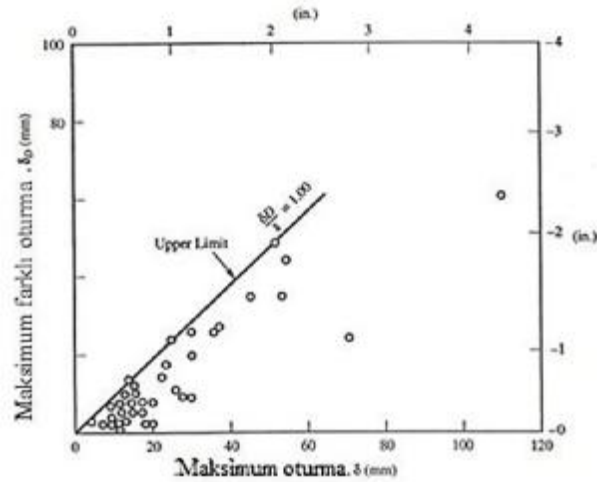
$$\gamma = \frac{-N_{1,60}(1+0.001FC)+29.2231 \ln M_w + 3.6604 \ln \sigma'_v - 0.05FC + 13.3247 \ln CSR - 40.1031}{0.0508N_{1,60} + 0.1853} \quad (5.1)$$

$$\varepsilon_V = \frac{-N_{1,60}(1+FC)+152.0203 \ln M_w + 467.0402 \ln \sigma'_v - 0.05FC + 847.4096 \ln CSR - 16.3942}{104.2823 N_{1,60} + 464.1991} \quad (5.2)$$

$$\text{Toplam birim deformasyon} = 0.9 \varepsilon_V + 0.1 \gamma \quad (5.3)$$

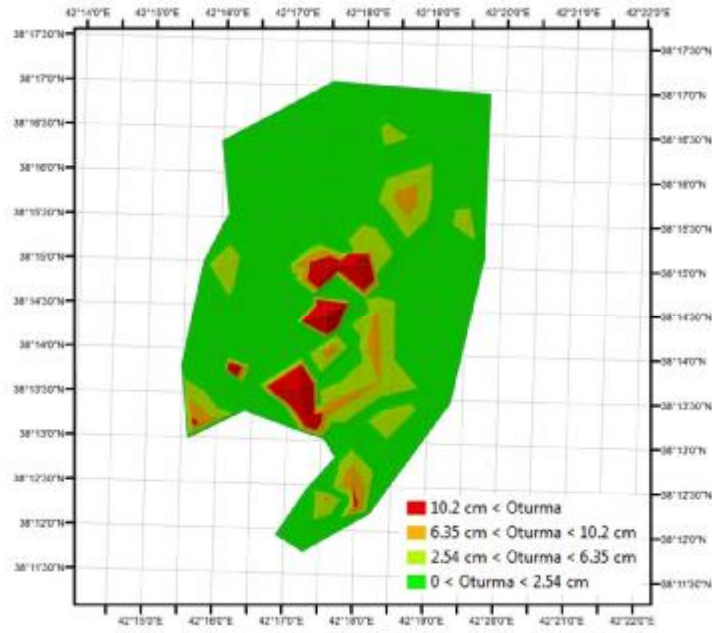
Zemin katlarında sıvılaşmadan dolayı meydana gelen oturma ise, toplam birim deformasyonunun zemin katlarının kalınlığına çarpımından bulunur.

Sıvılaşmadan dolayı oluşan deformasyonları temel tipine de bağlıdır. Sığ temeller için, rijit ve esnek davranışa göre farklılıklar olacaktır. Hasarların büyük kısmı, temelde farklı oturmalarından oluşmaktadır. Tekil temellerde oturma ve farklı oturma miktarı bu çalışmada eşit kabul edilmiştir (Çizelge 5.1) [Coduto, 1995].

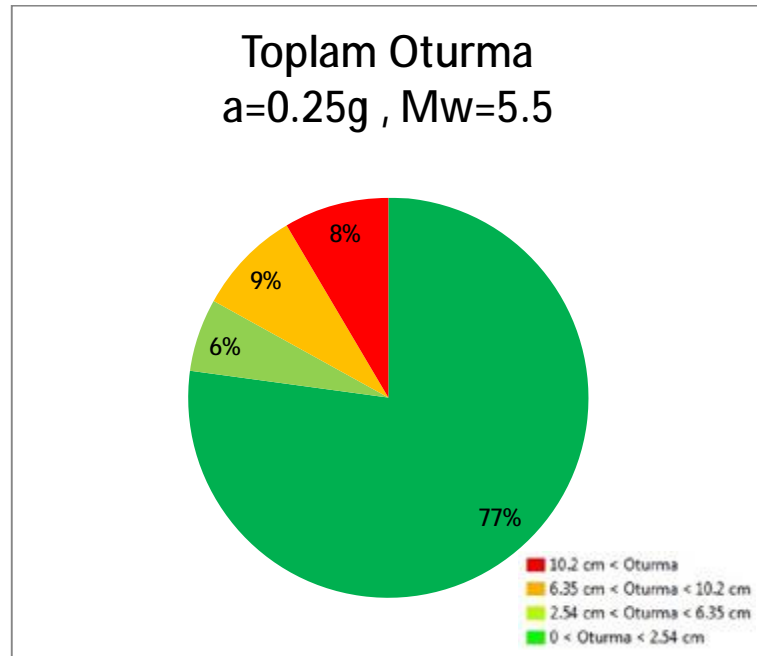


Çizelge 5.1. Kum üzerinde oturan tekil temeller için toplam ve farklı oturmalar arasındaki ilişki [Coduto, 1995]

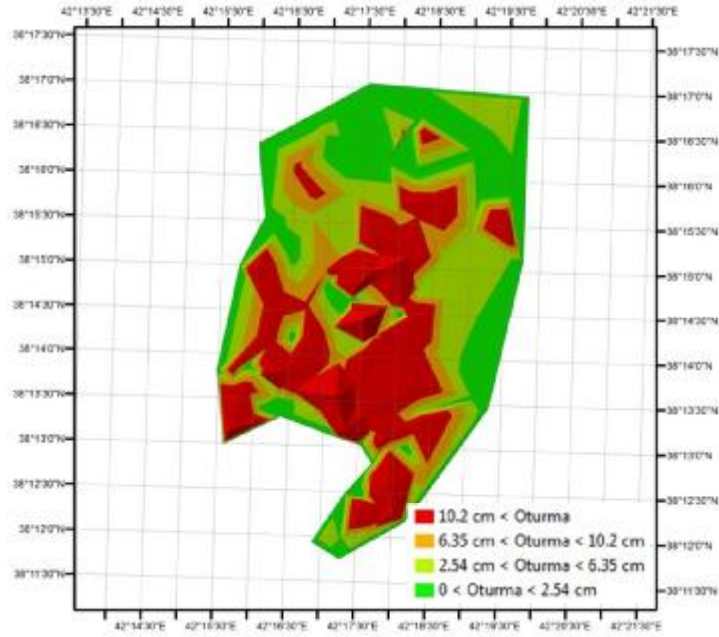
Bu çalışmada, oturma hesapları için kullanılan yöntem Unutmaz ve Cetin (2004) yöntemidir. Yapılan hesaplar sonucu oluşturulan CBS haritaları Ek-6'da verilmiştir. Örnek haritalar, Harita 5.1 ve 5.2'de sunulmaktadır. Farklı deprem pik ivme ve şiddetlerinde meydana gelen oturmaların dağılımı ise Çizelge 5.2'de verilmiştir.



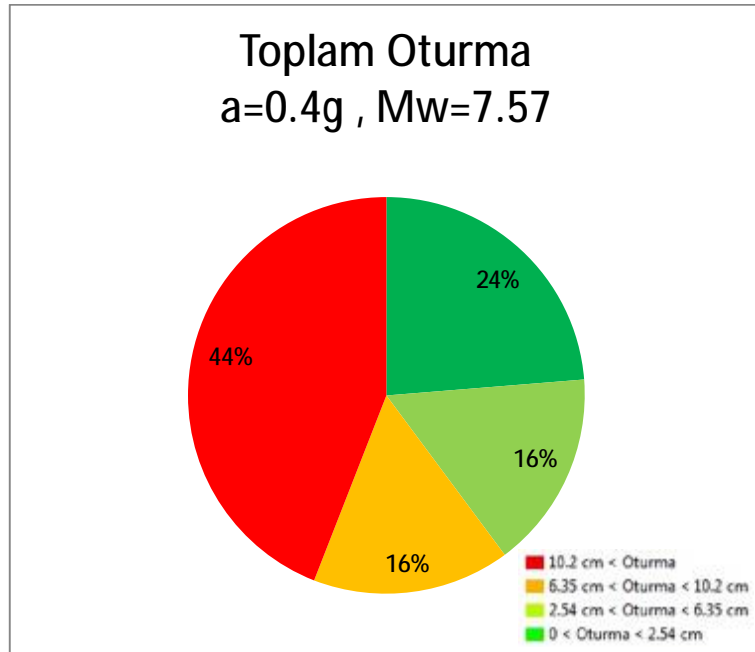
Harita 5.1. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.25g$, $M_w=5.5$ olduğunda oturma haritası



Şekil 5.3. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.25g$, $M_w=5.5$ olduğunda oturma dağılımı



Harita 5.2. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=7.57$ olduğunda oturma haritası



Şekil 5.4. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=7.57$ olduğunda oturma dağılımı

Çizelge 5.2. Ardebil şehri için oturma analizi sonucu

a _{max}	Mw	Oturma dağılımı (%) alan olarak			
		0 < Oturma < 2.54 cm	2.54 cm < Oturma < 6.35 cm	6.35 cm < Oturma < 10.2 cm	10.2 cm < Oturma
0.25g	5.5	77%	6%	9%	8%
	6.0	66%	10%	10%	14%
	6.5	58%	15%	9%	18%
	7.0	50%	15%	15%	20%
	7.57	41%	17%	14%	28%
0.30g	5.5	66%	10%	11%	13%
	6.0	58%	15%	9%	18%
	6.5	49%	15%	16%	20%
	7.0	40%	18%	13%	29%
	7.57	30%	21%	13%	36%
0.35g	5.5	59%	14%	9%	18%
	6.0	51%	15%	14%	20%
	6.5	40%	18%	13%	29%
	7.0	30%	22%	13%	35%
	7.57	26%	20%	14%	40%
0.40g	5.5	53%	14%	13%	20%
	6.0	41%	19%	13%	27%
	6.5	31%	21%	14%	34%
	7.0	27%	19%	14%	40%
	7.57	24%	16%	16%	44%

5.2. Yapı İnşaatı ve Hasar Maliyetleri

Bu araştırmada yapı maliyetleri Ardebil şehrinde yapılan bir örnek projenin metraj verileri kullanılarak yapının temeli dahil olmak üzere metre kare başına 300\$ olarak hesaplanmıştır. Kullanılan projenin metraj analizine Ek-3'te yer verilmiştir.

Hasar tipine göre oturma limitleri Day (1999) tarafından belirtilmiştir (Çizelge 5.3). Bu çalışmada oturmada dolayı meydana gelen hasarların tipini belirlemek için Day (1999) limitleri kullanılmıştır.

Genel olarak, çalışma alanındaki binalar 1 ile 4 kat arasındadır. Yapı tümü olarak, eski binalar yığma veya çelik çerçeve, yeni binalar ise betonarme çerçevedir. Binaların hemen hepsi tekil temele sahiptir. Oturmalar ve yapılarda meydana gelen hasarlar, Bird ve diğ. (2006) yöntemiyle hesaplanmıştır (Şekil 5.5). Bunun için

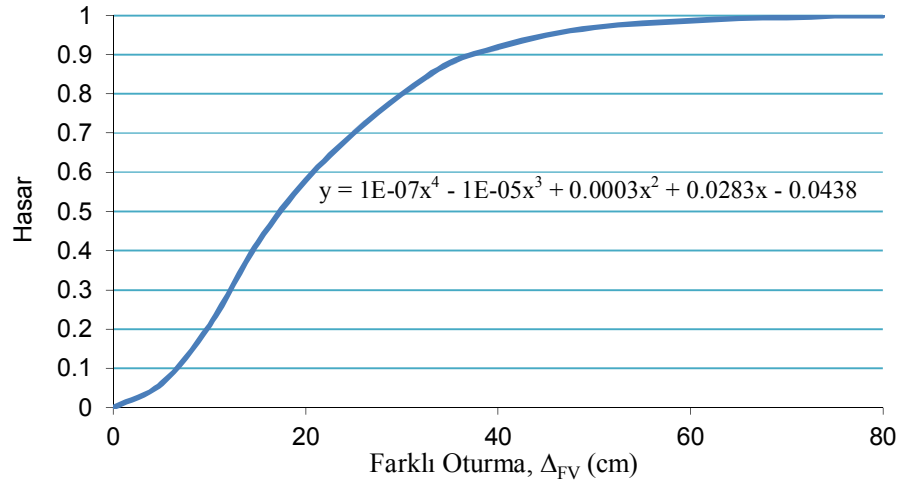
yapıdaki farklı oturmalar hesaplanıp, hasar, toplam yapı maliyetinin yüzdesi olarak belirlenmektedir.

Çizelge 5.3. Hasar tipine göre temelde oturma ve farklı oturmalar (kum üzerindeki tekil temel için) [Day, 1999]

Hasar tipi	Limitler	
	Oturma	Farklı oturma
Hasarsız	< 2.54 cm (1")	< 2.54 cm
Az hasarlı	< 6.35 cm (2.5")	< 6.35 cm
Çok hasarlı	< 10.2 cm (4")	< 10.2 cm
Yıkıp yeniden yapma	>10.2 cm (4")	>10.2 cm

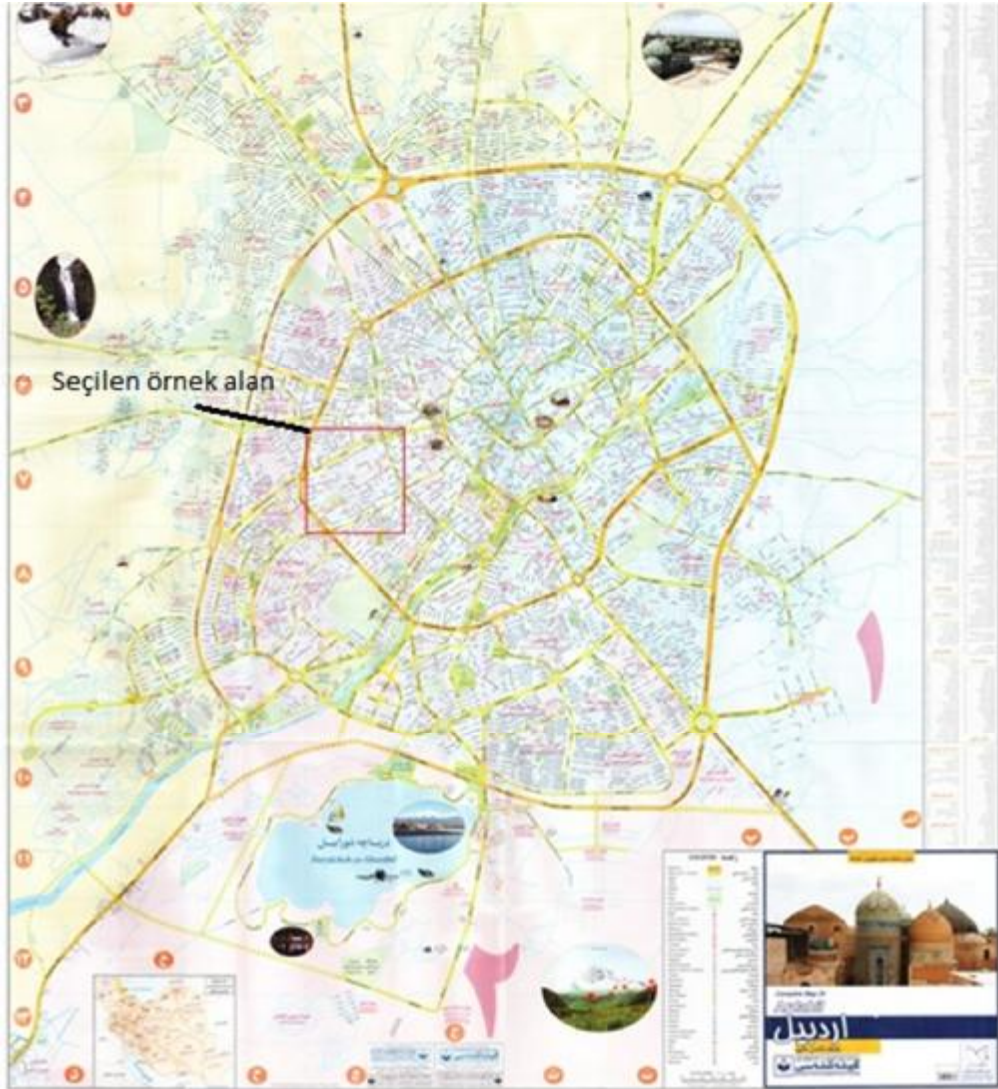
Ardebil şehrinin yaklaşık 42 km²'si için oturmalar ve hasar maliyeti aşağıda verilmiştir. Bu hesabı yapmak için şehri en iyi temsil edebilecek örnek alan seçilip, bina alanları ve bina sayısı belirlenerek, elde edilen oranlar tüm şehir için kullanılmıştır (Harita 5.3).

Ardebil şehri haritasına göre, şehrin yaklaşık % 72'i yollar ve boş alanlardan ve yaklaşık % 28'i ise yapılardan oluşmaktadır (Harita 5.3). Çalışma bölgesinde yer alan toplam yapıların sayısı 123 375 , son nüfus sayımına göre şehrin nüfusu ise yaklaşık 500 000'dir. Ardebil şehri haritası Ek-12'de verilmiştir. Hasar maliyetleri aşağıdaki çizelgelerde hesaplanmıştır. Bu hesapları yapmak için, Day (1999) oturma limitlerine ilave olarak, iki limit eklenmiştir. CBS yöntemi ile hesaplanan oturma dağılımları, yapılaşmış alan yüzdesi olup, her binanın ortalama yapı alanı 96 m² olarak belirlenmiştir. Hasar yüzdesi ise, oturma limitinin ortalama değerinde hesaplanmıştır. Böylece, oturma limitleri için hasar değerleri ayrı ayrı hesaplanıp toplam hasar belirlenmiştir. 2.54 – 6.35 cm limitleri arasında, $a_{max}=0.25g$ ve $M_w=5.5$ için örnek hesap sonraki sayfada verilmiştir.



Şekil 5.5. Farklı oturma ve hasar arasındaki ilişki (Bird ve diğ, 2006)

Örnek : 2.54 - 6.35 cm limitleri arasında, $a_{max}=0.25g$ ve $M_w=5.5$ olduğunda, oturma dağılımından, alanlar dağılım payı 0.06 olarak belirlenmiştir. Çalışma alanı 42.3 km^2 'dir. Binaların temelleri, alanın % 28'ini kapsadığından, 2.54 – 6.35 cm limitleri arasında farklı oturma yapan bina miktarı belirtilmektedir. Her binanın temelini yaklaşık 96 m^2 olduğu, örnek alandan bilinmektedir. Bu bilgi ile de bina sayısı hesaplanmaktadır. Toplam hasar miktarından, bu limitler arasında yer alan hasarın hesaplaması için limit sınırlarının ortalaması alınmıştır. Şekil 5.5'den farklı oturma değerinin 4.45 cm olduğu durum için hasar değerinin toplam hasarın yaklaşık 0.02'si olduğu görülmektedir. Her 1 m^2 binanın yapım bedeli 300\$ olarak belirlendiğinden, bu limit için hasar değeri 3589079 \$ olarak hesaplanmıştır.



Harita 5.3. Sıvılaşma hasar hesabında kullanılan örnek alan

Çizelge 5.4. Ardebil bşehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=5.5$ olduğunda hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m ²)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.77	9,119,880	94,999	0.00	0
2.54 - 6.35	0.06	710,640	7,403	0.02	3589079.73
6.35- 10.2	0.08	947,520	9,870	0.18	50278302.71
10.2-20	0.04	473,760	4,935	0.42	59325115.50
20-33	0.02	236,880	2,468	0.72	51318038.28
33<	0.03	355,320	3,701	0.93	98769854.93
Toplam					263,280,391

Çizelge 5.5. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=7.57$ olduğunda hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.24	2,842,560	29,610	0.00	0
2.54 - 6.35	0.16	1,895,040	19,740	0.02	9570879.27
6.35 - 10.2	0.16	1,895,040	19,740	0.18	100556605.42
10.2 - 20	0.27	3,197,880	33,311	0.42	400444529.63
20 - 33	0.09	1,065,960	11,104	0.72	230931172.27
33<	0.08	947,520	9,870	0.96	272894643.00
Toplam					1,014,397,830

İkinci yöntem :

Eğer her binanın oturduğu ortalama alan 240 m^2 olarak kabul edilirse, toplam yapıların sayısı 131130 olarak bulunur. Şehirin imar kanununa göre, her binanın temel alanı toplam alanın % 40'dır. Bu durumun örnek hasar maliyetleri Çizelge 5.6 ve Çizelge 5.7'de verilmiştir.

Çizelge 5.6. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=5.5$ olduğunda hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.77	100970	9,693,130	0.00	0
2.54 - 6.35	0.06	7868	755,309	0.02	3814679.02
6.35 - 10.2	0.08	10490	1,007,078	0.18	53438653.16
10.2-20	0.04	5245	503,539	0.42	63054122.76
20-33	0.02	2623	251,770	0.72	54543743.55
33<	0.03	3934	377,654	0.93	104978245.81
Toplam					279,829,444

Çizelge 5.7. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=7.57$ olduğunda hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.24	31471	3,021,235	0.00	0
2.54 - 6.35	0.16	20981	2,014,157	0.02	10172477.39
6.35 - 10.2	0.16	20981	2,014,157	0.18	106877306.33
10.2-20	0.27	35405	3,398,890	0.42	425615328.63
20-33	0.09	11802	1,132,963	0.72	245446845.96
33<	0.08	10490	1,007,078	0.96	290048020.56
Toplam					1,078,159,979

Çizelge 5.8. Ardebil şehri için oturma ile hasar hesabı sonucu

amax	Mw	Hasar (\$)	Hasar (\$) - 2.ci yöntem
0.25g	5.5	263,280,391	279,829,444
	6.0	364,547,933	387,462,374
	6.5	432,038,494	459,195,200
	7.0	508,548,136	540,514,019
	7.57	660,207,349	701,706,097
0.30g	5.5	356,339,825	378,738,329
	6.0	495,895,781	527,066,373
	6.5	547,660,821	582,085,215
	7.0	669,553,237	711,639,441
	7.57	815,669,698	874,613,049
0.35g	5.5	420,864,219	447,318,541
	6.0	510,030,406	542,089,460
	6.5	655,320,139	696,511,690
	7.0	812,850,092	863,943,526
	7.57	920,591,080	978,456,805
0.40g	5.5	480,784,156	511,004,874
	6.0	632,066,678	671,796,583
	6.5	803,705,421	854,224,047
	7.0	886,311,168	942,022,156
	7.57	1,014,397,830	1,078,159,979

İki yöntemdeki hasar hesabının farkı, alan hesabındaki yöntemlerin farkındandır.

Eğer yapı hasar maliyetleri, Sıvılaşma İndeksi Dağılımına göre hesaplanırsa, aşağıda görüldüğü gibi, oturmadan hesaplanan hasardan oldukça küçük değerler elde edilmektedir. LPI ve hasar arasında yapılan kabul Çizelge 5.9'da sunulmuştur. Sıvılaşma İndeksine göre yapılan örnek hasar değerleri Çizelge 5.10 ve Çizelge 5.11'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.9. LPI ile hasar hesabında yapılan kabuller

Hasar tipi	LPI	Hasar (%)
Hasarsız	0	0
Hasarsız	0-5	0
Az hasarlı	5-10	25
Çok hasarlı	10-15	50
Yıkıp yeniden yapma	15<	100

Çizelge 5.10. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=5.5$ olduğunda LPI ile hasar hesabı

LPI	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (\$)
0	0.81	9,593,640	99,934	0
0 - 5	0.19	2,250,360	23,441	0
5 - 10	0	0	0	0
10 - 15	0	0	0	0
15 <	0	0	0	0
Toplam				0

Çizelge 5.11. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=7.57$ olduğunda LPI ile hasar hesabı

LPI	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (\$)
0	0.23	2,724,120	28,376	0
0 - 5	0.38	4,500,720	46,883	0
5 - 10	0.19	2,250,360	23,441	270,043,200
10 - 15	0.16	1,895,040	19,740	312,681,600
15 <	0.04	473,760	4,935	142,128,000
Toplam				724,852,800

Çizelge 5.12. Ardebil şehri için LPI ile hasar hesabı sonucu

a_{max}	M_w	LPI ile Hasar (\$) - 1.ci yöntem	LPI ile Hasar (\$) - 2.ci yöntem
0.25g	5.5	0	0
	6.0	42,638,400	45,318,528
	6.5	85,276,800	90,637,056
	7.0	167,000,400	177,497,568
	7.57	323,341,200	343,665,504
0.30g	5.5	42,638,400	45,318,528
	6.0	85,276,800	90,637,056
	6.5	195,426,000	207,709,920
	7.0	323,341,200	343,665,504
	7.57	444,150,000	472,068,000
0.35g	5.5	85,276,800	90,637,056
	6.0	152,787,600	162,391,392
	6.5	323,341,200	343,665,504
	7.0	424,607,400	451,297,008
	7.57	596,937,600	634,459,392
0.40g	5.5	127,915,200	135,955,584
	6.0	271,819,800	288,905,616
	6.5	390,852,000	415,419,840
	7.0	543,639,600	577,811,232
	7.57	724,852,800	770,414,976

6. ÖZET VE SONUÇ

Bu çalışmada, 120 adet sondajdan elde edilen SPT değerleri ve diğer geoteknik veriler ile sehrin topoğrafyası ve yapı stoğu hakkındaki bilgiler CBS'ne aktarılarak, senaryo depremlerin İran'ın Ardebil şehrindeki binalar için yaratabilecekleri sıvılaşma kaynaklı maddi hasar incelenmiştir.

Bölgede YASS 3 m – 10 m arasındadır. Iran-2800 deprem şartnamesine göre çalışma alanı yüksek riskli ($a_{max}=0.3g$) olarak tanımlanmıştır. $M_w=5.5$, $M_w=6.0$, $M_w=6.5$, $M_w=7.0$ ve $M_w=7.57$ büyüklüğüne sahip deprem senaryoları, yaklaşık 42 km² alan için, 1/100 000 harita üzerinde oluşturulmuştur. Deprem pik ivme değeri 0.25g, 0.3g, 0.35g, 0.4g olarak seçilmiştir.

Sıvılaşma analizi için sismik yaklaşım seçilip, sıvılaşmaya yatkınlık, LPI ve Unutmaz ve Cetin yöntemin kullanarak oturma haritaları düzenlenmiştir. Genel olarak, bekleneceği gibi, deprem şiddeti arttıkça bölgede sıvılaşma riski artmaktadır. Farklı oturma ile yapı hasar görebilirliği arasındaki ilişki kullanılarak, tüm şehir için, binalardaki farklı oturmaya bağlı maddi hasar belirlenmiştir. Bu hesaplar LPI ile bina hasarı arasındaki ilişki için yapılan kabuller kullanılarak tekrarlanmıştır.

Farklı oturma ile yapı hasar görebilirliği arasındaki ilişki kullanıldığında, farklı deprem büyüklükleri ve pik ivmelerin değerlendirilmesi sonucu beklenen maddi hasar 263,280,391\$ ile 1,014,397,830\$ arasında belirlenmiştir. LPI – bina hasar ilişkisinin kullanılması, beklenen maddi hasar miktarını oldukça azaltarak, üst limitini 724,852,800\$'a düşürmüştür.

KAYNAKLAR

Alavi, M., “Tectonics of the Zagros orogenic belt of Iran: new data and interpretations”, *Tectonophysics*, 229 : 211-238 (1994).

Andrews, D.C.A. and Martin G.R., “Criteria for Liquefaction of Silty Soils”, *Proc. 12th WCEE*, Auckland, New Zealand (2000).

Bird, J.F., Crowley H., Pinho R., Bommer J.J., “Assessment of building response to liquefaction-induced differential ground deformation”, *Engineering Magazine*, 38(4) (2005).

Bray, J. D, Sancio, R. B., Reimer, M. Durgunoglu, H. T., “Liquefaction Susceptibility of Fine- Grained Soils”, *Proceedings, 11th International Conference on Soil Dynamics and Earthquake Engineering – 3rd International Conference on Earthquake Geotechnical Earthquake Engineering (11th ICSDEE)*, University of California Berkeley, 7-9 January, 1: 655-662 (2003).

ÇETİN K.Ö, UNUTMAZ B., “Zemin Sıvılaşması Ve Sismik Zemin Davranışı”, *Türkiye Mühendislik Haberleri*, 430 (2004).

Day, R., “Forensic Geotechnical and Foundation Engineering”, *McGraw-Hill Companies Inc*, USA (1999).

EERI, “The March2, 1997, Ardebil Earthquake in Northwes Iran”, EERI Newsletter, 31:7 (1997)

Finn, W.D. Liam, Ledbetter, R.H. and Wu, G., “Liquefaction in Silty Soils : Design and Analysis.” *Ground Failures Under Seismic Conditions, Geotechnical Special Publication*, ASCE, New York, New York, 44: 51-76 (1994).

Gansser, A., “New aspects of the Geology of Central Iran”, *Proc. 4 th. World Petroleum Congress*, Rome (1995).

Hessami, K., Jamali, F. and Tabassi, H., “Major active faults of Iran. International Institute of Earthquake Engineering and Seismology”, *Ministry of Science, Research and Technology* (2003).

Ishihara, K. and Yoshimine, M., “Evaluation of Settlements in Sand Deposits Following Liquefaction During Earthquakes”, *Soils and Foundations*, 32(1) : 173-188 (1992).

Issar, A., “Hydrogeological investigations report to the Government of Iran”, *F.A.O. report*, TA 2257 (1966).

Issar, A., “The groundwater provinces of Iran”, *Bulletin of the International of Scientific Hydrology*, XIV(1) : 87-99 (1969).

Iwasaki, T., Arakawa, T., and Tokida, K. , “Standard Penetration Test and Liquefaction Potential Evaluation”, *Proceedings, International Conference of Soil Dynamics and Earthquake Engineering, Southampton*, 2 : 925-941 (1982).

Kramer S.L., “Geotechnical earthquake engineering”, *Printice Hall*, New Jersey, (1996).

Koester, J.P., “The influence of test procedure on correlation of Atterberg limits with liquefaction in fine-grained soils,” *Geotechnical Testing Journal*, 15(4): 352-361 (1992).

Lavizeh, F., “General report on geothermal and related field in Iran”, *Bulletin of Kyushu Volcanic Geothermal*, 11 : 25-28 (2002).

Littlejohn, G.S., Cole, K.W., and Mellors, T.W., “Without Site Investigation Ground is a Hazard”, *Proceedings of the Institution on Engineers*, 102 : 72-78 (1994).

Nabavi, M.H., “An introduction to geology of Iran” (in Persian), *Geological Survey of Iran* (1976).

National Research Council, “Geotechnical Site Investigations for Underground Projects”, *US National Committee on Tunnelling Technology, National Academy Press, Washington, USA* (1984).

Nezafati, N., “Au-Sn-W-Cu-Mineralization in the Astaneh-Sarband Area, West Central Iran, including a comparison of the ores with ancient bronze artifacts from Western Asia”, PhD thesis, *University of Tübingen*, (2006).

O’Rourke, T. D. and Pease, J. W., “Mapping Liquefiable Layer Thickness for Seismic Hazard Assessment”, *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 46–56, (1997).

Pease, J. W. and O’Rourke, T. D., “Liquefaction Hazards in the San Francisco Bay Region: Site Investigation, Modeling, and Hazard Assessment at Areas Most Seriously Affected by 1989 Loma Prieta Earthquake”, *Final Report to U.S. Geological Survey, Grant No.1439-93-G-2332, Cornell University, Ithaca, N.Y.* (1995).

Rawlinsons, R., “ Australian Construction Handbook 2002”, *Rawlhouse Publishing Pty. Ltd.*, Perth, Australia (2002).

Russell, A.G. and William, J.H., “An overview of selected seismic hazard analysis methodologies”, *Civil Engineering Studies*, 592, (1994).

Seed, H.B. and Idriss, I.M., “Ground Motions and Soil Liquefaction during Earthquakes”, *EERI Monograph*, Berkeley, CA, (1982).

Seed, R. B., Cetin, K. O., Der Kiureghian, A., Tokimatsu, K., Harder, L. F. Jr., and Kayen, R. E., “SPT-Based Probabilistic and Deterministic Assessment of Seismic Soil Liquefaction Potential”, *ASCE Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering* (2001).

Seed, R. B., Cetin, K. O., Moss, R. E. S., Kammerer, A. M., Wu, J., Pestana, J. M. and Reimer, M. F. (2001), “Recent Advances in Soil Liquefaction Engineering and Seismic Site Response Evaluation,” *Proceedings of 4th International Conference on Recent Advances in Geotechnical Earthquake Engineering and Soil Dynamics*, San Diego (2001).

Sönmez, H. and Gökçeoğlu, C., “A liquefaction severity index for engineering practice”, *Environmental Geology*, 48(1) : 81-91 (2005).

Stoeklin, J., “A review of the structural history and tectonics of Iran”, *Geological Survey of Iran* (1965).

Stöcklin, J., “Structural history and tectonics of Iran; a review”, *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 52(7) : 1229–1258 (1968).

Stöcklin, J., “Structural correlation of the Alpine ranges between Iran and Central Asia”, *Mem. Hors-serie Society of Geology of France*, 8 : 333-353 (1977).

Tahal (Water Planning) Ltd., “Ghazvin Area Development Project”, Tel Aviv (1963).

Tsuchida H., “Prediction and countermeasure against the liquefaction in sand deposits”, *Seminar in the Port and Harbor Research Institute* (1970).

Vanmarcke, E.H., “Random Fields: Analysis and Synthesis”, *The MIT Press*, Cambridge, Massachusetts, USA (1984).

Vlad G. Perlea, “Liquefaction of Cohesive Soils”, *Soil Dynamics and Liquefaction 2000 (GSP 107)* , *Proceedings of Sessions of Geo-Denver* (2000).

Wang, W., “Some findings in soil liquefaction”, *Water Conservancy and Hydroelectric Power Scientific Research Institute*, Beijing, China (1979).

Youd T.L , Idriss I.M, Andrus Ronald D., Arango Ignacio, Castro Gonzalo, Christian John T., Dobry Richardo, Finn W. D. Liam, Harder Leslie F. , Hynes Mary Ellen, Ishihara Kenji, Koester Joseph P., Liao Sam S. C., Marcuson William F. , Martin Geoffrey R., Mitchell James K., Moriwaki Yoshiharu, Power Maurice S., Robertson Peter K., Seed Raymond B., Stokoe Kenneth H., “Liquefaction Resistance Of Soils: Summary Report From The 1996 NCEER And 1998 NCEER/NSF Workshops On Evaluation Of Liquefaction Resistance Of Soils”, *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering* (2001).

Zeghal, M. and Elgema, A. W., "Analysis of Site Liquefaction Using Earthquake Records", *Journal of Geotechnical Engineering*, ASCE, 120(6) : 996-1017 (1994).

EKLER

EK-1. İran'da 1990-2005 yılları arasında büyüklüğü $M \geq 5.5$ olan hasarlı can ve mal kaybına sebep olan depremler
(International Institute of Earthquake Engineering and Seismology, <http://www.iiees.ac.ir>)

Tarih	Saat		Lat.	Lon.	Derinlik	Mag.	Depremin Merkezüssü	Ölü Sayısı	Yaralı Sayısı	Açıklama
	UTC	Yerel								
20/06/1990	21:00:09	1:30:09	36.95	49.4	19	Ms 7.7	Roudbar – Menjil – Gilan	40000'den fazla	60000	Menjil ve Roudbar'da tüm yapılar hasar görmüş, 100 bin daire yıkılmış ve 400 bin kişi evsiz kalmıştır
6/11/1990	18:45:52	22:15:52	28.25	55.46	11	Ms 6.7	Darab – Fars	23	-	300 daire yıkılmış ve 14 bin kişi evsiz kalmıştır
23/02/1994	8:02:04	11:32:04	30.85	60.59	6	Mb 6.1	Sefidabe - Sistan ve Bluçestan	6	-	Bazı köylerde hasarlar olmuştur
20/06/1994	9:09:02	13:39:02	28.96	52.61	9	Mb 5.9	Zenciran - Fars	3	-	Bazı köylerde önemli hasarlar olmuştur

EK-1. (Devam) İran'da 1990-2005 yılları arasında büyüklüğü $M \geq 5.5$ olan hasarlı can ve mal kaybına sebep olan depremler
(International Institute of Earthquake Engineering and Seismology, <http://www.iiies.ac.ir>)

Tarih	Saat		Lat.	Lon.	Derinlik	Mag.	Deprem Merkezüsü	Ölü Sayısı	Yaralı Sayısı	Açıklama
	UTC	Yerel								
4/2/1997	9:53:55	13:23:55	37.56	57.29	10	Ms 5.5	Germhan, Bojnurd'un kuzeyi - Küzey Horasan	100	-	20 köyde önemli hasarlar olmuştur
28/02/1997	12:57:18	16:27:18	38.08	48.05	10	Ms 6.1	Nir, Gülistan - Ardebil	1200	2500	Ardebil ilinde 130 köy çok ağır hasar görmüp ve yıkılmıştır
10/5/1997	7:57:29	12:27:29	33.83	59.81	10	Ms 7.3	Erdeku (Zirkouh) Ga'en - Güney Horasan	1560	4460	147 köy hasar görmüştür
6/5/1999	23:00:53	3:30:53	29.5	51.88	33	Mb 6.3	Kehmere Sorhi, Famur - Fars	26	110	38 köyde 1300 bina % 30 ~ %70 oranında hasar görmüştür

EK-1. (Devam) İran'da 1990-2005 yılları arasında büyüklüğü $M \geq 5.5$ olan hasarlı can ve mal kaybına sebep olan depremler
(International Institute of Earthquake Engineering and Seismology, <http://www.iiees.ac.ir>)

Tarih	Saat		Lat.	Lon.	Derinlik	Mag.	Depremin Merkezüssü	Ölü Sayısı	Yaralı Sayısı	Açıklama
	UTC	Yerel								
22/06/2002	2:58:20	7:28:20	35.62	49.05	10	Mw 6.5	Avej - Gezvin	261	1300	373 köy hasar görmüştür
10/7/2003	17:06:37	21:36:37	28.35	54.15	10	Mb 5.8	Zerrin deşt - Fars	1	25	4 köy ağır hasar görmüştür
26/12/2003	1:56:56	5:26:56	29.08	58.38	13	Ms 6.5	Bem - Kerman	31728	30000	Şehrin %85'i yıkılmıştır ve kalan binalarda ağır hasar görmüştür
28/05/2004	12:38:46	17:08:46	36.37	51.64	28	Ms 6.3	Firuzabad kejur - Mazenderan	33	-	12000 kilometre karelik alanda hasar ve heyelan meydana gelmiştir

EK-1. (Devam) İnan'da 1990-2005 yılları arasında büyüklüğü $M \geq 5.5$ olan hasarlı can ve mal kaybına sebep olan depremler (International Institute of Earthquake Engineering and Seismology, <http://www.iiees.ac.ir>)

Tarih	Saat		Lat.	Lon.	Derinlik	Mag.	Deprem Merkezüsü	Ölü Sayısı	Yaralı Sayısı	Açıklama
	UTC	Yerel								
22/02/2005	2:25:21	5:55:21	30.8	56.76	14	MS 6.4	Zerend - Kerman	612	1400	7000 daire hasar görmüştür
27/11/2005	10:22:19	13:52:19	26.86	55.83	10	Mb 6.2	Geşm - Hormozgan	10	,	12 köy ağır hasar görmüştür

EK-2. 1900-2002 yılları arasında Ardebil şehrine en fazla 100 km uzaklıkta meydana gelmiş depremler

Yıl	Ay	Gün	Saat	Dakika	Saniye	Enlem	Boylam	M _b
1903	6	24	16	56		39	49	5.5
1910	12	4	14	2		38.8	48.8	5.1
1913	4	16	6	0		38.75	48.5	5.2
1917	6	2	0	28	12	38	48.5	5.5
1924	2	19	6	59	45	39	47.5	5.7
1928	3	24	10	53	16	37.8	47.3	5
1929	12	25	22	25		38.4	49.2	4
1931	7	5	17	57	22	39	47.5	4.7
1932	5	24	23	29	26	37.8	48.2	4.7
1932	5	24	23	31	51	37.8	48.2	4.7
1933	4	16	6	54	46	39	48.5	4.5
1934	6	8	2	2	3	39	48.5	4.5
1944	11	9	19	39	40	38	48.4	4.5
1954	8	16	14	59		39	48.7	4.5
1956	11	1	21	57	59	38.9	48.3	4
1959	5	31	13	1	44	37.7	48.99	5
1965	10	29	15	59	42.1	37.9	48.7	4.6
1968	6	4	1	44	26	37.5	49	4.5
1970	4	16	1	26	52.1	38.7	48.6	4.9
1970	7	11	22	41	15.6	37.6	49	5.1
1971	5	15	4	53	5.3	38.1	49.1	4.6
1972	1	18	21	12	1.7	37.5	48.7	4.9
1975	8	11	0	12	18.4	38.87	49.19	3.7
1975	10	6	18	7	20.5	38	48.07	3.8
1979	11	8	5	21	59.4	38.736	48.836	4.7
1980	2	19	1	6	5.2	38.958	48.843	4.3
1980	5	4	18	35	20.4	38.053	48.985	5.4
1980	5	5	10	21	48.7	38.077	49.009	4.6
1984	3	18	16	57	15.3	37.678	48.868	4.4
1984	9	30	15	33	14.4	37.87	48.966	4.5
1985	4	3	1	44	26.8	38.099	48.422	4.7
1985	11	2	9	34	14.1	37.521	49.068	4.5
1986	1	27	16	35	52.8	38.885	48.62	5.3
1986	4	29	22	7	55.2	38.059	49.036	4.7
1986	4	29	23	35	41.6	38.106	49.075	4.3
1986	11	5	1	15	39.8	38.694	48.617	4.5

EK-2. (Devam) 1900-2002 yılları arasında Ardebil şehrine en fazla 100 km uzaklıkta meydana gelmiş depremler

Yıl	Ay	Gün	Saat	Dakika	Saniye	Enlem	Boylam	M _b
1987	4	12	16	55	21.3	38.141	48.674	3.9
1990	6	20	21	30	12.1	37.49	48.79	4.7
1990	6	20	21	41	32.4	37.705	48.961	4.5
1990	6	21	0	35	51.8	37.462	48.961	4.5
1990	6	21	20	15	57.2	37.449	49.081	4.2
1990	6	22	6	7	50.1	37.257	48.854	4.6
1990	6	23	14	48	45.8	37.335	48.945	4.2
1990	6	26	9	24	10.4	37.357	48.831	4.4
1990	7	1	17	19	44.1	37.28	48.818	4.6
1990	7	1	21	16	48.3	37.285	48.82	4.7
1990	8	2	17	12	48.5	38.54	48.186	4.2
1990	8	2	21	17	18.7	38.398	48.228	4.1
1990	9	17	7	3	32	37.384	48.929	4.5
1990	9	24	6	35	13.9	38.253	47.951	4.6
1991	12	8	1	2	6.2	38.335	48.151	3.8
1992	11	6	15	28	46.1	37.989	47.757	4.1
1993	4	8	9	48	3.8	37.902	47.985	4.7
1994	11	2	12	31	1	38.15	48.31	5
1995	5	27	21	21	31.9	39.03	48.94	4.8
1995	8	17	18	9	58.7	38.96	48.91	4.5
1996	1	3	8	42	25.7	38.99	48.72	5.4
1996	5	28	22	18	25.9	37.5	48.65	4.1
1997	2	13	0	47	36.9	38.63	48.76	3.6
1997	2	28	12	57	18.6	38.08	48.05	5.5
1997	2	28	13	55	57.1	37.83	47.87	4.5
1997	2	28	20	55	57.1	37.92	47.99	4.2
1997	2	28	21	46	20.4	38.04	47.8	3.9
1997	3	2	18	29	42.5	37.86	47.87	5.1
1997	3	21	23	0	39.4	37.96	47.91	4.5
1997	4	1	7	33	28	37.87	48.91	3.4
1997	4	8	5	44	13.8	38.15	48.1	4.2
1997	5	12	3	50	59.8	37.93	48.07	4.6
1997	5	28	5	4	17.2	38.73	48.72	4
1997	8	24	11	48	11.3	37.67	48.89	4.4
1998	7	9	14	19	19.5	38.55	48.41	6
1999	10	12	15	41	12	38.9	48.25	4.7

EK-2. (Devam) 1900-2002 yılları arasında Ardebil şehrine en fazla 100 km uzaklıkta meydana gelmiş depremler

Yıl	Ay	Gün	Saat	Dakika	Saniye	Enlem	Boylam	M _b
2000	4	10	3	42	41.4	37.96	48.12	4.4
2000	5	19	5	31	5.5	38.26	49.16	3.9
2000	8	17	11	49	12.4	38.15	47.4	3.9
2000	10	28	20	0	3.8	39.09	48.61	3.5
2001	6	12	1	46	49.9	38.98	47.2	4.5
2001	10	29	10	4	46.7	38.76	48.65	4.6
2002	1	5	14	43	42.5	37.52	49.02	4.5
2002	1	6	6	22	27.1	38.25	48.95	4.3
2002	1	24	7	23	54.3	38.22	48.16	4.1

EK-3. Metraj formu

PROJE :					TARİH :	
İŞİN CİNSİ : İNŞAAT İMALATLARI					HAKEDİŞ NO :	
POZ NO :					SAYFA NO :	
AÇIKLAMA	ADET	ÖLÇÜLER (MT)			AZI	ÇOĞU
		BOY	EN	YÜKS		
ALAN HESABI						
BODRUM KATLAR ZEMİN KAT	3	22.80	23.96	1.00	1,638.86	
MİNHA	-12	4.00	2.54	1.00	-121.92	
MİNHA	-12	2.92	1.14	1.00	-39.95	
MİNHA	-6	9.69	0.91	1.00	-52.91	
TİP KATLAR	19	22.80	23.80	1.00	10,310.16	
MİNHA	-76	4.00	2.54	1.00	-772.16	
MİNHA	-76	2.92	1.14	1.00	-252.99	
MİNHA	-38	9.74	0.91	1.00	-336.81	
ASANSÖR KOVASI	2	2.60	2.80	1.00	14.56	
MERDİVEN KOVASI	2	6.67	3.25	1.00	43.36	
1 İ TİPİ BLOK TOPLAM ALANI					10,430.21	m2
KAZI YAPILMASI						
	1	41.20	42.20	8.60	14,952.30	
GROBETON						
	1	28.60	29.60	0.10	84.66	
RADYE TEMEL						
	1	27.60	28.60	1.70	1,341.91	
2. BODRUM KAT TÜNEL						
PERDELER						
2-7 AKSI	4	4.25	0.30	4.10	20.91	
3-6 AKSI	4	4.05	0.30	4.10	19.93	
4-5 AKSI	2	21.00	0.30	4.10	51.66	
4-5 AKSI MİNHA	-4	2.49	0.30	2.10	-6.27	
ASANSÖR KAPISI MİNHA	-2	0.90	0.30	2.10	-1.13	
ASANSÖR PERDESİ	2	2.60	0.30	4.10	6.40	
B-F AKSI	4	4.00	0.30	4.10	19.68	

EK-3. (Devam) Metraj formu

PROJE : İŞİN CİNSİ : İNŞAAT İMALATLARI POZ NO :					TARİH : HAKEDİŞ NO : SAYFA NO :	
AÇIKLAMA	ADET	ÖLÇÜLER (MT)			AZI	ÇOĞU
		BOY	EN	YÜKS		
B-F AKSI MİNHA KAPI	-4	0.96	0.30	2.10	-2.42	
C-E AKSI	4	9.17	0.30	4.10	45.12	
C-E AKSI MİNHA	-4	3.10	0.30	3.50	-13.02	
D AKSI	2	7.72	0.30	4.10	18.99	
ASANSÖR PERDESİ	4	2.30	0.30	4.10	11.32	
DÖŞEMELER						
E. Y.O	4	4.00	3.95	0.20	12.64	
MUTFAK- BANYO	4	2.70	9.17	0.20	19.81	
Ç.Y.O	4	3.20	3.34	0.20	8.55	
SALON	4	4.00	7.72	0.20	24.70	
GİRİŞ-WC	4	2.85	2.80	0.20	6.38	
KAT HOLÜ	1	2.70	12.77	0.20	6.90	
MİNHA ŞAFTLAR MERD. HOLÜ	-2	0.80	1.58	0.20	-0.51	
MİNHA BANYO	-4	1.30	1.03	0.20	-1.07	
MİNHA W.C	-4	1.00	0.25	0.20	-0.20	
MİNHA Y.O	-4	0.50	0.66	0.20	-0.26	
					248.09	
1. BODRUM ZEMİN KAT TÜNEL						
PERDELER						
2-7 AKSI	4	4.25	0.30	3.80	19.38	
3-6 AKSI	4	4.05	0.30	3.80	18.47	
4-5 AKSI	2	21.00	0.30	3.80	47.88	
4-5 AKSI MİNHA	-4	2.49	0.30	2.10	-6.27	
ASANSÖR KAPISI MİNHA	-2	0.90	0.30	2.10	-1.13	
ASANSÖR PERDESİ	2	2.60	0.30	3.80	5.93	
B-F AKSI	4	4.00	0.30	3.80	18.24	
B-F AKSI MİNHA KAPI	-4	0.96	0.30	2.10	-2.42	
C-E AKSI	4	9.17	0.30	3.80	41.82	
C-E AKSI MİNHA	-4	3.10	0.30	3.20	-11.90	

EK-3. (Devam) Metraj formu

PROJE :					TARİH :	
İŞİN CİNSİ : İNŞAAT İMALATLARI					HAKEDİŞ NO :	
POZ NO :					SAYFA NO :	
AÇIKLAMA	ADET	ÖLÇÜLER (MT)			AZI	ÇOĞU
		BOY	EN	YÜKS		
D AKSI	2	7.72	0.30	3.80	17.60	
ASANSÖR PERDESİ	4	2.30	0.30	3.80	10.49	
DÖŞEMELER						
E. Y.O	4	4.00	3.95	0.20	12.64	
MUTFAK- BANYO	4	2.70	9.17	0.20	19.81	
Ç.Y.O	4	3.20	3.34	0.20	8.55	
SALON	4	4.00	7.72	0.20	24.70	
GİRİŞ-WC	4	2.85	2.80	0.20	6.38	
KAT HOLÜ	1	2.70	12.77	0.20	6.90	
MİNHA ŞAFTLAR MERD. HOLÜ	-2	0.80	1.58	0.20	-0.51	
MİNHA BANYO	-4	1.30	1.03	0.20	-1.07	
MİNHA W.C	-4	1.00	0.25	0.20	-0.20	
MİNHA Y.O	-4	0.50	0.66	0.20	-0.26	
					235.01	
1.BODRUM VE ZEMİN KAT					2.00	
					470.02	
TİP KATLAR 19 ADET						
PERDELER						
2-7 AKSI	4	4.25	0.25	3.10	13.18	
3-6 AKSI	4	4.05	0.25	3.10	12.56	
4-5 AKSI	2	21.00	0.25	3.10	32.55	
4-5 AKSI MİNHA	-4	2.49	0.25	2.10	-5.23	
ASANSÖR KAPISI MİNHA	-2	0.90	0.25	2.10	-0.95	
ASANSÖR PERDESİ	2	2.60	0.25	3.10	4.03	
B-F AKSI	4	4.05	0.25	3.10	12.56	
B-F AKSI MİNHA KAPI	-4	1.00	0.25	2.10	-2.10	
C-E AKSI	4	9.17	0.25	3.10	28.43	
C-E AKSI MİNHA	-4	3.10	0.25	2.50	-7.75	
D AKSI	2	7.72	0.25	3.10	11.97	

EK-3. (Devam) Metraj formu

PROJE :					TARİH :	
İŞİN CİNSİ : İNŞAAT İMALATLARI					HAKEDİŞ NO :	
POZ NO :					SAYFA NO :	
AÇIKLAMA	ADET	ÖLÇÜLER (MT)			AZI	ÇOĞU
		BOY	EN	YÜKS		
ASANSÖR PERDESİ	4	2.30	0.25	3.10	7.13	
DÖŞEMELER						
E. Y.O	4	4.05	3.98	0.16	10.32	
MUTFAK- BANYO	4	2.75	9.17	0.16	16.14	
Ç.Y.O	4	3.25	3.34	0.16	6.95	
SALON	4	4.05	7.72	0.16	20.01	
GİRİŞ-WC	4	2.90	2.80	0.16	5.20	
KAT HOLÜ	1	2.75	12.77	0.16	5.62	
MİNHA ŞAFTLAR MERD. HOLÜ	-2	0.80	1.58	0.16	-0.40	
MİNHA BANYO	-4	1.30	1.03	0.16	-0.86	
MİNHA W.C	-4	1.00	0.25	0.16	-0.16	
MİNHA Y.O	-4	0.50	0.66	0.16	-0.21	
					168.96	
TİP KATLAR 19 ADET					19.00	
					3,210.24	
ÇATI KATI						
ASANSÖR KOVASI	2	9.80	0.25	4.30	21.07	
ASANSÖR KOVASI MİNHA	-2	0.90	0.25	2.10	-0.95	
MERDİVEN KOVASI	4	6.70	0.25	3.50	23.45	
ASANSÖR DÖŞEMESİ	2	2.10	2.30	0.16	1.55	
MERDİVEN DÖŞEMESİ	2	6.70	2.75	0.16	5.90	
ÇATI PARAPETİ	2	22.60	1.10	0.20	9.94	
ÇATI PARAPETİ	2	23.60	1.10	0.20	10.38	
ÇATI PARAPETİ	4	0.90	1.10	0.20	0.79	
MERDİVENLER 2. BODRUM KAT	1	1.00	1.00	2.50	2.50	
MERDİVENLER 1. BODRUM ZEMİN KAT	3	1.00	1.00	2.40	7.20	
MERDİVENLER TİP KATLAR KAT	38	1.00	1.00	2.25	85.50	
					167.34	
BİNA GİRİŞİ, MERDİVENİ, MARKİZİ					50.00	

EK-3. (Devam) Metraj formu

PROJE :					TARİH :	
İŞİN CİNSİ : İNŞAAT İMALATLARI					HAKEDİŞ NO :	
POZ NO :					SAYFA NO :	
AÇIKLAMA	ADET	ÖLÇÜLER (MT)			AZI	ÇOĞU
		BOY	EN	YÜKS		
1 İ TİPİ BLOK B.A BETONU MİKTARI:					5,487.59	m3
1 BLOK ÜSTYAPIDA KULLANILAN DEMİR MİKTARI (DR. ÇİNİFURİJANDAN)					700.00	
1 BLOK TEMELDE KULLANILAN DEMİR MİKTARI (TAHMİNİ 120KG/M3)					161.03	
1 İ TİPİ BLOK B.A DEMİR MİKTARI:					861.03	TON
TÜNEL KALIP İMALATI						
2. BODRUM KAT TÜNEL						
PERDELER						
2-7 AKSI DIŞ	4	4.25	1.00	4.00	68.00	
2-7 AKSI İÇ	4	3.95	1.00	3.84	60.67	
PENCERE BOŞLUĞU MİNHA	-8	1.50	1.00	1.50	-18.00	
PENCERE ALINLARI	4	6.00	1.00	0.30	7.20	
3-6 AKSI DIŞ	4	0.91	1.00	4.00	14.56	
3-6 AKSI İÇ	4	6.07	1.00	3.84	93.24	
3-6 AKSI MİNHA	-8	2.93	1.00	3.40	-79.70	
3-6 AKSI KAPI ALINLARI	4	9.73	1.00	0.30	11.68	
3-6 AKSI İÇ	4	3.95	1.00	3.84	60.67	
4-5 AKSI E.YO	4	6.07	1.00	3.84	93.24	
4-5 AKSI GİRİŞ	4	2.85	1.00	3.84	43.78	
4-5 AKSI ASANSÖR İÇİ	2	2.00	1.00	4.00	16.00	
4-5 AKSI MİNHA	-8	2.49	1.00	2.10	-41.83	
ASANSÖR KAPISI MİNHA	-4	0.90	1.00	2.10	-7.56	
4-5 AKSI DIŞ	4	4.11	1.00	4.00	65.76	
4-5 AKSI İÇ	2	12.77	1.00	3.84	98.07	
4-5 AKSI PERDE ALINLARI	4	6.69	1.00	0.30	8.03	
4-5 AKSI AS. KAPI ALINLARI	2	5.10	1.00	0.30	3.06	
ASANSÖR PERDESİ İÇ	4	1.15	1.00	3.84	17.66	

EK-3. (Devam) Metraj formu

PROJE :					TARİH :	
İŞİN CİNSİ : İNŞAAT İMALATLARI					HAKEDİŞ NO :	
POZ NO :					SAYFA NO :	
AÇIKLAMA	ADET	ÖLÇÜLER (MT)			AZI	ÇOĞU
		BOY	EN	YÜKS		
ASANSÖR PERDESİ DIŞ	2	2.00	1.00	4.00	16.00	
B-F AKSI	4	4.00	1.00	3.84	61.44	
B-F AKSI	4	4.30	1.00	3.84	66.05	
B-F AKSI MİNHA KAPI	-8	0.96	1.00	2.10	-16.13	
B-F AKSI KAPI ALINLARI	4	5.16	1.00	0.30	6.19	
C-E AKSI	8	9.17	1.00	3.84	281.70	
C-E AKSI DIŞ İLAVE	4	1.40	1.00	0.16	0.90	
C-E AKSI MİNHA	-8	3.10	1.00	3.40	-84.32	
C-E AKSI KAPI ALINLARI	4	9.90	1.00	0.30	11.88	
D AKSI	4	7.72	1.00	3.84	118.58	
ASANSÖR PERDESİ İÇ	4	2.80	1.00	3.84	43.01	
ASANSÖR PERDESİ DIŞ	4	2.20	1.00	4.00	35.20	
PERDE ALINLARI	18	0.30	1.00	4.00	21.60	
DÖŞEMELER						
E.Y.O	4	4.00	3.95	1.00	63.20	
MUTFAK- BANYO	4	2.70	9.17	1.00	99.04	
Ç.Y.O	4	3.20	3.34	1.00	42.75	
SALON	4	4.00	7.72	1.00	123.52	
GİRİŞ-WC	4	2.85	2.80	1.00	31.92	
KAT HOLÜ	1	2.70	12.77	1.00	34.48	
MİNHA ŞAFTLAR MERD. HOLÜ	-2	0.80	1.58	1.00	-2.53	
MİNHA BANYO	-4	1.30	1.03	1.00	-5.36	
MİNHA W.C	-4	1.00	0.25	1.00	-1.00	
MİNHA Y.O	-4	0.50	0.66	1.00	-1.32	
DÖŞEME ALINLARI	8	4.00	0.16	1.00	5.12	
DÖŞEME ALINLARI	4	3.20	0.16	1.00	2.05	
DÖŞEME ALINLARI	6	2.70	0.16	1.00	2.59	
					1,471.08	
1. BODRUM ZEMİN KAT TÜNEL						

EK-3. (Devam) Metraj formu

PROJE : İŞİN CİNSİ : İNŞAAT İMALATLARI POZ NO :					TARİH : HAKEDİŞ NO : SAYFA NO :	
AÇIKLAMA	ADET	ÖLÇÜLER (MT)			AZI	ÇOĞU
		BOY	EN	YÜKS		
PERDELER						
2-7 AKSI DIŞ	4	4.25	1.00	3.80	64.60	
2-7 AKSI İÇ	4	3.95	1.00	3.64	57.51	
PENCERE BOŞLUĞU MİNHA	-8	1.50	1.00	1.50	-18.00	
PENCERE ALINLARI	4	6.00	1.00	0.30	7.20	
3-6 AKSI DIŞ	4	0.91	1.00	3.80	13.83	
3-6 AKSI İÇ	4	6.07	1.00	3.64	88.38	
3-6 AKSI MİNHA	-8	2.93	1.00	3.20	-75.01	
3-6 AKSI KAPI ALINLARI	4	9.73	1.00	0.30	11.68	
3-6 AKSI İÇ	4	3.95	1.00	3.64	57.51	
4-5 AKSI E.YO	4	6.07	1.00	3.64	88.38	
4-5 AKSI GİRİŞ	4	2.85	1.00	3.64	41.50	
4-5 AKSI ASANSÖR İÇİ	2	2.00	1.00	3.80	15.20	
4-5 AKSI MİNHA	-8	2.49	1.00	2.10	-41.83	
ASANSÖR KAPISI MİNHA	-4	0.90	1.00	2.10	-7.56	
4-5 AKSI DIŞ	4	4.11	1.00	3.80	62.47	
4-5 AKSI İÇ	2	12.77	1.00	3.64	92.97	
4-5 AKSI PERDE ALINLARI	4	6.69	1.00	0.30	8.03	
4-5 AKSI AS. KAPI ALINLARI	2	5.10	1.00	0.30	3.06	
ASANSÖR PERDESİ İÇ	4	1.15	1.00	3.64	16.74	
ASANSÖR PERDESİ DIŞ	2	2.00	1.00	3.80	15.20	
B-F AKSI	4	4.00	1.00	3.64	58.24	
B-F AKSI	4	4.30	1.00	3.64	62.61	
B-F AKSI MİNHA KAPI	-8	0.96	1.00	2.10	-16.13	
B-F AKSI KAPI ALINLARI	4	5.16	1.00	0.30	6.19	
C-E AKSI	8	9.17	1.00	3.64	267.03	
C-E AKSI DIŞ İLAVE	4	1.40	1.00	0.16	0.90	
C-E AKSI MİNHA	-8	3.10	1.00	3.20	-79.36	
C-E AKSI KAPI ALINLARI	4	9.90	1.00	0.30	11.88	

EK-3. (Devam) Metraj formu

PROJE : İŞİN CİNSİ : İNŞAAT İMALATLARI POZ NO :					TARİH : HAKEDİŞ NO : SAYFA NO :	
AÇIKLAMA	ADET	ÖLÇÜLER (MT)			AZI	ÇOĞU
		BOY	EN	YÜKS		
D AKSI	4	7.72	1.00	3.64	112.40	
ASANSÖR PERDESİ İÇ	4	2.80	1.00	3.64	40.77	
ASANSÖR PERDESİ DIŞ	4	2.20	1.00	3.80	33.44	
PERDE ALINLARI	18	0.30	1.00	3.80	20.52	
DÖŞEMELER						
E. Y.O	4	4.00	3.95	1.00	63.20	
MUTFAK- BANYO	4	2.70	9.17	1.00	99.04	
Ç.Y.O	4	3.20	3.34	1.00	42.75	
SALON	4	4.00	7.72	1.00	123.52	
GİRİŞ-WC	4	2.85	2.80	1.00	31.92	
KAT HOLÜ	1	2.70	12.77	1.00	34.48	
MİNHA ŞAFTLAR MERD. HOLÜ	-2	0.80	1.58	1.00	-2.53	
MİNHA BANYO	-4	1.30	1.03	1.00	-5.36	
MİNHA W.C	-4	1.00	0.25	1.00	-1.00	
MİNHA Y.O	-4	0.50	0.66	1.00	-1.32	
DÖŞEME ALINLARI	8	4.00	0.16	1.00	5.12	
DÖŞEME ALINLARI	4	3.20	0.16	1.00	2.05	
DÖŞEME ALINLARI	6	2.70	0.16	1.00	2.59	
					1,414.81	
					BENZER:	2.00
1. BODRUM VE ZEMİN KAT TÜNEL KALIP ALANI:					2,829.62	
TİP KATLAR						
PERDELER						
2-7 AKSI DIŞ	4	4.25	1.00	3.10	52.70	
2-7 AKSI İÇ	4	4.00	1.00	2.94	47.04	
PENCERE BOŞLUĞU MİNHA	-8	1.50	1.00	1.50	-18.00	
PENCERE ALINLARI	4	6.00	1.00	0.25	6.00	
3-6 AKSI DIŞ	4	0.91	1.00	3.10	11.28	
3-6 AKSI İÇ	4	6.07	1.00	2.94	71.38	

EK-3. (Devam) Metraj formu

PROJE : İŞİN CİNSİ : İNŞAAT İMALATLARI POZ NO :					TARİH : HAKEDİŞ NO : SAYFA NO :	
AÇIKLAMA	ADET	ÖLÇÜLER (MT)			AZI	ÇOĞU
		BOY	EN	YÜKS		
3-6 AKSI MİNHA	-8	2.93	1.00	2.50	-58.60	
3-6 AKSI KAPI ALINLARI	4	7.93	1.00	0.25	7.93	
3-6 AKSI İÇ	4	4.00	1.00	2.94	47.04	
4-5 AKSI E.YO	4	6.07	1.00	2.94	71.38	
4-5 AKSI GİRİŞ	4	2.90	1.00	2.94	34.10	
4-5 AKSI ASANSÖR İÇİ	2	2.05	1.00	3.80	15.58	
4-5 AKSI MİNHA	-8	2.49	1.00	2.10	-41.83	
ASANSÖR KAPISI MİNHA	-4	0.90	1.00	2.10	-7.56	
4-5 AKSI DIŞ	4	4.11	1.00	3.10	50.96	
4-5 AKSI İÇ	2	12.77	1.00	2.94	75.09	
4-5 AKSI PERDE ALINLARI	4	6.69	1.00	0.25	6.69	
4-5 AKSI AS. KAPI ALINLARI	2	5.10	1.00	0.25	2.55	
ASANSÖR PERDESİ İÇ	4	1.20	1.00	2.94	14.11	
ASANSÖR PERDESİ DIŞ	2	2.10	1.00	3.10	13.02	
B-F AKSI	4	4.05	1.00	2.94	47.63	
B-F AKSI	4	4.30	1.00	2.94	50.57	
B-F AKSI MİNHA KAPI	-8	0.96	1.00	2.10	-16.13	
B-F AKSI KAPI ALINLARI	4	5.16	1.00	0.25	5.16	
C-E AKSI	8	9.17	1.00	2.94	215.68	
C-E AKSI DIŞ İLAVE	4	1.40	1.00	0.16	0.90	
C-E AKSI MİNHA	-8	3.10	1.00	2.50	-62.00	
C-E AKSI KAPI ALINLARI	4	9.90	1.00	0.25	9.90	
D AKSI	4	7.72	1.00	2.94	90.79	
ASANSÖR PERDESİ İÇ	4	2.80	1.00	2.94	32.93	
ASANSÖR PERDESİ DIŞ	4	2.30	1.00	3.10	28.52	
PERDE ALINLARI	18	0.25	1.00	3.10	13.95	
DÖŞEMELER						
E. Y.O	4	4.05	3.98	1.00	64.48	
MUTFAK- BANYO	4	2.75	9.17	1.00	100.87	

EK-3. (Devam) Metraj formu

PROJE :					TARİH :	
İŞİN CİNSİ : İNŞAAT İMALATLARI					HAKEDİŞ NO :	
POZ NO :					SAYFA NO :	
AÇIKLAMA	ADET	ÖLÇÜLER (MT)			AZI	ÇOĞU
		BOY	EN	YÜKS		
Ç.Y.O	4	3.25	3.34	1.00	43.42	
SALON	4	4.05	7.72	1.00	125.06	
GİRİŞ-WC	4	2.90	2.80	1.00	32.48	
KAT HOLÜ	1	2.75	12.77	1.00	35.12	
MİNHA ŞAFTLAR MERD. HOLÜ	-2	0.80	1.58	1.00	-2.53	
MİNHA BANYO	-4	1.30	1.03	1.00	-5.36	
MİNHA W.C	-4	1.00	0.25	1.00	-1.00	
MİNHA Y.O	-4	0.50	0.66	1.00	-1.32	
DÖŞEME ALINLARI	8	4.05	0.16	1.00	5.18	
DÖŞEME ALINLARI	4	3.25	0.16	1.00	2.08	
DÖŞEME ALINLARI	6	2.75	0.16	1.00	2.64	
					1,219.89	
BENZER:					19.00	
1. BODRUM VE ZEMİN KAT TÜNEL KALIP ALANI:					23,177.93	
1 I TİPİ BLOKTA TÜNEL KALIP ALANI:					27,478.63	m2
KONVANSİYONEL KALIP YAPILMASI						
GROBETON	1	116.40	1.00	0.10	11.64	
RADYE TEMEL	1	112.40	1.00	1.70	191.08	
ÇATI KATI						
ASANSÖR KOVASI	4	9.80	1.00	4.30	168.56	
ASANSÖR KOVASI MİNHA	-4	0.90	1.00	2.10	-7.56	
MERDİVEN KOVASI	8	6.70	1.00	3.50	187.60	
ASANSÖR DÖŞEMESİ	2	2.10	2.30	1.00	9.66	
MERDİVEN DÖŞEMESİ	2	6.70	2.75	1.00	36.85	
ÇATI PARAPETİ	4	22.60	1.10	1.00	99.44	

EK-3. (Devam) Metraj formu

PROJE :					TARİH :	
İŞİN CİNSİ : İNŞAAT İMALATLARI					HAKEDİŞ NO :	
POZ NO :					SAYFA NO :	
AÇIKLAMA	ADET	ÖLÇÜLER (MT)			AZI	ÇOĞU
		BOY	EN	YÜKS		
ÇATI PARAPETİ	4	23.60	1.10	1.00	103.84	
ÇATI PARAPETİ	8	0.90	1.10	1.00	7.92	
BİNA GİRİŞİ, MERDİVENİ, MARKIZI					100.00	
1 İ TİPİ BLOKTA KONVANSİYONEL KALIP MİKTARI					909.03	m2
DIŞ DUVARLAR						
ZEMİN KAT E.Y.O	4	4.00	3.64	1.00	58.24	
ZEMİN KAT Ç.Y.O	4	3.20	3.64	1.00	46.59	
ZEMİN KAT MUTFAK	4	2.70	3.64	1.00	39.31	
ZEMİN KAT SALON	4	5.26	3.64	1.00	76.59	
ZEMİN KAT MERDİVEN	2	2.70	3.64	1.00	19.66	
MİNHA PENCERE 150X150	-6	1.50	1.50	1.00	-13.50	
MİNHA MUTFAK KAPISI 150X210	-3	1.50	2.10	1.00	-9.45	
MİNHA SALON PENCERESİ	-4	1.50	4.35	1.00	-26.10	
MİNHA BLOK GİRİŞ KAPISI	-2	1.80	2.10	1.00	-7.56	
					183.78	
TİP KATLAR						
E.Y.O	4	4.05	2.94	19.00	904.93	
Ç.Y.O	4	3.25	2.94	19.00	726.18	
MUTFAK	4	2.75	2.94	19.00	614.46	
SALON	4	5.29	2.94	19.00	1,182.00	
MERDİVEN	2	2.75	2.94	19.00	307.23	
MİNHA PENCERE 150X150	-6	1.50	1.50	19.00	-256.50	
MİNHA MUTFAK KAPISI 150X210	-4	1.50	2.10	19.00	-239.40	
MİNHA SALON PENCERESİ	-4	1.50	4.35	19.00	-495.90	
					2,743.00	
1 BLOKTA TOPLAM DIŞ DUVAR:					2,926.78	m2
İÇ DUVARLAR (NORMAL)						

EK-3. (Devam) Metraj formu

PROJE :					TARİH :	
İŞİN CİNSİ: İNŞAAT İMALATLARI					HAKEDİŞ NO :	
POZ NO :					SAYFA NO :	
AÇIKLAMA	ADET	ÖLÇÜLER (MT)			AZI	ÇOĞU
		BOY	EN	YÜKS		
ZEMİN KAT E.Y.O	8	1.03	3.64	1.00	29.99	
ZEMİN KAT E.Y.O	4	1.00	3.64	1.00	14.56	
ZEMİN KAT Ç.Y.O	3	1.82	3.64	1.00	19.87	
ZEMİN KAT GİRİŞ	1	8.49	3.64	1.00	30.90	
ZEMİN KAT SALON	3	2.90	3.64	1.00	31.67	
ZEMİN KAT MERDİVEN	2	5.20	3.64	1.00	37.86	
MİNHA E.Y.O KAPISI	-3	0.90	2.10	1.00	-5.67	
MİNHA SALON KAPISI	-3	1.27	2.10	1.00	-8.00	
MİNHA MERDİVEN KAPISI	-2	1.20	2.10	1.00	-5.04	
TİP KATLAR						
E.Y.O	8	1.03	2.94	19.00	460.29	
Ç.Y.O	4	1.82	2.94	19.00	406.66	
MUTFAK	4	1.56	2.94	19.00	348.57	
SALON	4	2.90	2.94	19.00	647.98	
MERDİVEN	2	5.22	2.94	19.00	583.18	
MİNHA SALON KAPISI	-4	1.27	2.10	19.00	-202.69	
MİNHA MERDİVEN KAPISI	-2	1.20	2.10	19.00	-95.76	
1 BLOKTA TOPLAM İÇ DUVAR (NORMAL):					2,294.36	m2
İÇ DUVARLAR (BİR YANI ISLAK HACİM):						
ZEMİN KAT E.Y.O	3	6.00	3.64	1.00	65.52	
ZEMİN KAT MUTFAK	3	1.56	3.64	1.00	17.04	
ZEMİN KAT SALON-WC	3	5.55	3.64	1.00	60.61	
MİNHA BANYO KAPISI	-3	0.80	2.10	1.00	-5.04	
MİNHA W-C KAPISI	-3	0.80	2.10	1.00	-5.04	
TİP KATLAR						
ZEMİN KAT E.Y.O	4	6.00	2.94	19.00	1,340.64	

EK-3. (Devam) Metraj formu

PROJE :					TARİH :	
İŞİN CİNSİ : İNŞAAT İMALATLARI					HAKEDİŞ NO :	
POZ NO :					SAYFA NO :	
AÇIKLAMA	ADET	ÖLÇÜLER (MT)			AZI	ÇOĞU
		BOY	EN	YÜKS		
ZEMİN KAT MUTFAK	4	1.56	2.94	19.00	348.57	
ZEMİN KAT SALON-WC	4	5.55	2.94	19.00	1,240.09	
MİNHA BANYO KAPISI	-4	0.80	2.10	19.00	-127.68	
MİNHA W-C KAPISI	-4	0.80	2.10	19.00	-127.68	
1 BLOKTA TOPLAM İÇ DUVAR (BİR YANI ISLAK HACİM):					2,807.02	m2
İÇ SES İZOLASYON DUVARLARI :						
ZEMİN KAT SALON-GİRİŞ-ASANSÖR	3	11.35	3.64	1.00	123.94	
TİP KATLAR						
ZEMİN KAT SALON-GİRİŞ-ASANSÖR	4	11.35	2.94	19.00	2,536.04	
1 BLOKTA TOPLAM İÇ SES İZOLASYON DUVARLARI:					2,659.99	m2
ZEMİN KAPLAMALARI						
ŞAP 5 CM						
E.Y.O.	4	3.25	3.85	20.00	1,001.00	
E.Y.O. GÖMME DOLAP	4	1.97	0.60	20.00	94.56	
E.Y.O. KAPI	4	0.92	0.25	20.00	18.40	
Ç.Y.O	4	4.05	3.78	20.00	1,224.72	
Ç.Y.O KAPI	4	0.92	0.25	20.00	18.40	
Ç.Y.O MİNHA ŞAFT	-4	0.86	0.60	20.00	-41.28	
MUTFAK-KORİDOR	4	4.10	2.75	20.00	902.00	
MUTFAK-KORİDOR BALKON KAPISI	4	1.50	0.20	20.00	24.00	
MUTFAK-KORİDOR KİRİŞ ALTI	4	3.10	0.25	20.00	62.00	
MUTFAK-KORİDOR MİNHA BÖLÜCÜ DUVAR	-4	1.58	0.10	20.00	-12.64	
BANYO	8	1.91	1.31	20.00	400.34	
BANYO	8	1.33	0.94	20.00	200.03	
BANYO-WC KAPISI	16	0.81	0.10	20.00	25.92	
W-C	8	1.51	1.49	20.00	359.98	

EK-3. (Devam) Metraj formu

PROJE :					TARİH :	
İŞİN CİNSİ : İNŞAAT İMALATLARI					HAKEDİŞ NO :	
POZ NO :					SAYFA NO :	
AÇIKLAMA	ADET	ÖLÇÜLER (MT)			AZI	ÇOĞU
		BOY	EN	YÜKS		
W-C	8	1.02	0.65	20.00	106.08	
BALKON	8	2.87	1.32	20.00	606.14	
SALON	4	4.05	7.52	20.00	2,436.48	
ANTRE	4	2.80	1.26	20.00	282.24	
ANTRE VESTİYER	4	1.05	0.50	20.00	42.00	
1 BLOKTA TOPLAM ŞAP MİKTARI:					7,750.38	m2
SERAMİK YER KAPLAMASI						
MUTFAK-KORİDOR	4	4.10	2.75	20.00	902.00	
MUTFAK-KORİDOR BALKON KAPISI	4	1.50	0.20	20.00	24.00	
MUTFAK-KORİDOR KİRİŞ ALTI	4	3.10	0.25	20.00	62.00	
MUTFAK-KORİDOR MİNHA BÖLÜCÜ DUVAR	-4	1.58	0.10	20.00	-12.64	
BANYO	4	1.91	1.31	20.00	200.17	
BANYO	4	1.33	0.94	20.00	100.02	
BANYO-WC KAPISI	8	0.81	0.10	20.00	12.96	
W-C	4	1.51	1.49	20.00	179.99	
W-C	4	1.02	0.65	20.00	53.04	
BALKON	4	2.87	1.32	20.00	303.07	
SALON	4	4.05	7.52	20.00	2,436.48	
ANTRE	4	2.80	1.26	20.00	282.24	
ANTRE VESTİYER	4	1.05	0.50	20.00	42.00	
1 BLOKTA TOPLAM YER SERAMİĞİ MİKTARI:					4,585.33	m2
HALI KAPLAMA						
E.Y.O.	4	3.25	3.85	20.00	1,001.00	
E.Y.O. GÖMME DOLAP	4	1.97	0.60	20.00	94.56	
Ç.Y.O	4	4.05	3.78	20.00	1,224.72	
Ç.Y.O MİNHA ŞAFT	-4	0.86	0.60	20.00	-41.28	
1 BLOKTA TOPLAM HALI KAPLAMA MİKTARI:					2,279.00	m2

EK-3. (Devam) Metraj formu

PROJE :					TARİH :	
İŞİN CİNSİ : İNŞAAT İMALATLARI					HAKEDİŞ NO :	
POZ NO :					SAYFA NO :	
AÇIKLAMA	ADET	ÖLÇÜLER (MT)			AZI	ÇOĞU
		BOY	EN	YÜKS		
YER MERMERİ						
TİP KATLAR						
KAT HOLÜ	1	10.27	2.75	20.00	564.85	
KAT HOLÜ MİNHA ŞAFT	-1	1.00	1.68	20.00	-33.60	
MERDİVEN SAHANLIĞI	1	1.21	2.75	21.00	69.88	
1 BLOKTA TOPLAM YER MERMERİ MİKTARI:					601.13	m2
GRANİT YER KAPLAMASI						
ZEMİN KAT						
GİRİŞ TERASI	1	7.00	2.91	1.00	20.37	
GİRİŞ HOLÜ-RÜZGARLIK-RESEPSİYON	1	6.56	2.70	1.00	17.71	
GİRİŞ HOLÜ-RÜZGARLIK-RES. KİRİŞ ALTI	1	2.65	0.30	1.00	0.80	
LOBİ	1	7.52	4.00	1.00	30.08	
LOBİ	1	2.85	2.80	1.00	7.98	
KAT HOLÜ	1	10.27	2.75	1.00	28.24	
KAT HOLÜ MİNHA ŞAFT	-1	1.00	1.68	1.00	-1.68	
1 BLOKTA TOPLAM YER GRANİTİ MİKTARI:					103.50	m2
DUVAR KAPLAMALARI						
DUVAR KAĞIDI						
E.Y.O.	4	15.38	2.90	20.00	3,568.16	
E.Y.O. KAPI MİNHA	-4	0.92	2.10	20.00	-154.56	
Ç.Y.O	4	16.86	2.90	20.00	3,911.52	
Ç.Y.O KAPI MİNHA	-4	0.92	2.10	20.00	-154.56	
SALON-MUTFAK-ANTRE-KORİDOR	4	38.16	2.90	20.00	8,853.12	
SALON MİNHA PENCERE	-4	4.10	1.50	20.00	-492.00	
SALON MİNHA KAPI	-4	1.26	2.10	20.00	-211.68	
SALON MİNHA KAPI	-8	0.80	2.10	20.00	-268.80	

EK-3. (Devam) Metraj formu

PROJE :					TARİH :	
İŞİN CİNSİ : İNŞAAT İMALATLARI					HAKEDİŞ NO :	
POZ NO :					SAYFA NO :	
AÇIKLAMA	ADET	ÖLÇÜLER (MT)			AZI	ÇOĞU
		BOY	EN	YÜKS		
SALON MİNHA KAPI	-8	0.90	2.10	20.00	-302.40	
MUTFAK MİNHA PENCERE	-4	1.50	2.10	20.00	-252.00	
1 BLOKTA TOPLAM DUVAR KAĞIDI MİKTARI:					14,496.80	m2
FAYANS						
BANYO	1	8.30	2.40	79.00	1,573.68	
BANYO KAPI MİNHA	-1	0.82	2.10	79.00	-136.04	
W.C	1	7.30	2.40	79.00	1,384.08	
W.C KAPI MİNHA	-1	0.82	2.10	79.00	-136.04	
MUTFAK	1	4.20	0.60	79.00	199.08	
1 BLOKTA TOPLAM FAYANS MİKTARI:					2,884.76	m2
MDF						
ZEMİN KAT						
GİRİŞ-RÜZGARLIK-LOBİ	1	51.50	1.20	1.00	61.80	
1 BLOKTA TOPLAM MDF DUVAR MİKTARI:					61.80	m2
GRANİT DUVAR KAPLAMASI						
ZEMİN KAT						
GİRİŞ TERASI	1	24.45	1.00	1.00	24.45	
ASANSÖR KAPI KENARLARI	2	6.75	1.00	1.00	13.50	
1 BLOKTA TOPLAM GRANİT DUVAR MİKTARI:					37.95	m2
MERMER DUVAR KAPLAMASI						
TİP KAT						
ASANSÖR KAPI KENARLARI	2	5.25	1.00	19.00	199.50	
1 BLOKTA MERMER DUVAR KAPLAMA MİKTARI:					199.50	m2
AKRİLİK DIŞ CEPHE MACUNU						

EK-3. (Devam) Metraj formu

PROJE :					TARİH :	
İŞİN CİNSİ : İNŞAAT İMALATLARI					HAKEDİŞ NO :	
POZ NO :					SAYFA NO :	
AÇIKLAMA	ADET	ÖLÇÜLER (MT)			AZI	ÇOĞU
		BOY	EN	YÜKS		
BRÜT TÜNEL YÜZEYLERİ	1	20.00	1.00	62.70	1,254.00	
BRÜT BALKON PARAPET YÜZEYLERİ	79	4.25	2.00	1.40	940.10	
BRÜT BALKON DUVARI	79	1.40	2.90	1.00	320.74	
ÇATI PARAPETİ	1	96.00	2.00	1.10	211.20	
1 BLOKTA AKRİLİK DIŞ CEPHE MACUNU:					2,726.04	m2

TAVAN KAPLAMALARI

BRÜT MACUN						
GİRİŞ TERASI	1	17.60	1.00	1.00	17.60	
BALKON	1	3.60	1.00	79.00	284.40	
1 BLOKTA BRÜT MACUN YAPILMASI					302.00	m2
ALÇI SIVA-YOKLAMA						
ZEMİN KAT						
GÖREVLİ Y.O	1	10.25	1.00	1.00	10.25	
YÖNETİM ODASI	1	15.20	1.00	1.00	15.20	
TİP KATLAR						
E.Y.O	79	14.67	1.00	1.00	1,158.93	
Ç.Y.O	79	14.50	1.00	1.00	1,145.50	
SALON ANTRE	79	36.00	1.00	1.00	2,844.00	
MERDİVEN	22	15.85	1.00	1.00	348.70	
1 BLOKTA ALÇI SIVA:					5,522.58	m2
ISLAK HACİM ASMA TAVAN						
ZEMİN KAT						
BANYO	3	3.78	1.00	1.00	11.34	
W.C	3	2.92	1.00	1.00	8.76	
TİP KATLAR						
BANYO	4	3.78	1.00	19.00	287.28	
W.C	4	2.92	1.00	19.00	221.92	
1 BLOKTA ISLAK HACİM ASMA TAVAN					529.30	m2

EK-3. (Devam) Metraj formu

I TİPİ BLOK (2+1 DAİRE) 2B+Z+ 19 TK 79 UNIT						
İNŞAAT İŞLERİ KEŞİF TABLOSU						
Sıra No	Poz No	İmalatın Adı / Cinsi	Birim	Keşif Miktarı	Birim Fiyat	Tutar (TL)
		HAFRIYAT İŞLERİ				
	15,001	Kazı yapılması	m3	14,952.30	5.00	74,761.52
		BETON İŞLERİ				
		250 Dozlu grobeton temini ve dökülmesi	m3	84.66	62.50	5,291.00
		C20 Betonarme Betonu Temini ve Dökülmesi	m3	5,487.59	70.63	387,588.56
		KALIP İŞLERİ				
		Tünel Kalıp Yapılması	m2	27,478.63	9.75	267,916.67
		Konvanzyonel Kalıp Yapılması	m2	909.03	18.75	17,044.31
		Kat Merdiveni Yapılması	adet	42.00	625.00	26,250.00
		İNŞAAT DEMİR İŞLERİ				
		Nervürlü İnşaat Demiri Temini ve Montajı	ton	861.03	950.00	817,977.97
		PREKAST İŞLERİ				
		Balkon Parapeti	Ad.	79.00	200.00	15,800.00
		Özel Derz Yapılması	m	261.08	5.00	1,305.40
		Gizleyici Panel Eleman	Ad.	79.00	250.00	19,750.00
		DUVAR İŞLERİ				
		Dış Duvar Yapılması	m2	2,926.78	37.50	109,754.07
		İç normal bölme duvar yapılması	m3	2,294.36	24.38	55,936.51
		İç ıslak hacim bölme duvar yapılması	m2	2,807.02	25.63	71,943.91
		İç ses izolasyonlu kaplama duvar yapılması	m3	2,659.99	22.00	58,519.69
		ZEMİN KAPLAMA İŞLERİ				
	27,583	Makinalı Şap Yapılması	m2	7,750.38	6.75	52,315.04
	Özel-16	6 mm Kalınlıkta Bukle Halı Yapılması	m2	2,279.00	12.50	28,487.50

EK-3. (Devam) Metraj formu

		Ayırma Çıtası	m2	160.00	2.00	320.00
26.191/1		Zeminde Seramik Kaplama Yapılması (Ontario/Yenice 33x33)	m2	4,585.33	12.50	57,316.60
26.206/A		2cm Kalınlıkta Renkli Memer Yer Kaplaması Yapılması (Harçlı İmalat)	m2	601.13	37.50	22,542.28
		Granit Yer Kaplaması Yapılması	m2	103.50	56.25	5,821.85
DUVAR KAPLAMA İŞLERİ						
		Duvar Kağıdı Yapılması	m2	14,496.80	3.00	43,490.40
		Dış Cephe Akrilik Esaslı Macun Yapılması (Beton Yüzey Üzerine)	m2	2,726.04	3.00	8,178.12
26.194/1		Duvarda Fayans Kaplama Yapılması (Çanakkale Ürünü 25/33 Ontario)	m2	2,884.76	15.00	43,271.46
		MDF Duvar Kaplaması		61.80	25.00	1,545.00
		Granit Duvar Kaplaması		37.95	62.50	2,371.88
		Mermer Duvar Kaplaması		199.50	43.75	8,728.13
TAVAN KAPLAMA İŞLERİ						
		Normal Asma Tavan	m2	1,435.55	12.50	17,944.38
		Islak Hacim Asma Tavan	m2	529.30	18.75	9,924.38
		Dekoratif Asma Tavan	Ad.	1.00	750.00	750.00
		Alçı Siva-Yoklama Yapılması	m2	5,522.58	6.25	34,516.13
		Brüt Üzeri akrilik Boya	m2	302.00	6.25	1,887.50
KAPI EŞİKLERİ VE DENİZLİKLER						
		3 cm Kalınlıkta Basamak ve 2 cm Kalınlıkta Rıht Kaplaması	m	546.25	52.50	28,678.13
		3 cm Kalınlıkta, w=15 cm Genişlikte İç Mermer Denizlik Yapılması	m	628.00	12.50	7,850.00
		3 cm Kalınlıkta, w=15 cm Genişlikte Dış Mermer Denizlik Yapılması	m	628.00	12.50	7,850.00
26.702/A		3cm Kalınlıkta w=10-20 cm Genişlikte L=90-120cm Kapı Eşiği Yapılması	adet	348.80	6.25	2,180.00
BOYA İŞLERİ						
1	25.048/1	Tavanda Plastik Boya Yapılması	m2	5,522.58	3.00	16,567.74
		Silenebilir Plastik Boya		#REF!	6.25	
		Akrilik Balkon Boyası	mt	#REF!	6.25	
		Metal İmalata Yağlı Boya Yapılması				
3	25.034-1	Akrilik Esaslı Dış Cephe Boyası Yapılması (kalın tekstürlü)	m2	5,976.50	7.50	44,823.75

EK-3. (Devam) Metraj formu

SÜPÜRGELİK İMALATLARI						
1		Ahşap MDF Süpürgelik Yapılması	m	1,920.00	3.75	7,200.00
2		Seramik Süpürgelik Yapılması (seramikten kesilecek)	m	2,682.00	3.75	10,057.50
3		Mermer Süpürgelik Yapılması (7 cm yükseklikte,döşeme mermer rengine uygun)	m	764.00	5.00	3,820.00
		Granit Süpürgelik Yapılması 7 cm. Yükseklikte	m	14.00	7.50	105.00
YALITIM İŞLERİ						
		Teras Çatıda Isı Yalıtımı Yapılması	m2	393.84	12.50	4,923.04
		Teras Çatıda Su Yalıtımı Yapılması	m2	572.80	9.25	5,298.43
	Özel-5	Bodrum Tavanlarında İçten Isı Yalıtımı Yapılması	m2	384.70	15.00	5,770.55
	Özel-15	Banyo-Wc-Balkon Su Yalıtımı Yapılması	m2	2,326.93	3.75	8,725.98
KORKULUK VE KÜPEŞTE İŞLERİ						
		290 x 140 Ölçüsünde Balkon Prekast Parapeti Yapılması	adet	79.00	57.50	4,542.50
		Rampada Demir Boru Korkuluk Yapılması(h=20cm)	m	19.07	12.50	238.38
		Ana Merdivende Demir boru korkuluk yapılması	Ad.	20.00	137.50	2,750.00
		Yangın merdiveninde Demir Boru Korkuluk Yapılması	Ad.	23.00	137.50	3,162.50
ÇATI İŞLERİ						
		1. kat eğim betonu	m2	438.15	6.25	2,738.44
		2.kat eğim betonu	m2	438.15	6.25	2,738.44
		Çatı Kaplaması	m2	450.00	12.50	5,625.00
		PVC Yağmur haznesi yapılması	adet	8.00	12.50	100.00
		Baca şapkası yapılması	adet	14.00	187.50	2,625.00
KAPI DOĞRAMALARI						
		180 X 220*312 Ebatlarında ISI YALITIMLI Alüminyum bina giriş kapısı yapılması (karkas+doğrama+iscam+aksesuarlar dahil çalılar)	adet	2.00	2,500.00	5,000.00
		125 x 210 Ölçüsünde Daire Giriş Çelik Kapı Yapılması	adet	79.00	250.00	19,750.00
		90 x 210 Ölçüsünde Daire İç Ahşap Kapı Yapılması	adet	160.00	156.25	25,000.00
		80 x 210 Ölçüsünde Banyo-WC Kapısı Yapılması	adet	158.00	125.00	19,750.00
		140x100 Ebatlarda kazan dai. Sac kapak yapılması	adet	1.00	50.00	50.00

EK-3. (Devam) Metraj formu

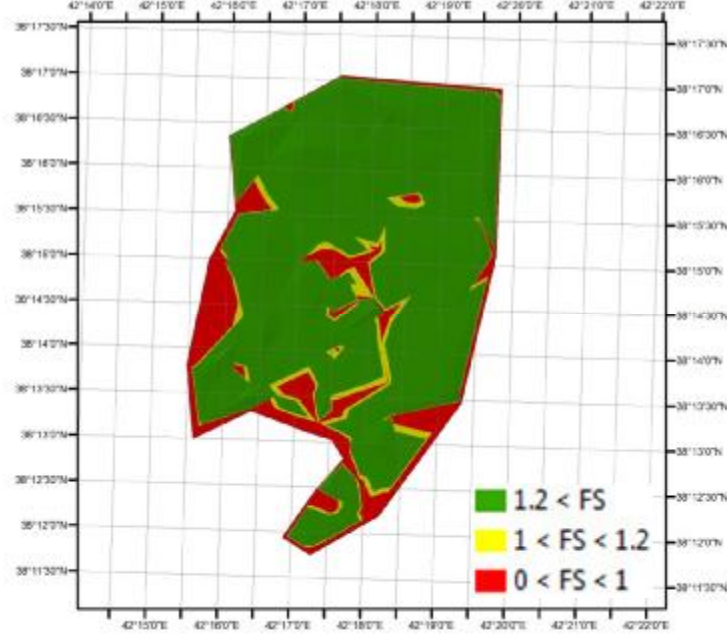
		60x140 Ebatlarda kazan dai. Temizleme kapağı yapılması	adet	1.00	37.50	37.50
		60/60 panjurlu asansör müdahale kapağı yapılması	adet	2.00	62.50	125.00
		90 x 60 Ebatlarda panjurlu demir pencere yapılması	adet	1.00	93.75	93.75
		50-60/140 Ölçüsünde Tesisat Şaft Kapağı Yapılması	adet	68.00	50.00	3,400.00
		90 x 180 Ölçüsünde Panjurlu Demir Kapı Yapılması	adet	3.00	125.00	375.00
		100 x 220 Ölçüsünde Demir Kapı Yapılması	adet	23.00	125.00	2,875.00
		90 x 180 Ölçüsünde Demir Kapı Yapılması	adet	0.00	100.00	0.00
		100 x 220 Ölçüsünde Panjurlu Demir Kapı Yapılması	adet	2.00	125.00	250.00
		90x220 Ebatlarda panjurlu kazan dai.demir kapı yapılması	adet	2.00	112.50	225.00
		140 x 220 Ölçüsünde Kazan Dairesi Demir Kapı Yapılması	adet	1.00	250.00	250.00
		100 x 220 Ölçüsünde Yangın Kapısı Yapılması	adet	42.00	250.00	10,500.00
PENCERE DOĞRAMALARI						
	23.132 + 25.136 + 23.241 +28.097	Pvc Pencere Yapılması	adet	80.00	1,875.00	150,000.00
DİĞER İŞLER						
	Özel-7	Mutfak Dolabı Yapılması C Tipi	adet	79.00	1,125.00	88,875.00
	Özel-3	Ahşap Posta Kutusu Yapılması	adet	80.00	12.50	1,000.00
	Özel-8	Metal Daire Kapı Numarası Yapılması	adet	80.00	3.00	240.00
	Özel-8	Metal Blok Numarası Yapılması	adet	1.00	12.50	12.50
BİNA ÇEVRE İŞLERİ						
	23.176+25.016	Asansör makina dairesinde gemici merdiveni yapılması (h=100 cm)	m	1.00	65.00	75.00
1 BLOK İNŞAAT MALİYETİ TUTARI (YTL)						2,775,504.34
1 BLOK ASANSÖR MALİYETİ TUTARI (YTL)						196,000.00
1 BLOK M. TESİSAT MALİYETİ TUTARI (YTL)						420,000.00
1 BLOK ELEKTRİK TESİSATI MALİYETİ TUTARI (YTL)						260,000.00
1 BLOK BODRUM KAT MALİYETİ TUTARI (YTL)						125,000.00

1 BLOK TOPLAM MALİYETİ 3,776,504.34

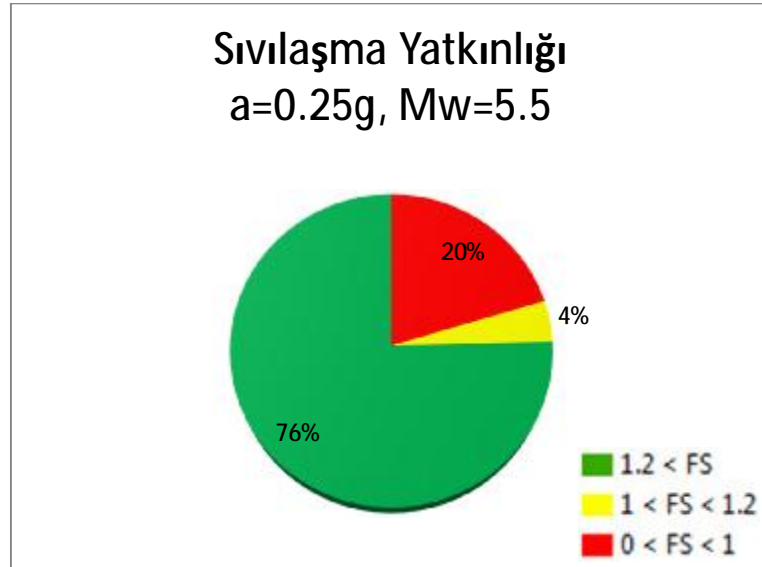
1 BLOK ALANI 10,430.21

M2 MALİYET 362.07

EK-4. Ardebil şehri sıvılaşmaya yatkınlık analizleri

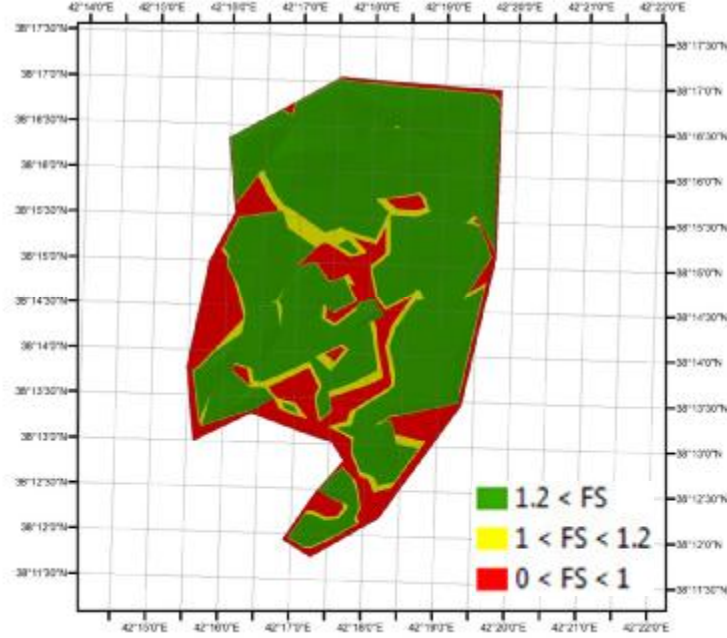
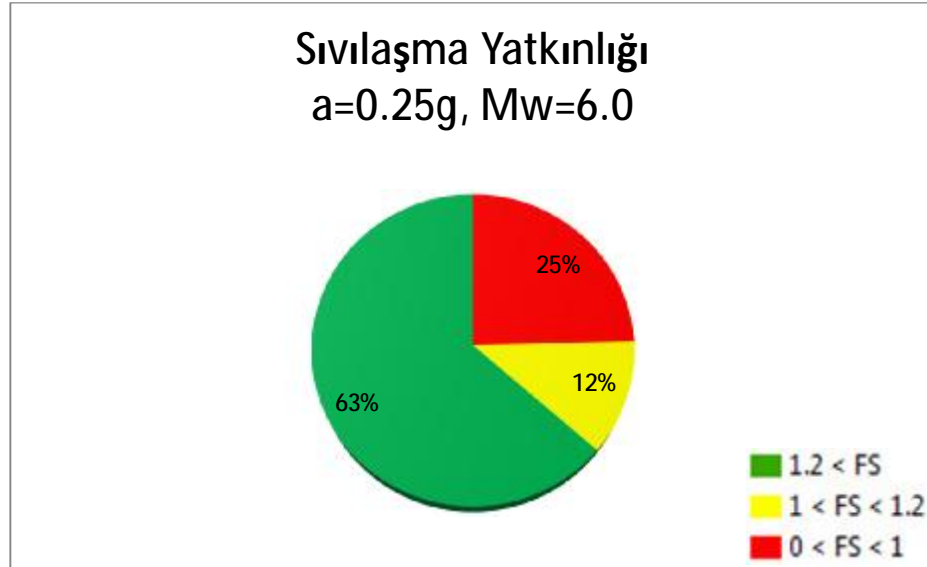


Harita 4.1. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.25g$, $M_w=5.5$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığı

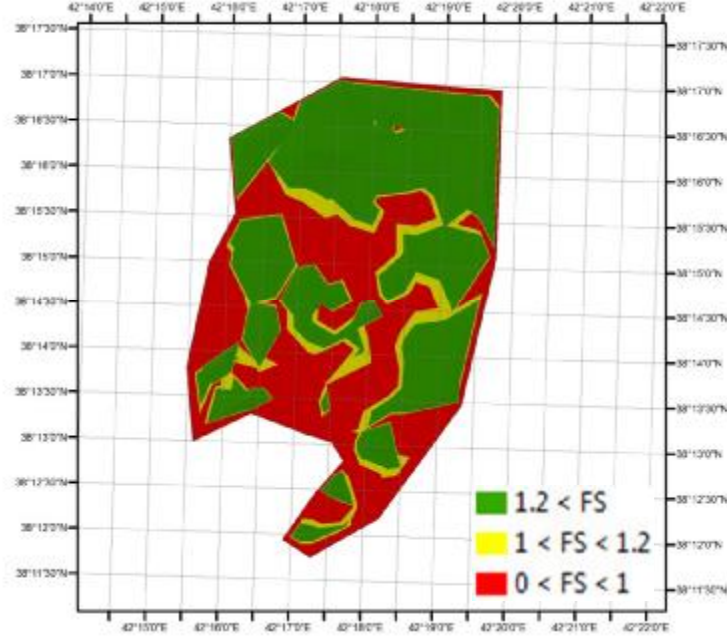
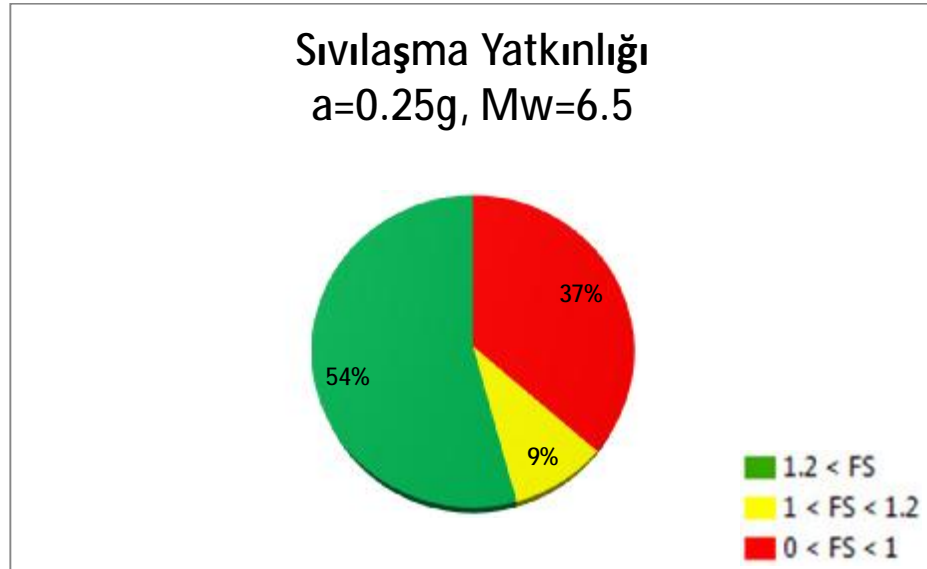


Şekil 4.1. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.25g$, $M_w=5.5$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığı dağılımı

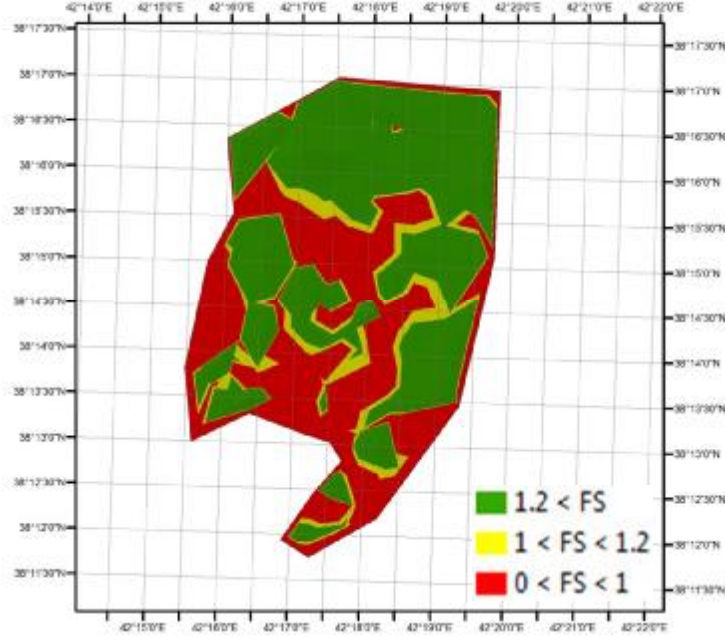
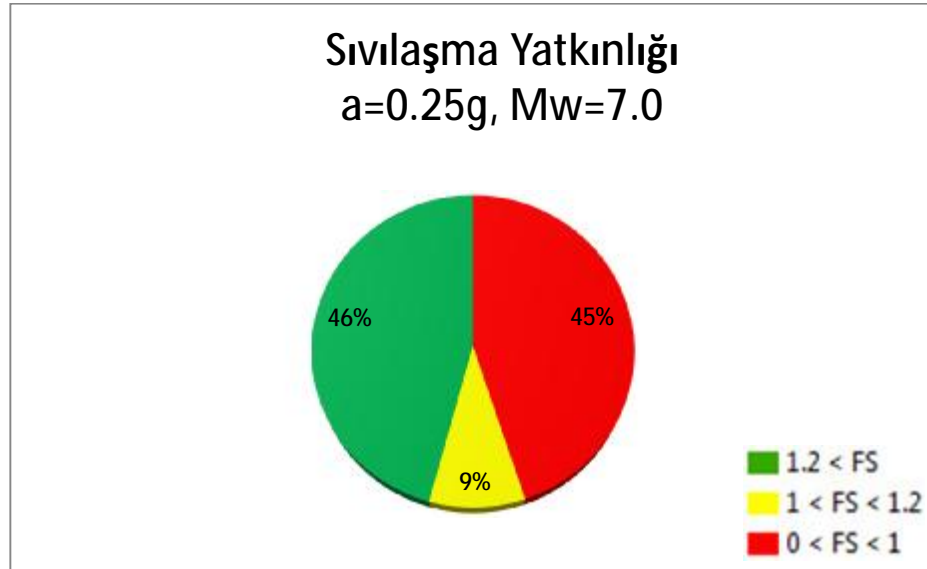
EK- 4. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşmaya yatkınlık analizleri

Harita 4.2. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.25g$, $M_w=6.0$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığıŞekil 4.2. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.25g$, $M_w=6.0$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığı dağılımı

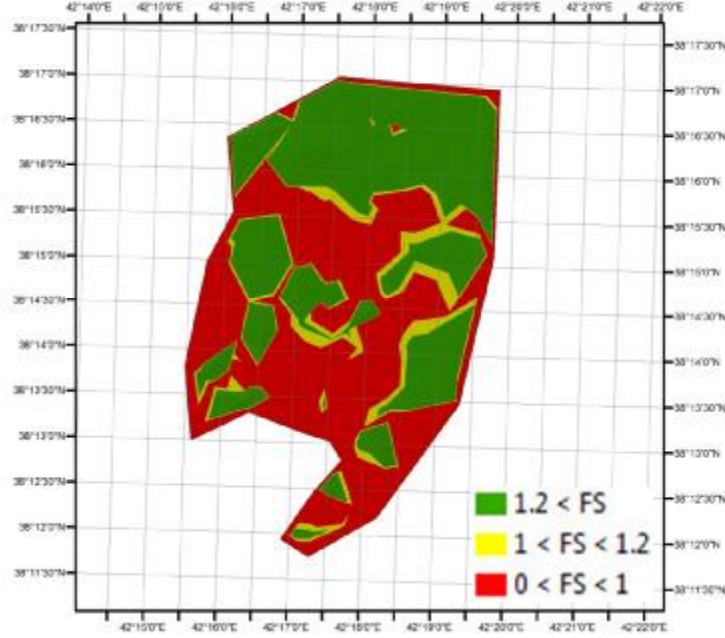
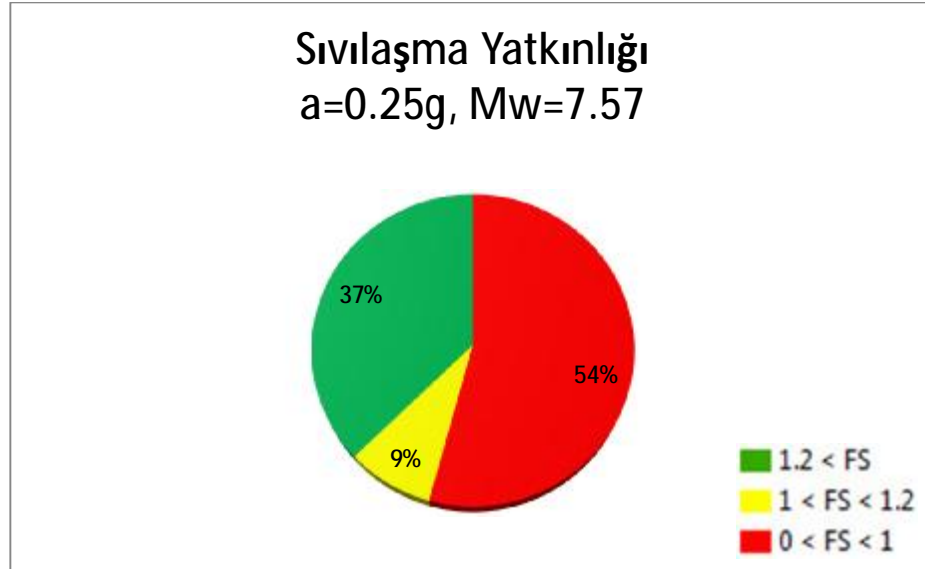
EK- 4. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşmaya yatkınlık analizleri

Harita 4.3. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.25g$, $M_w=6.5$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığıŞekil 4.3. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.25g$, $M_w=6.5$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığı dağılımı

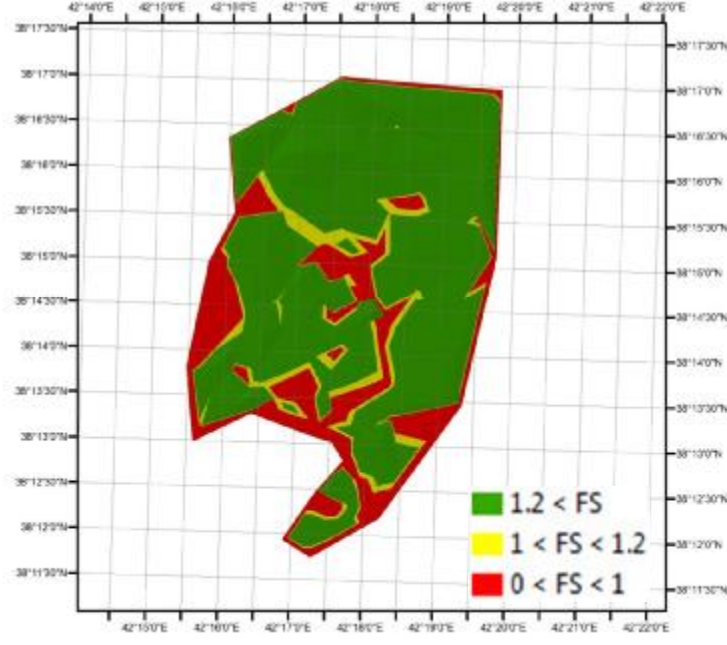
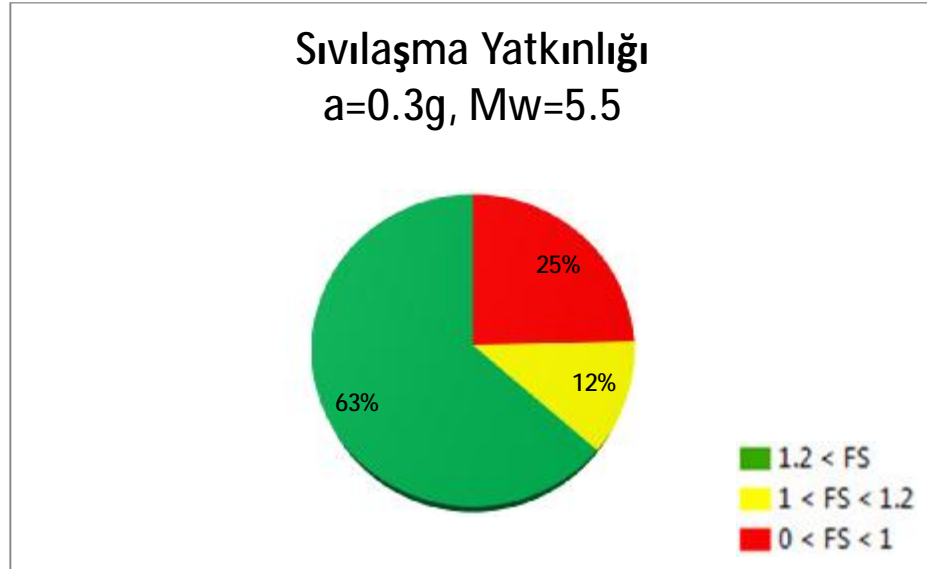
EK- 4. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşmaya yatkınlık analizleri

Harita 4.4. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.25g$, $M_w=7.0$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığıŞekil 4.4. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.25g$, $M_w=7.0$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığı dağılımı

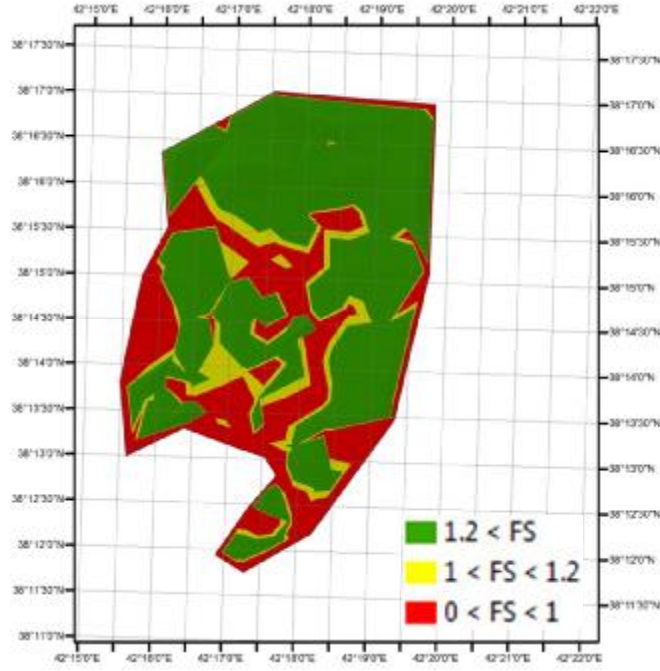
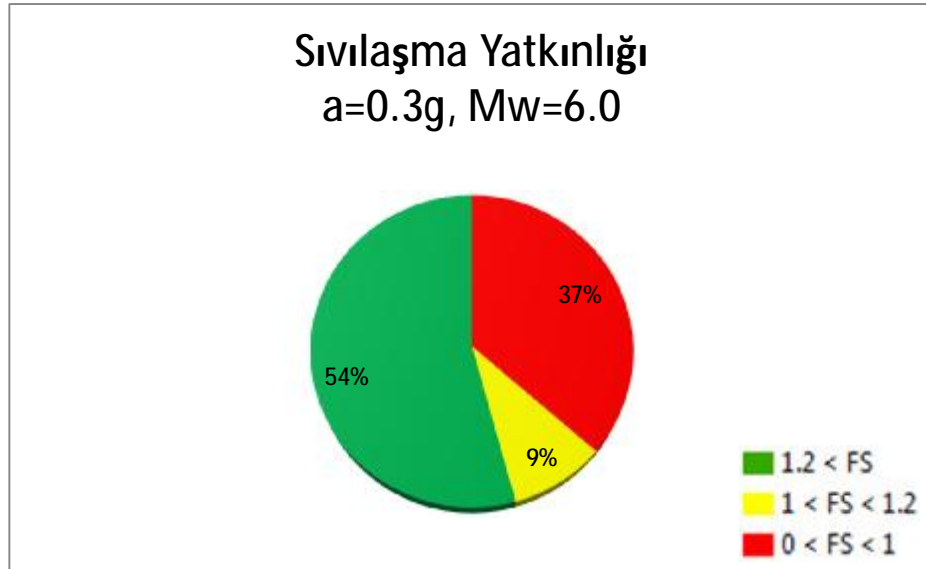
EK- 4. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşmaya yatkınlık analizleri

Harita 4.5. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.25g$, $M_w=7.57$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığıŞekil 4.5. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.25g$, $M_w=7.57$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığı dağılımı

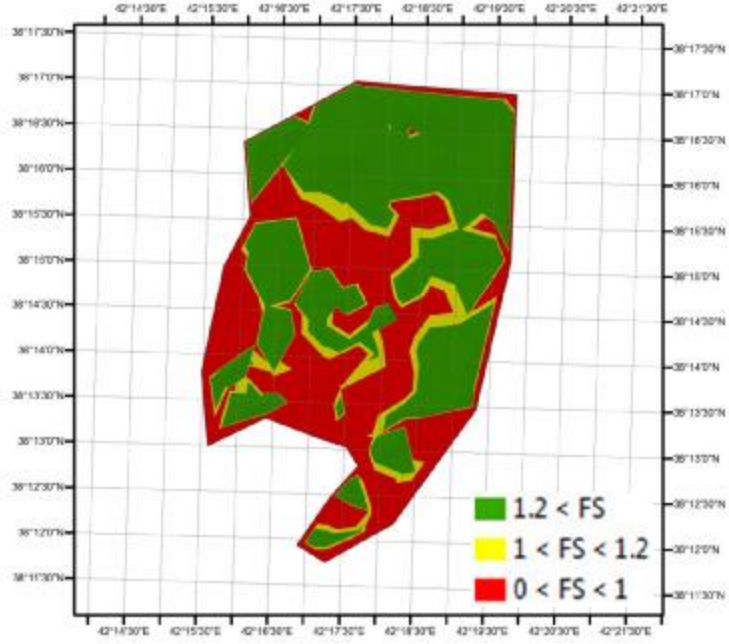
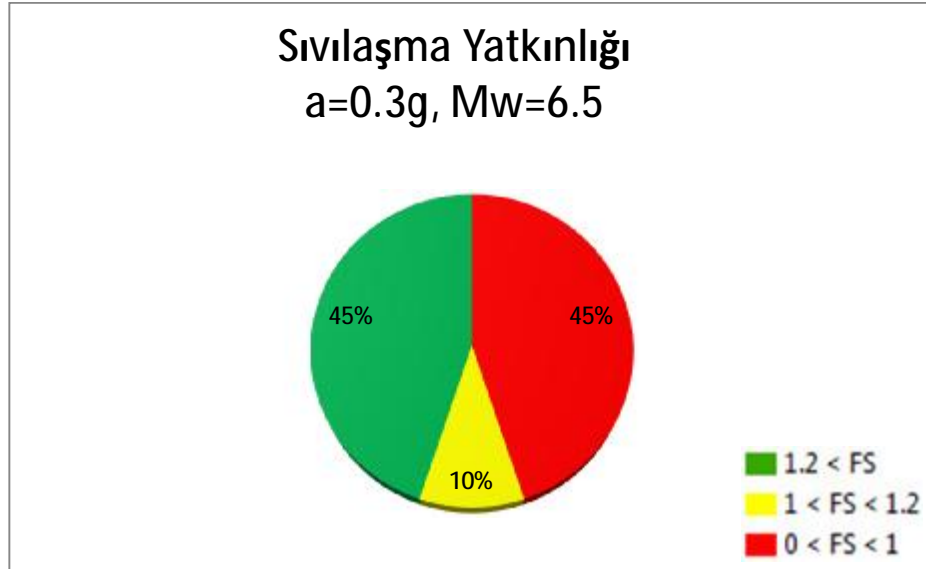
EK- 4. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşmaya yatkınlık analizleri

Harita 4.6. Ardebil şehri için $a_{max}=0.3g$, $M_w=5.5$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığıŞekil 4.6. Ardebil şehri için $a_{max}=0.3g$, $M_w=5.5$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığı dağılımı

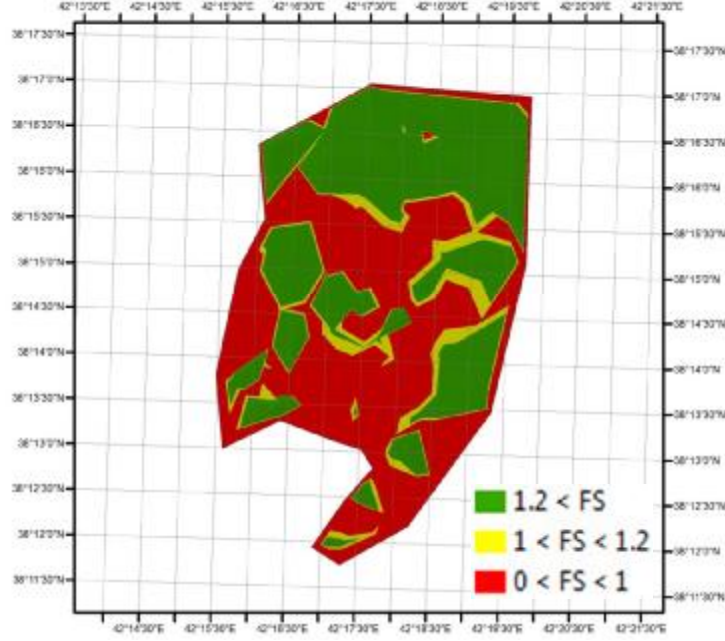
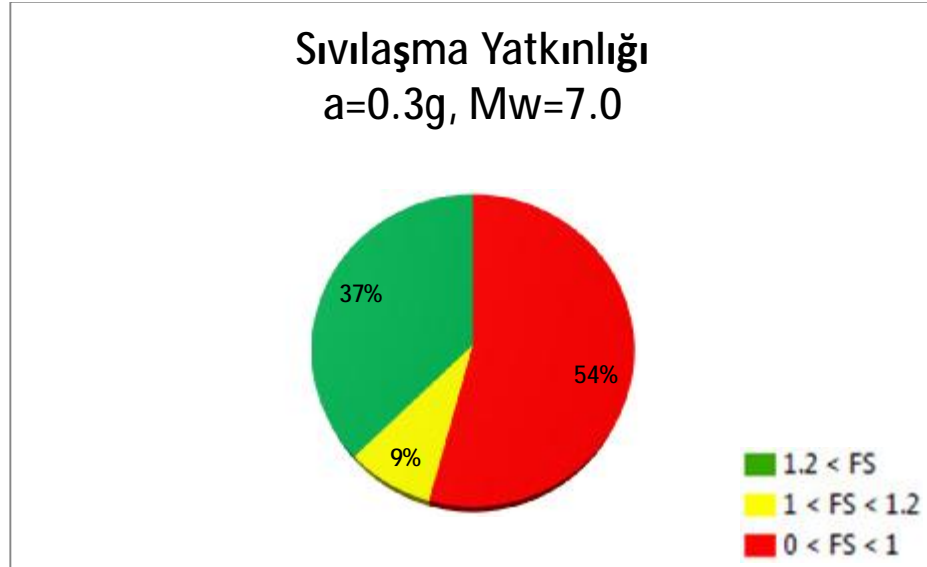
EK- 4. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşmaya yatkınlık analizleri

Harita 4.7. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.3g$, $M_w=6.0$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığıŞekil 4.7. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.3g$, $M_w=6.0$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığı dağılımı

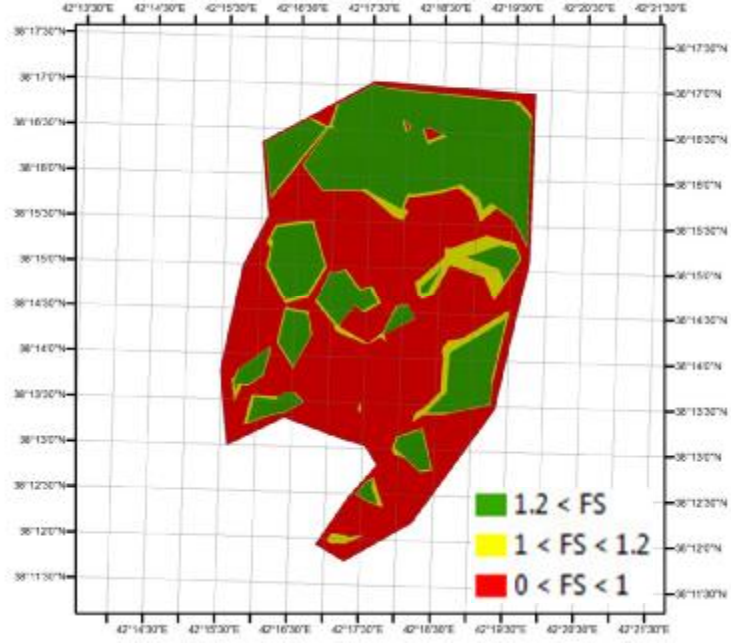
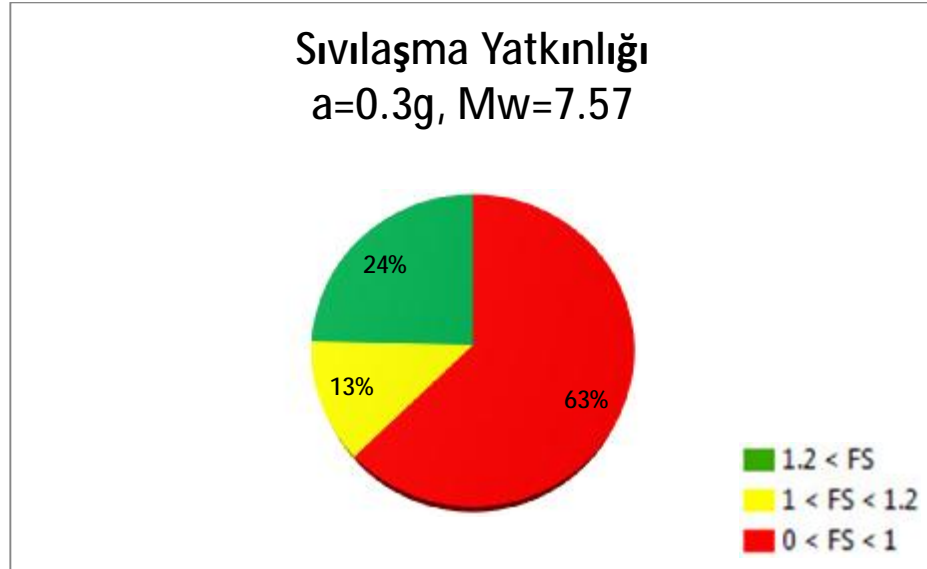
EK- 4. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşmaya yatkınlık analizleri

Harita 4.8. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.3g$, $M_w=6.5$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığıŞekil 4.8. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.3g$, $M_w=6.5$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığı dağılımı

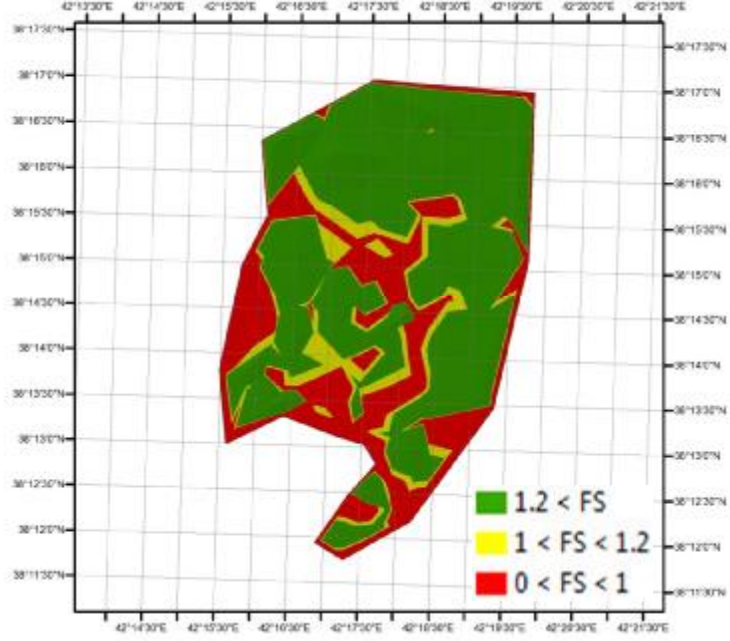
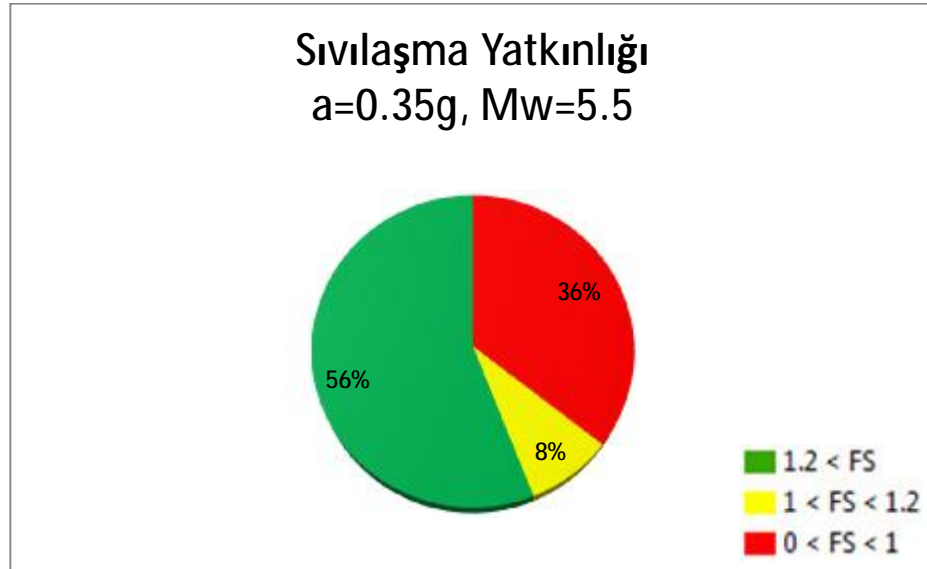
EK- 4. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşmaya yatkınlık analizleri

Harita 4.9. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.3g$, $M_w=7.0$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığıŞekil 4.9. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.3g$, $M_w=7.0$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığı dağılımı

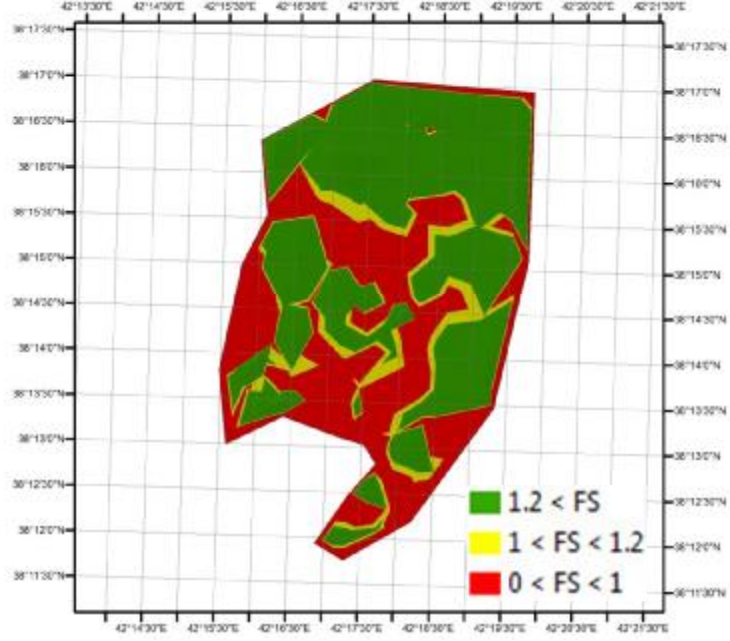
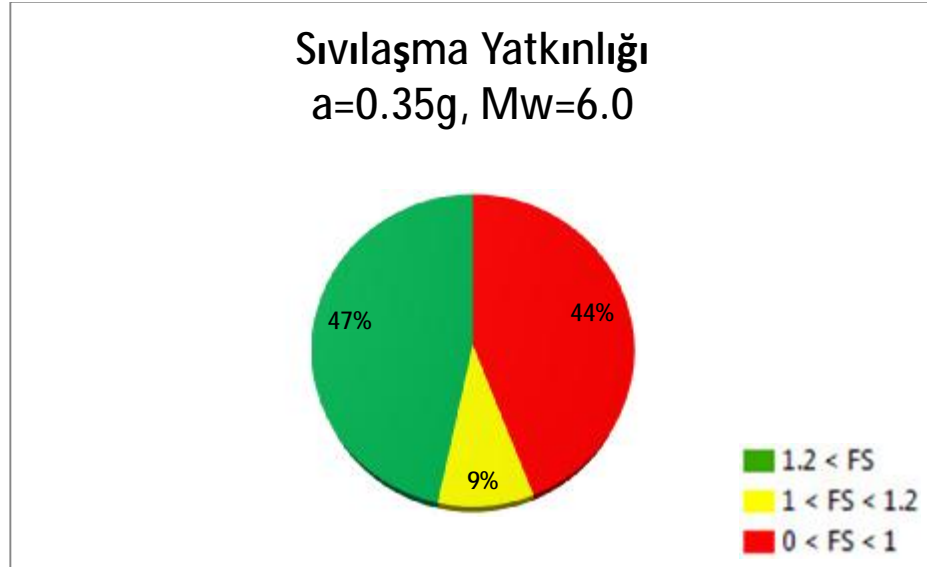
EK- 4. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşmaya yatkınlık analizleri

Harita 4.10. Ardebil şehri için $a_{max}=0.3g$, $M_w=7.57$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığıŞekil 4.10. Ardebil şehri için $a_{max}=0.3g$, $M_w=7.57$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığı dağılımı

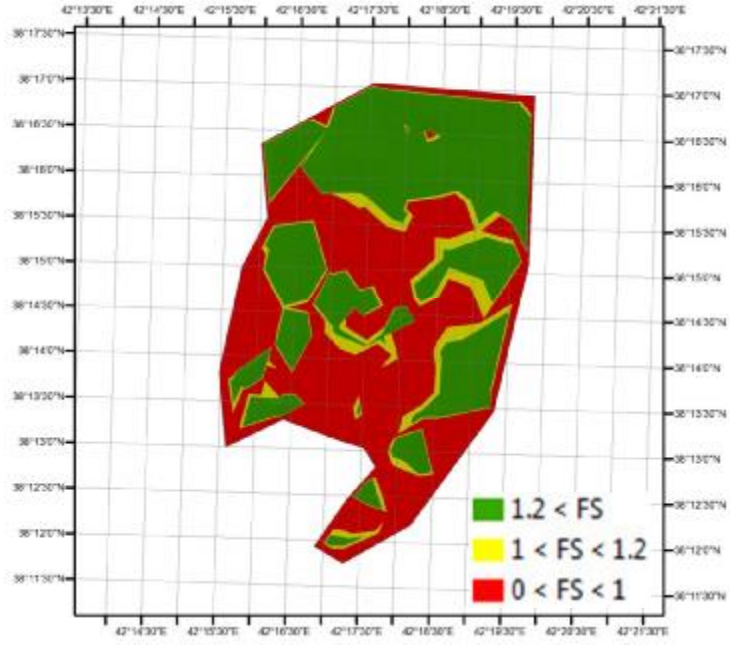
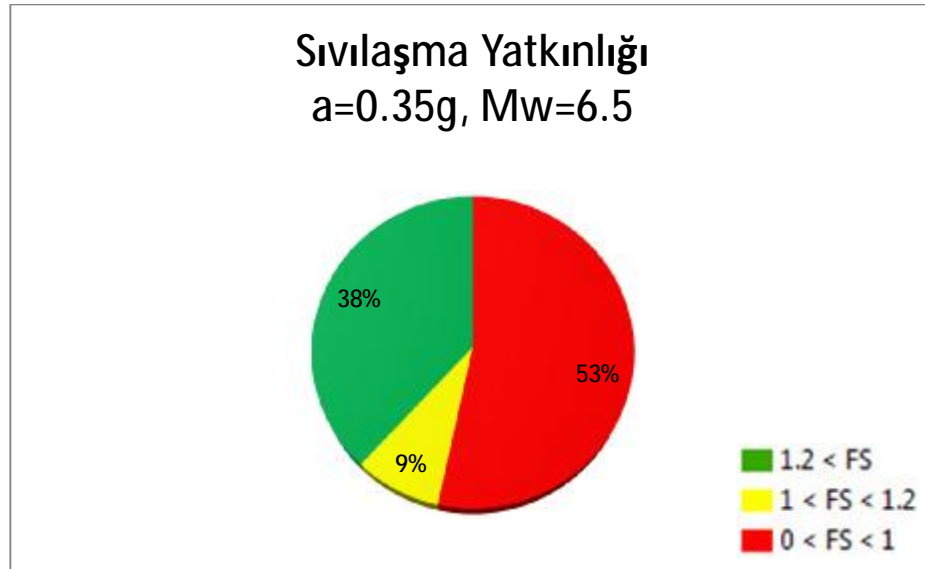
EK- 4. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşmaya yatkınlık analizleri

Harita 4.11. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.35g$, $M_w=5.5$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığıŞekil 4.11. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.35g$, $M_w=5.5$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığı dağılımı

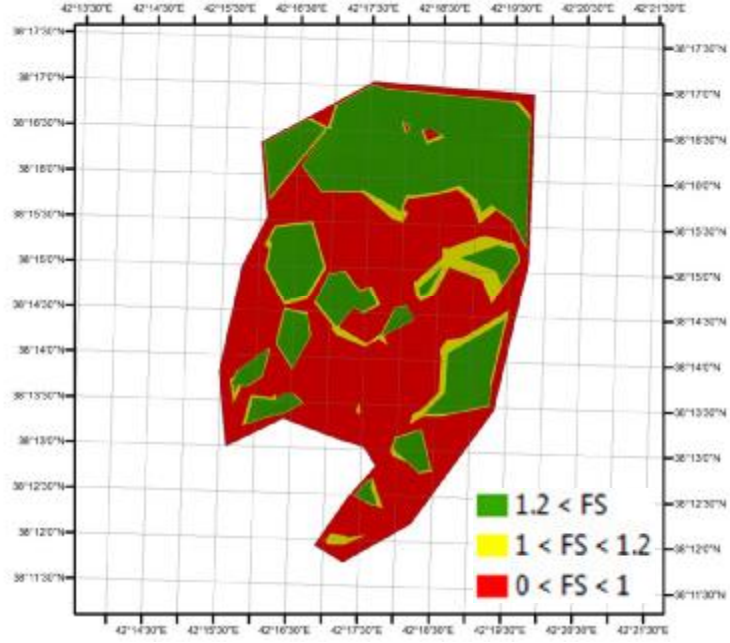
EK- 4. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşmaya yatkınlık analizleri

Harita 4.12. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.35g$, $M_w=6.0$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığıŞekil 4.12. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.35g$, $M_w=6.0$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığı dağılımı

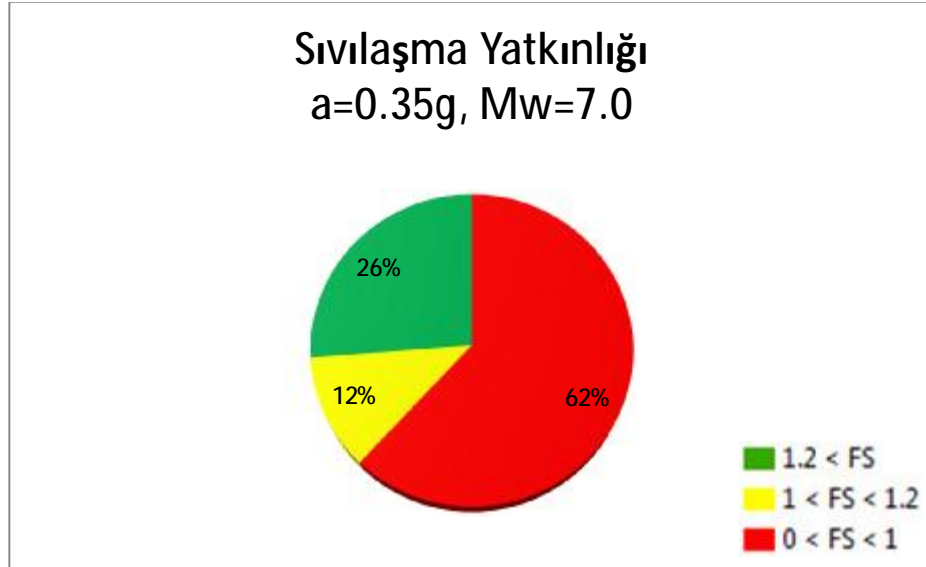
EK- 4. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşmaya yatkınlık analizleri

Harita 4.13. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.35g$, $M_w=6.5$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığıŞekil 4.13. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.35g$, $M_w=6.5$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığı dağılımı

EK- 4. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşmaya yatkınlık analizleri

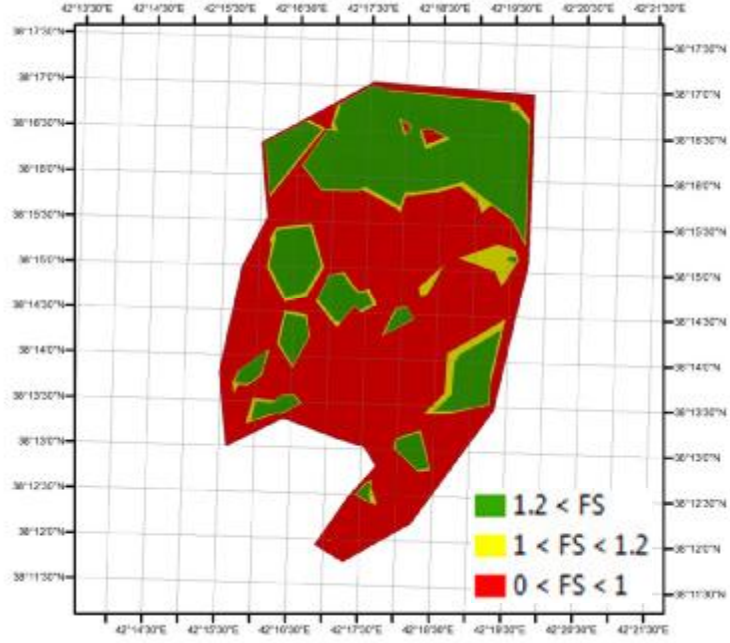
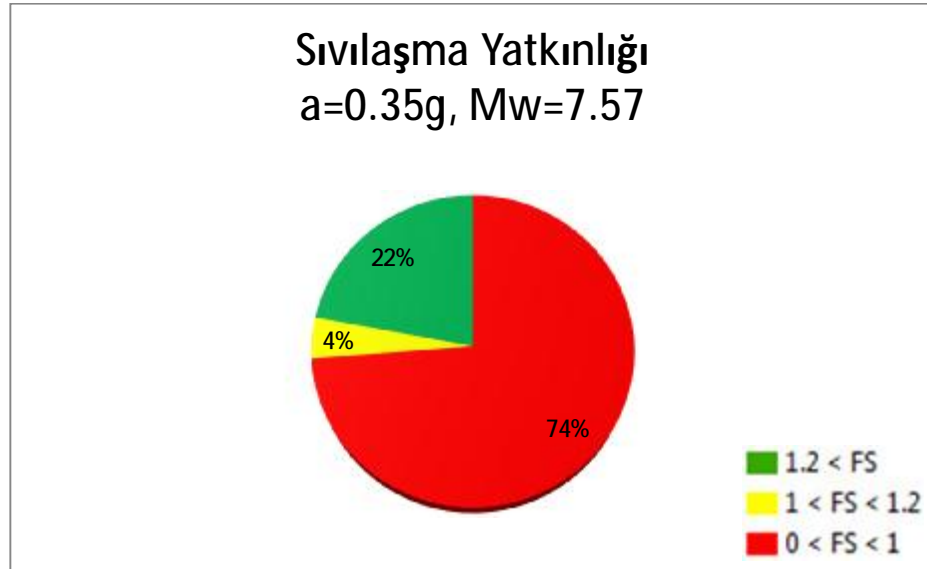


Harita 4.14. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.35g$, $M_w=7.0$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığı

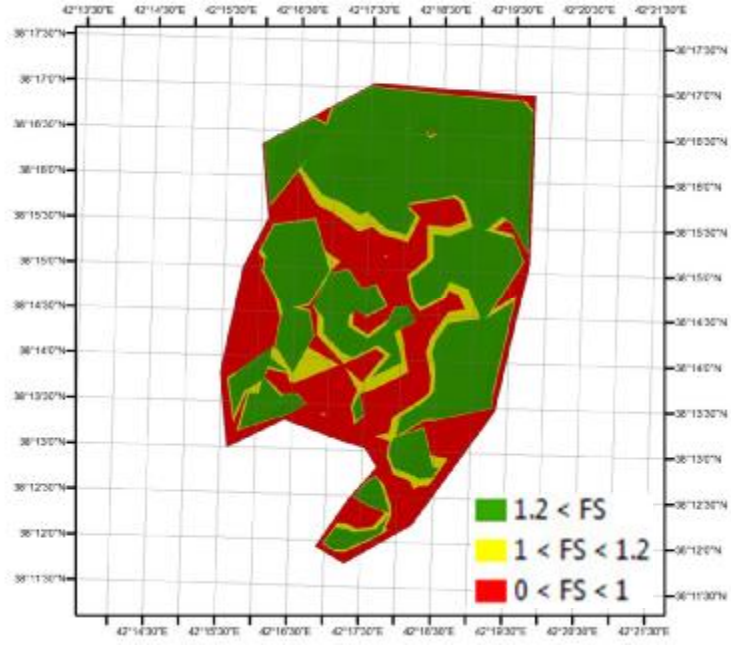
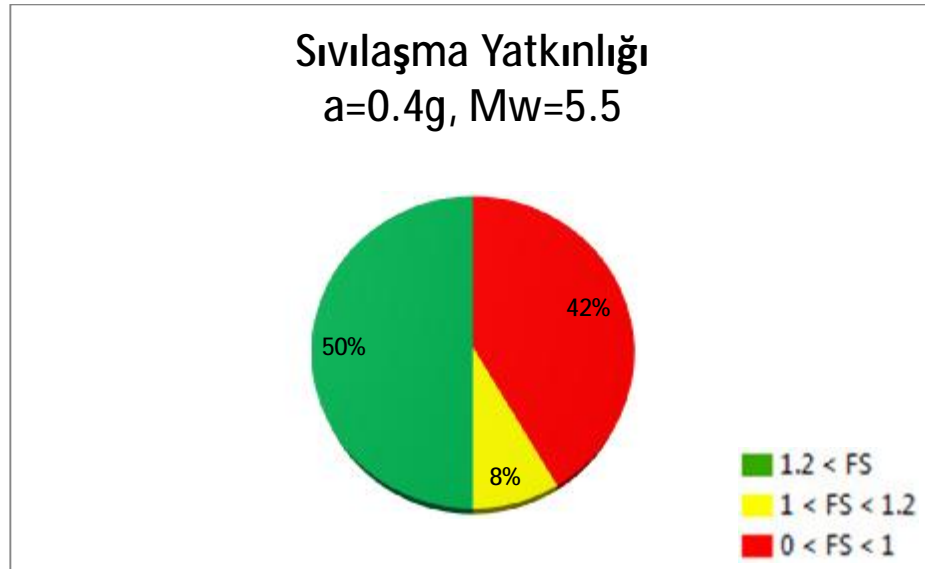


Şekil 4.14. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.35g$, $M_w=7.0$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığı dağılımı

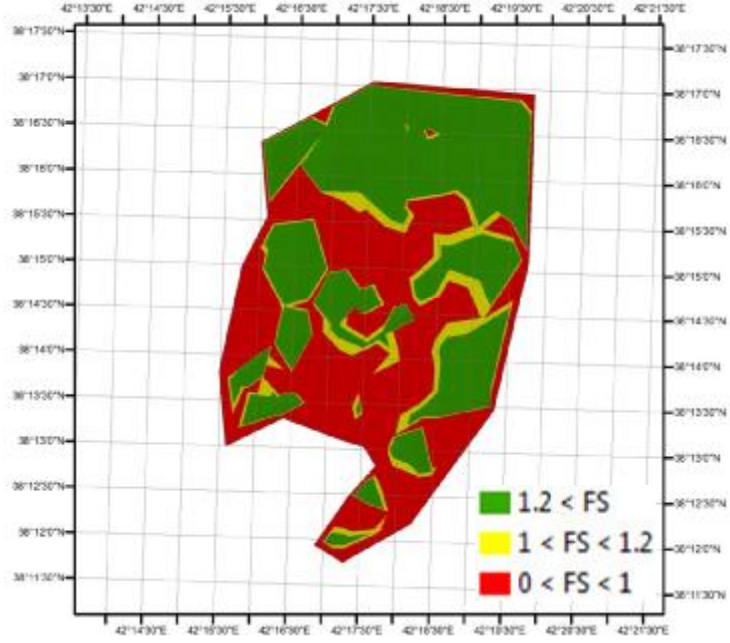
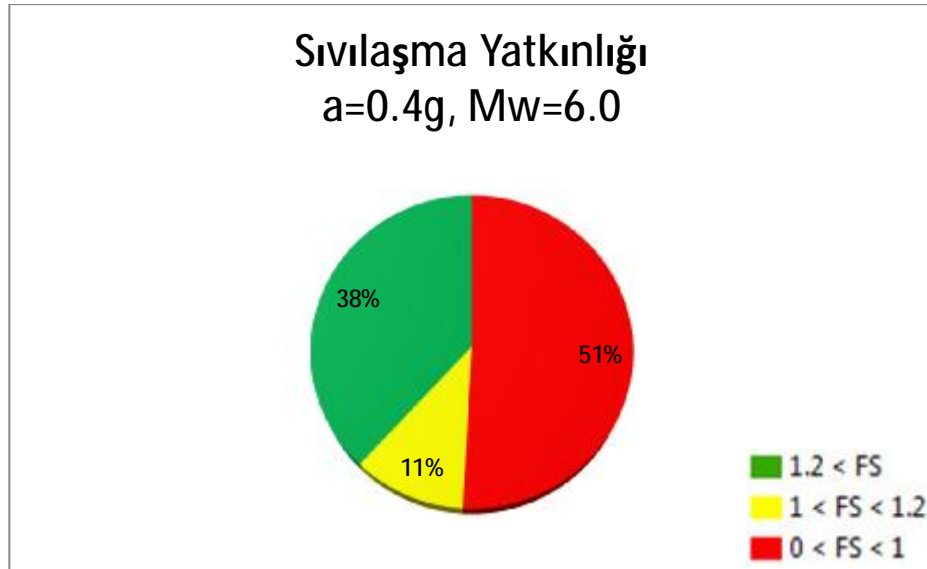
EK- 4. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşmaya yatkınlık analizleri

Harita 4.15. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.35g$, $M_w=7.57$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığıŞekil 4.15. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.35g$, $M_w=7.57$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığı dağılımı

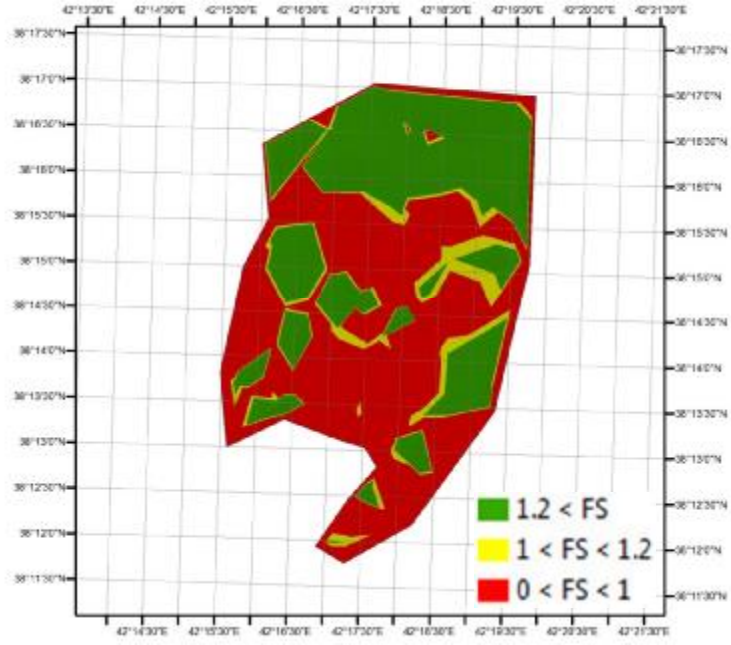
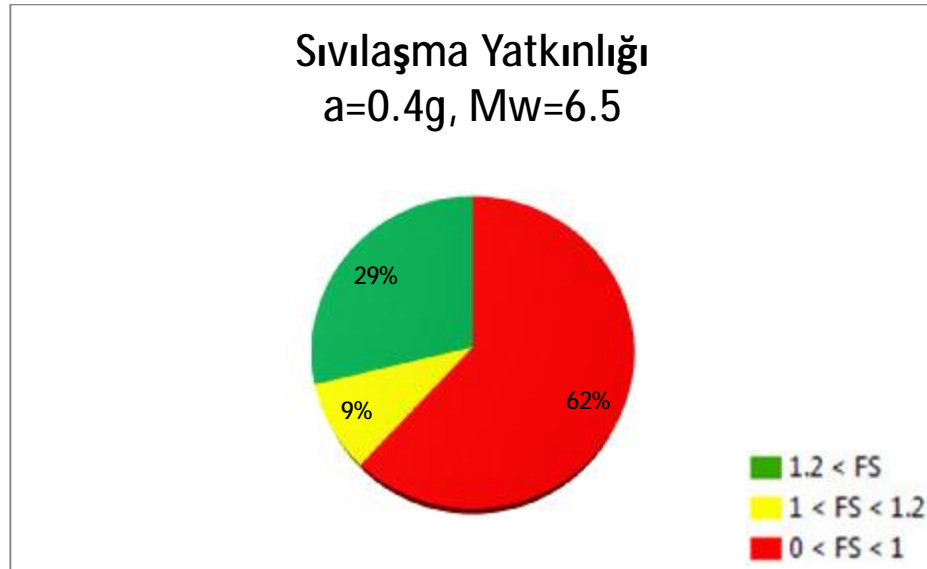
EK- 4. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşmaya yatkınlık analizleri

Harita 4.16. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.4g$, $M_w=5.5$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığıŞekil 4.16. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.4g$, $M_w=5.5$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığı dağılımı

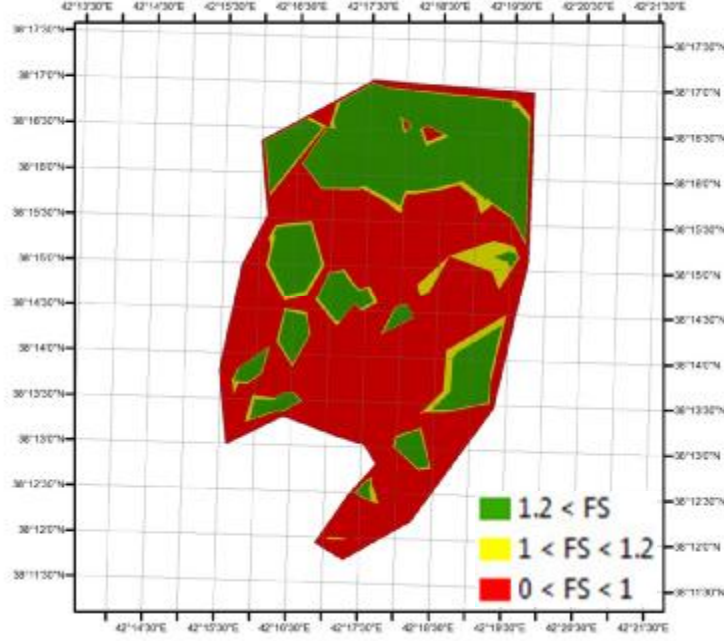
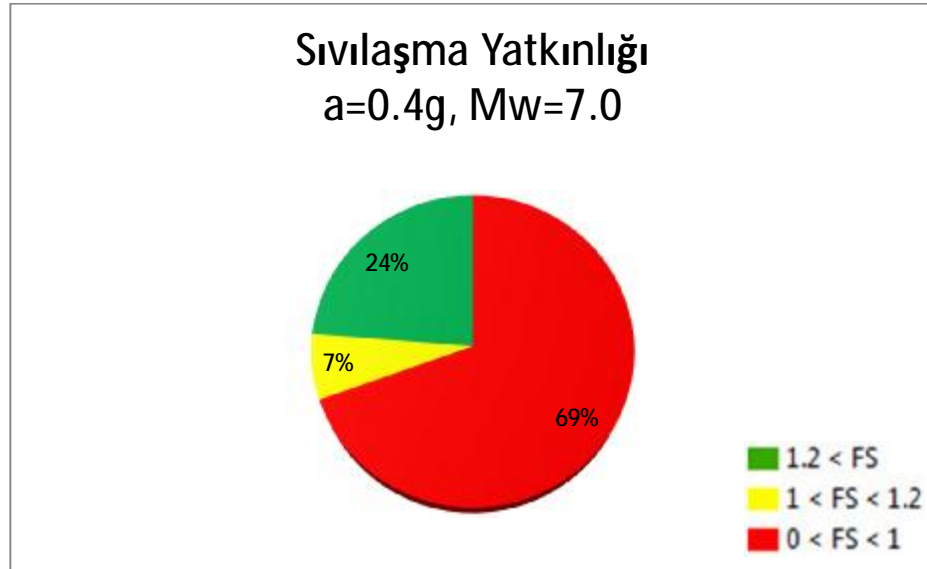
EK- 4. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşmaya yatkınlık analizleri

Harita 4.17. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.4g$, $M_w=6.0$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığıŞekil 4.17. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.4g$, $M_w=6.0$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığı dağılımı

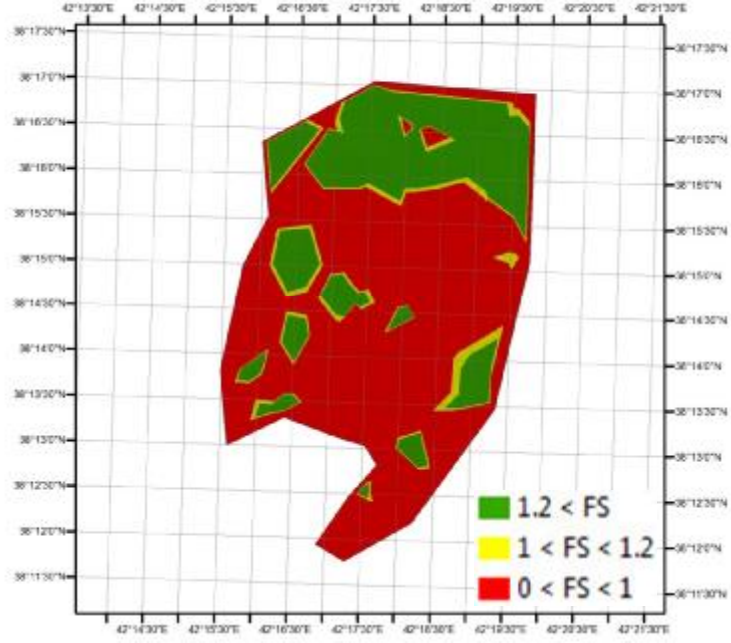
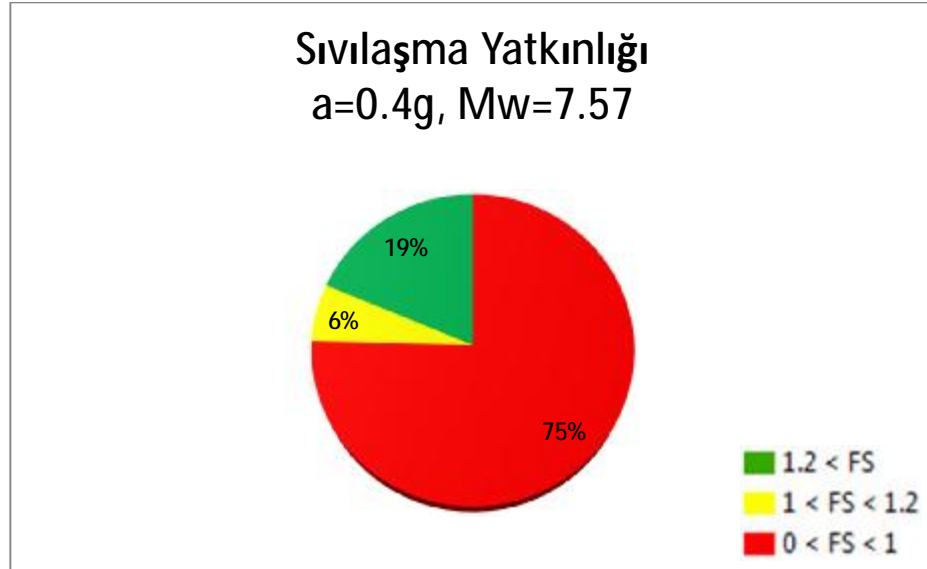
EK- 4. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşmaya yatkınlık analizleri

Harita 4.18. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.4g$, $M_w=6.5$ olduğunda sıvılaşma riskiŞekil 4.18. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.4g$, $M_w=6.5$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığı dağılımı

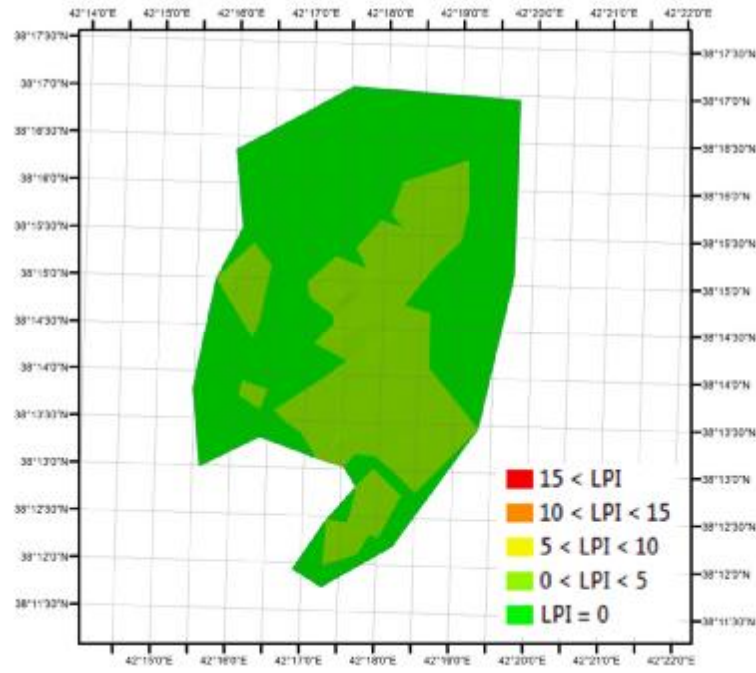
EK- 4. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşmaya yatkınlık analizleri

Harita 4.19. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.4g$, $M_w=7.0$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığıŞekil 4.19. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.4g$, $M_w=7.0$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığı dağılımı

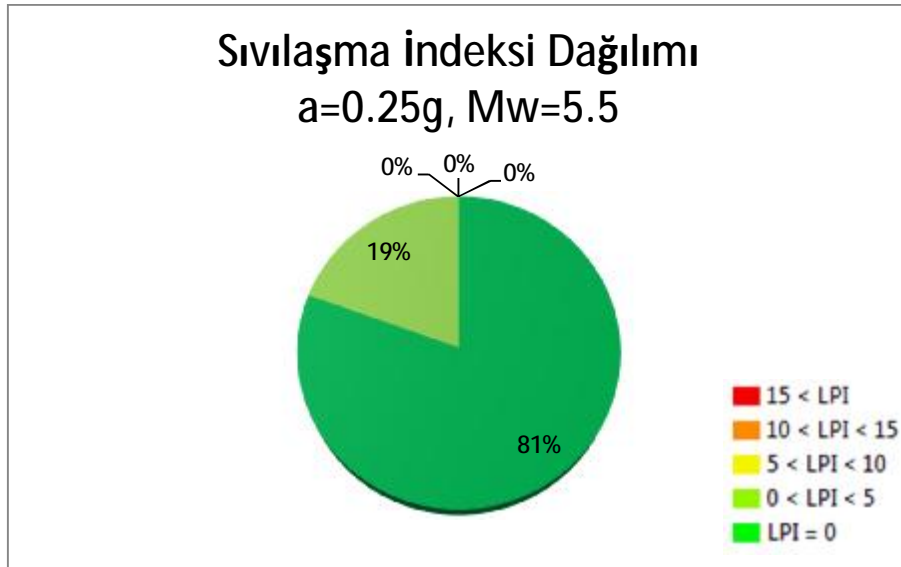
EK- 4. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşmaya yatkınlık analizleri

Harita 4.20. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=7.57$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığıŞekil 4.20. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=7.57$ olduğunda sıvılaşma yatkınlığı dağılımı

EK-5. Ardebil şehri sıvılaşma potansiyel indeksi analizleri

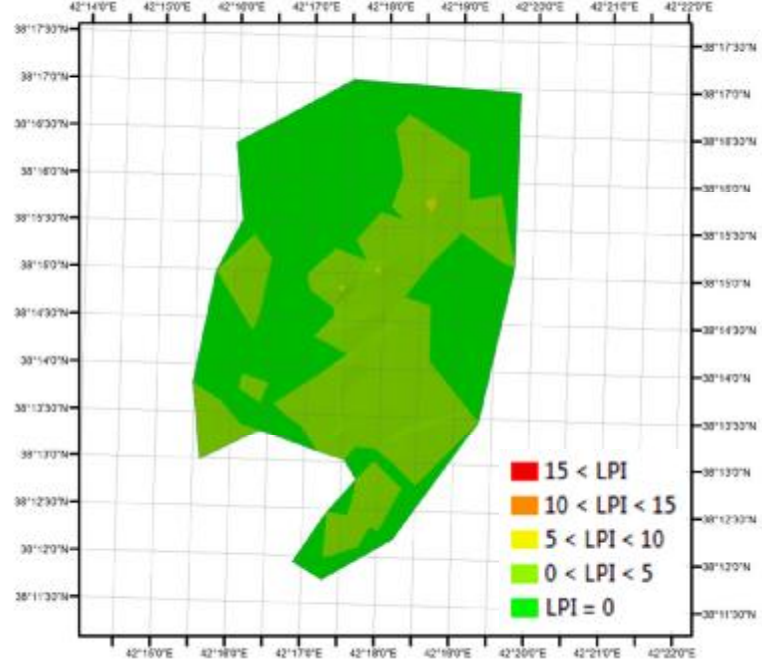


Harita 5.1. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.25g$, $M_w=5.5$ olduğunda sıvılaşma indeksi

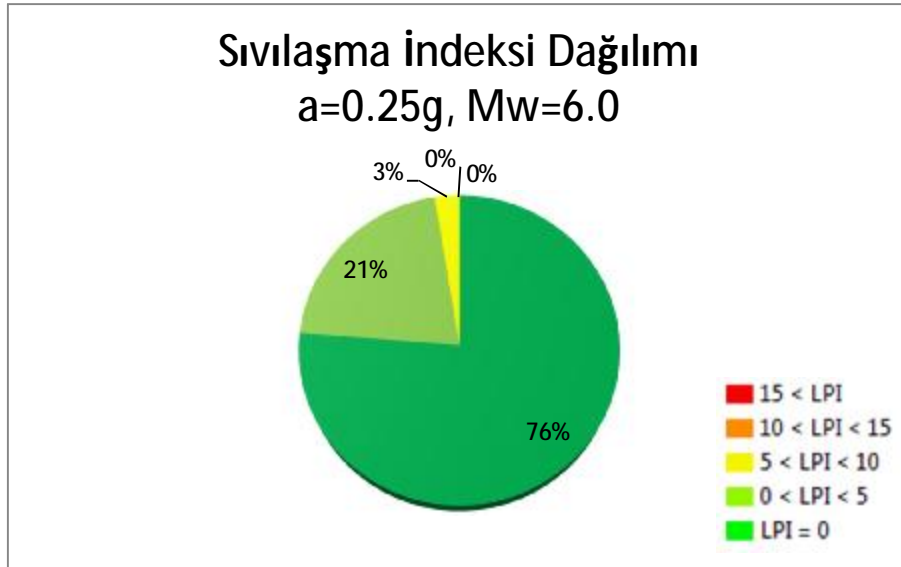


Şekil 5.1. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.25g$, $M_w=5.5$ olduğunda sıvılaşma indeksi dağılımı

EK-5. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma potansiyel indeksi analizleri

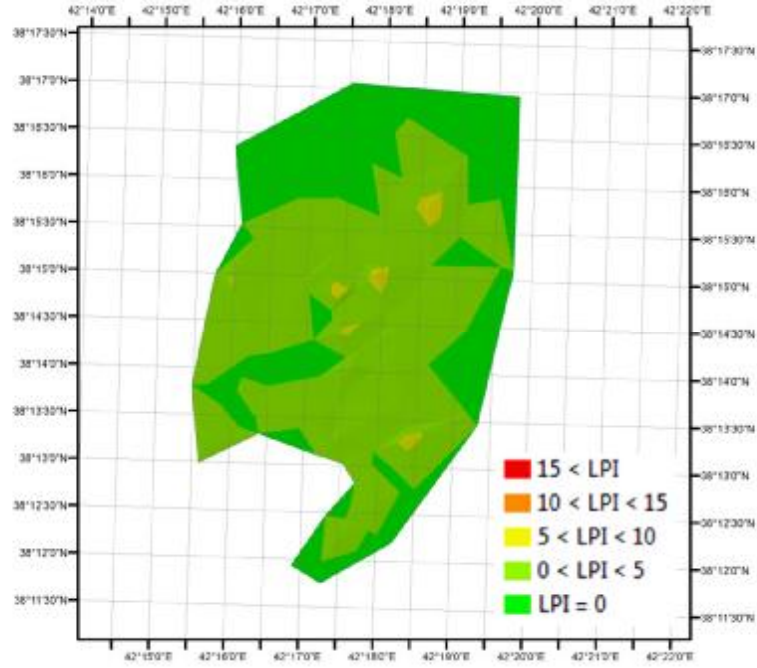
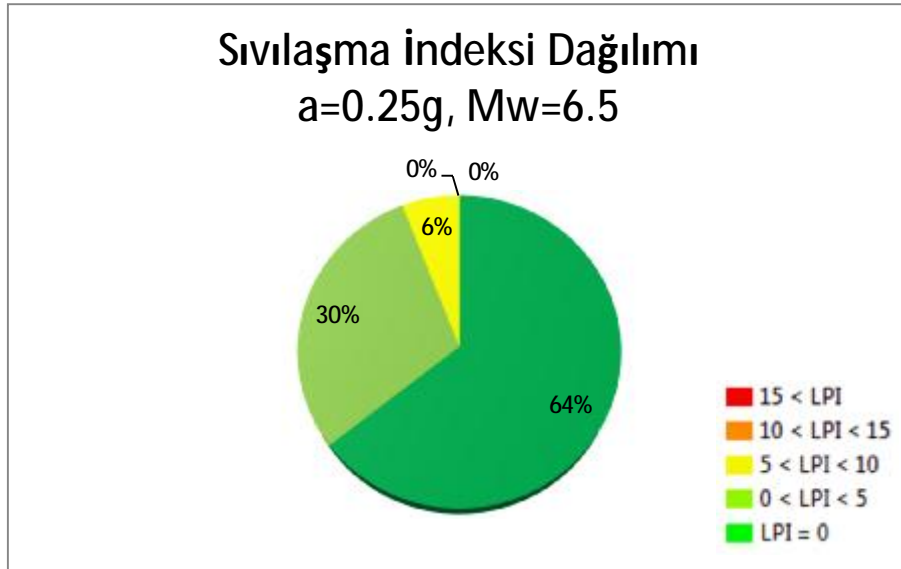


Harita 5.2. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=6.0$ olduğunda sıvılaşma indeksi

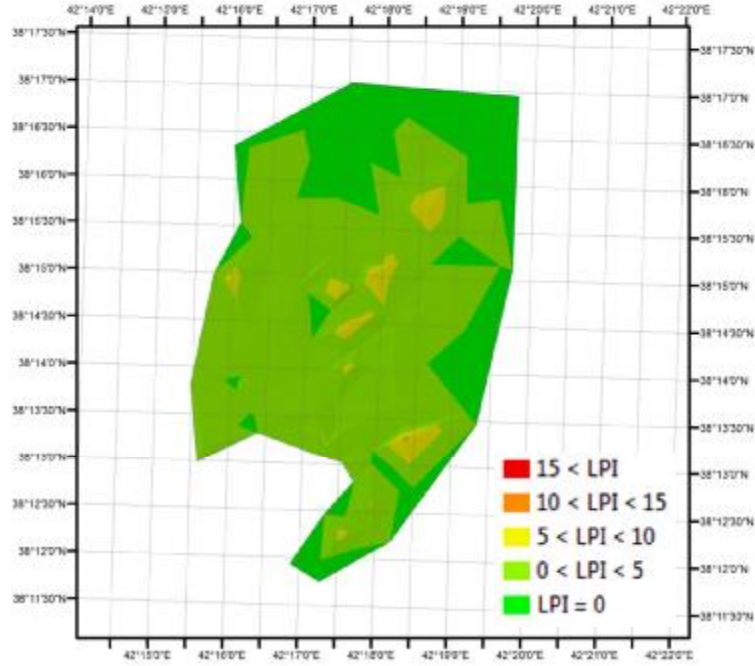
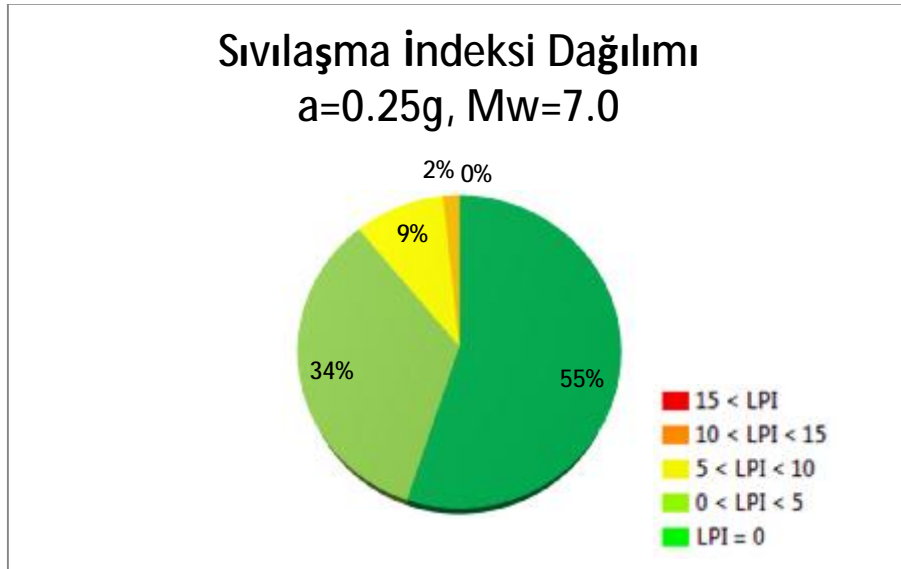


Şekil 5.2. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=6.0$ olduğunda sıvılaşma indeksi dağılımı

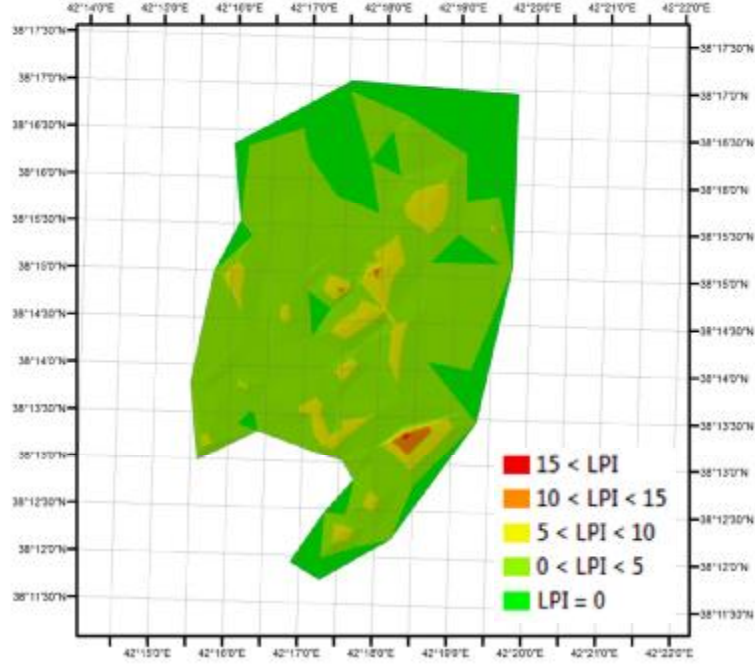
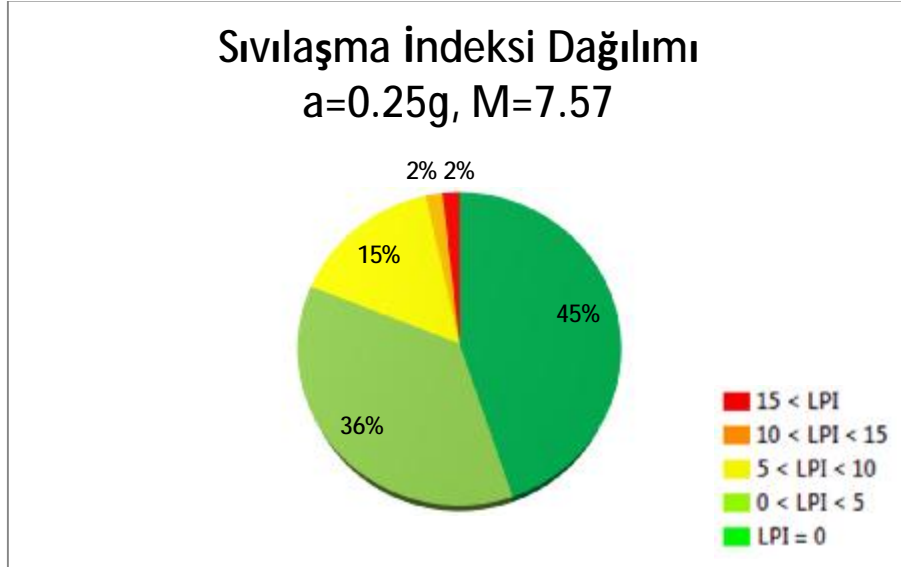
EK-5. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma potansiyel indeksi analizleri

Harita 5.3. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.25g$, $M_w=6.5$ olduğunda sıvılaşma indeksiŞekil 5.3. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.25g$, $M_w=6.5$ olduğunda sıvılaşma indeksi dağılımı

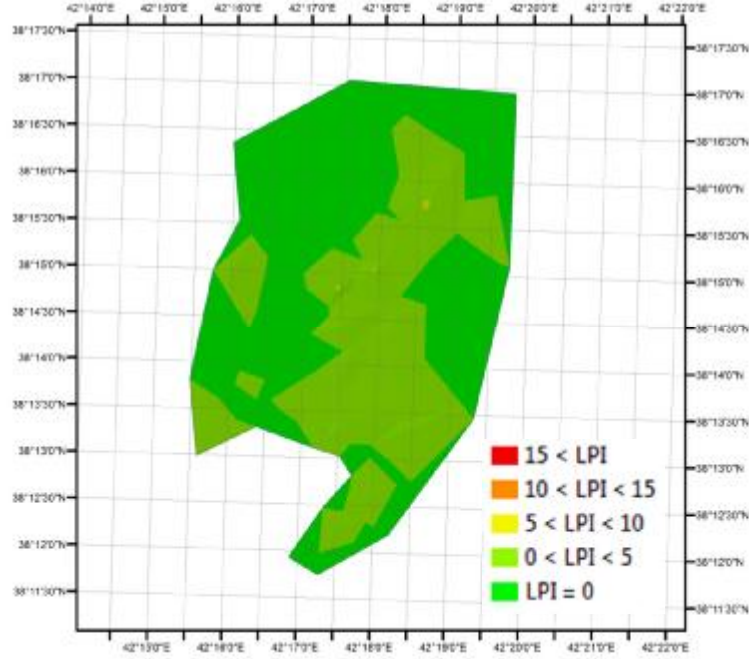
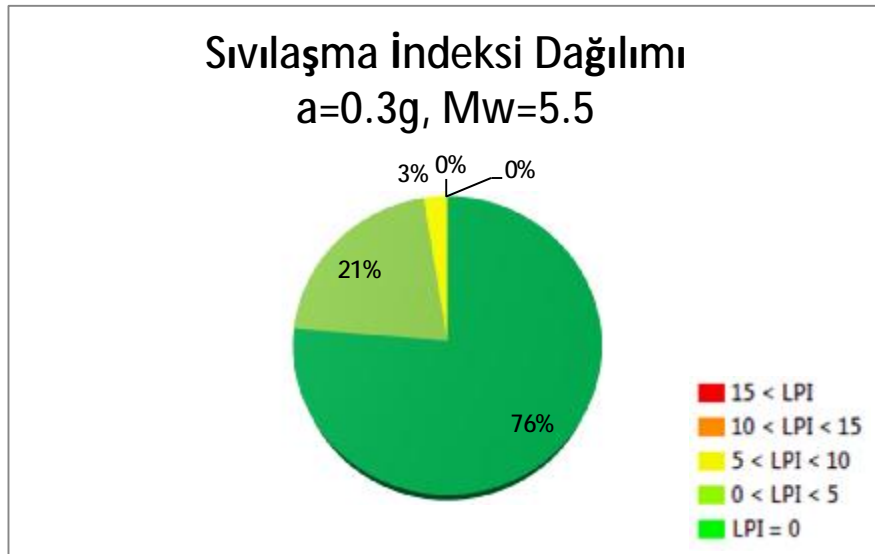
EK-5. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma potansiyel indeksi analizleri

Harita 5.4. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.25g$, $M_w=7.0$ olduğunda sıvılaşma indeksiŞekil 5.4. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.25g$, $M_w=7.0$ olduğunda sıvılaşma indeksi dağılımı

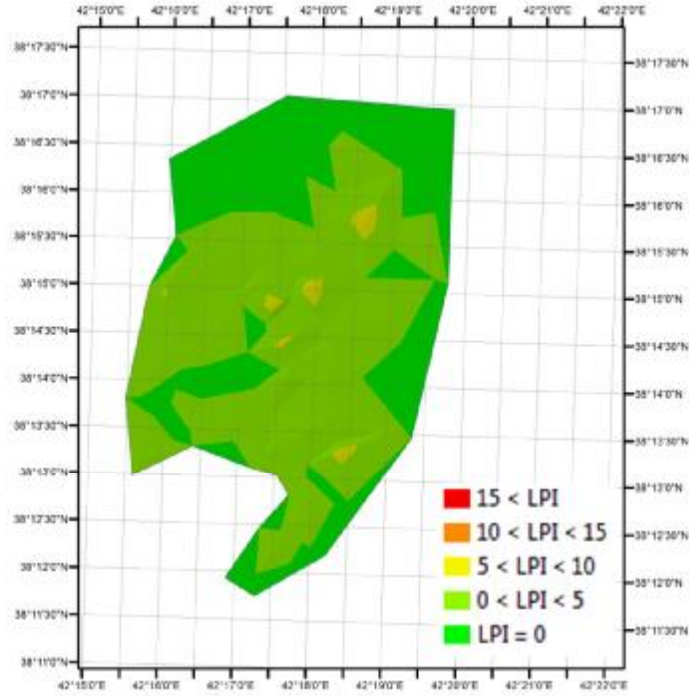
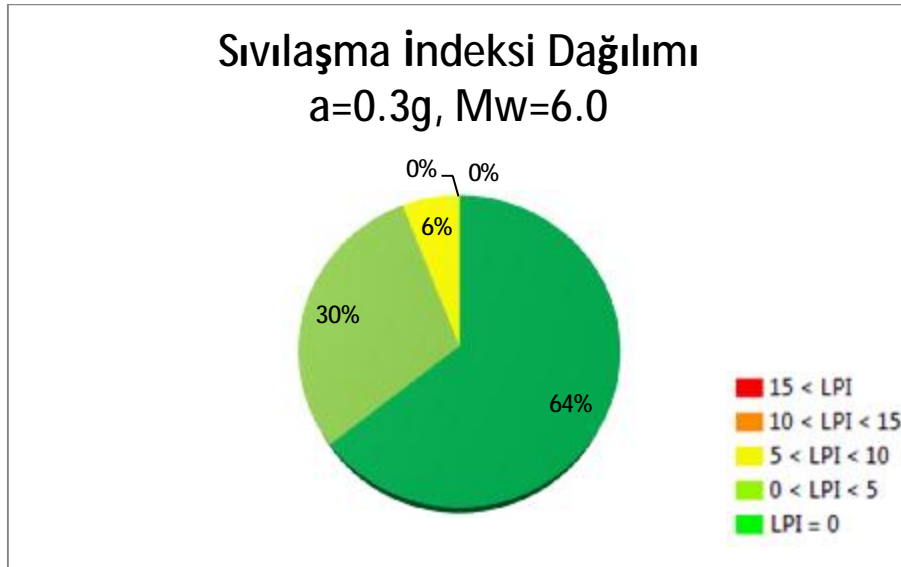
EK-5. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma potansiyel indeksi analizleri

Harita 5.5. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.25g$, $M_w=7.57$ olduğunda sıvılaşma indeksiŞekil 5.5. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.25g$, $M_w=7.57$ olduğunda sıvılaşma indeksi dağılımı

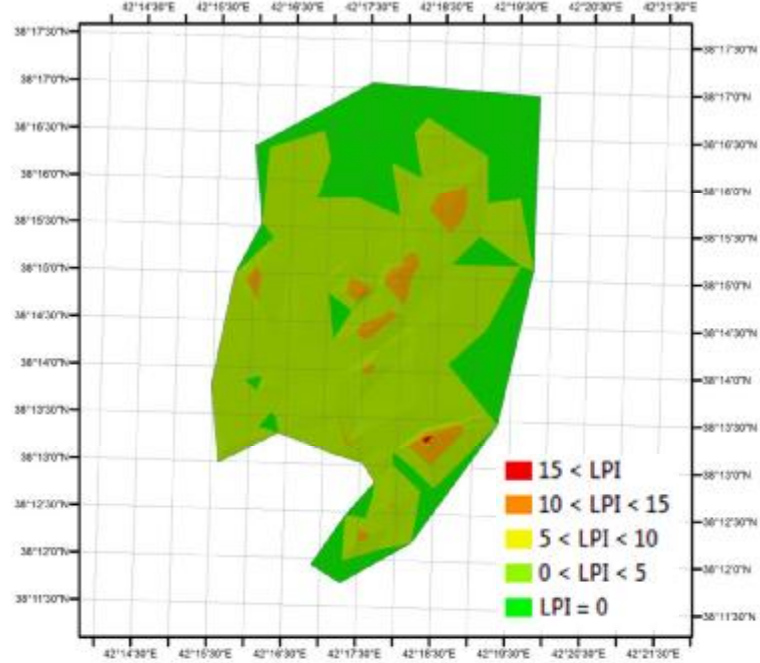
EK-5. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma potansiyel indeksi analizleri

Harita 5.6. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.3g$, $M_w=5.5$ olduğunda sıvılaşma indeksiŞekil 5.6. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.3g$, $M_w=5.5$ olduğunda sıvılaşma indeksi dağılımı

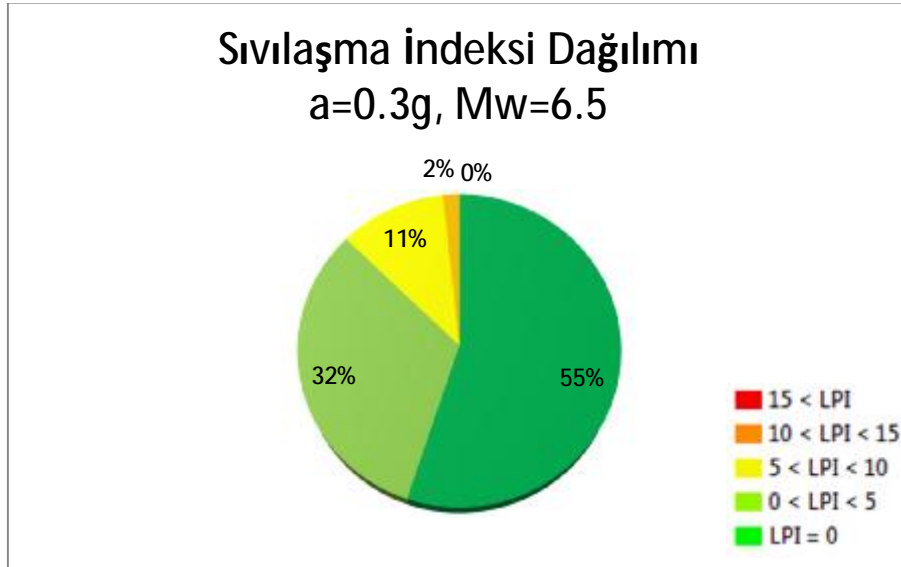
EK-5. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma potansiyel indeksi analizleri

Harita 5.7. Ardebil şehri için $a_{max}=0.3g$, $M_w=6.0$ olduğunda sıvılaşma indeksiŞekil 5.7. Ardebil şehri için $a_{max}=0.3g$, $M_w=6.0$ olduğunda sıvılaşma indeksi dağılımı

EK-5. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma potansiyel indeksi analizleri

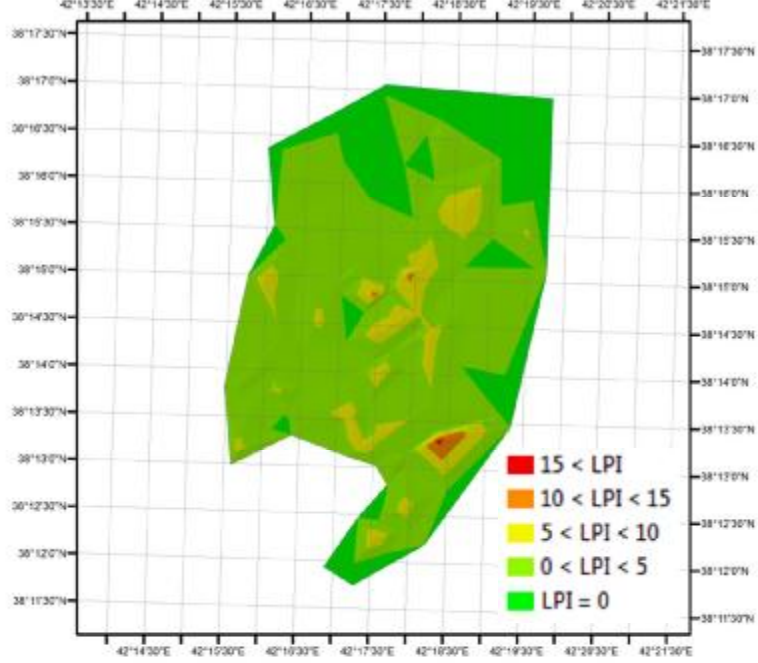


Harita 5.8. Ardebil şehri için $a_{max}=0.3g$, $M_w=6.5$ olduğunda sıvılaşma indeksi

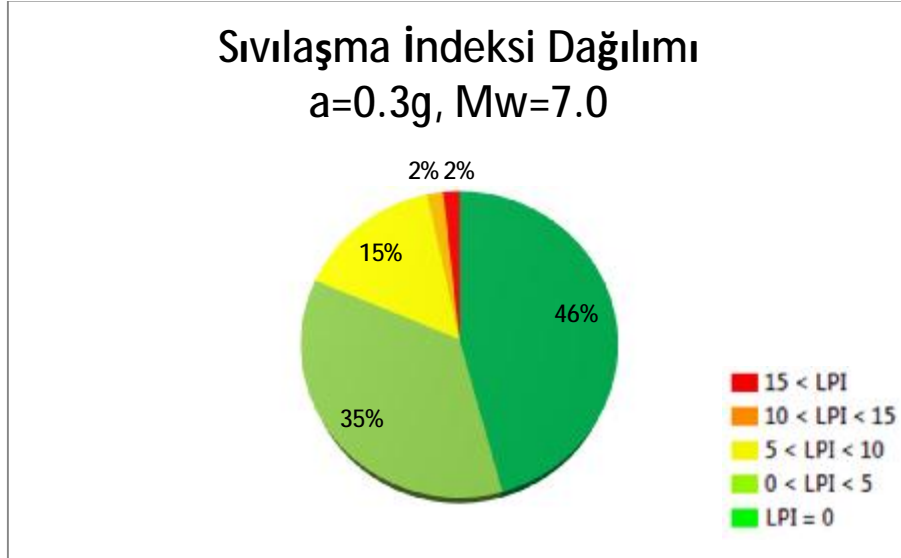


Şekil 5.8. Ardebil şehri için $a_{max}=0.3g$, $M_w=6.5$ olduğunda sıvılaşma indeksi dağılımı

EK-5. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma potansiyel indeksi analizleri

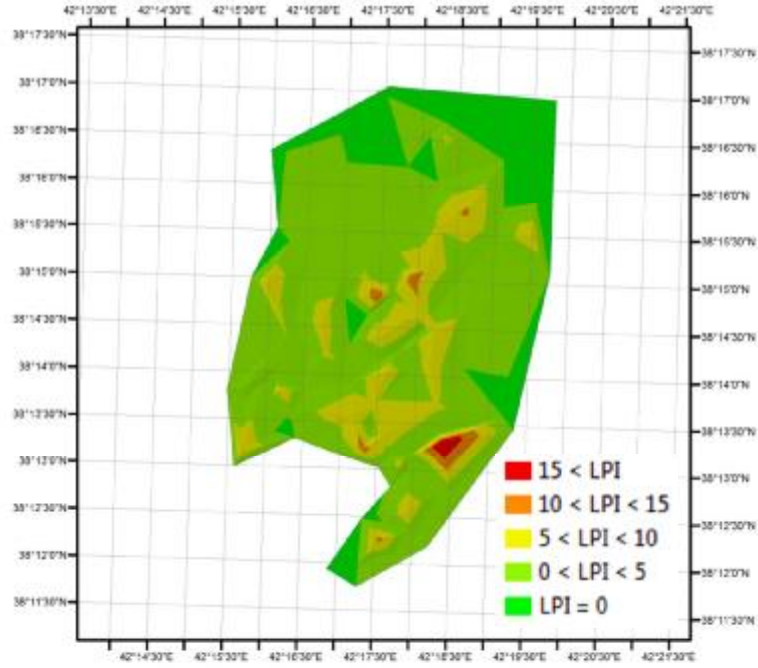


Harita 5.9. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.3g$, $M_w=7.0$ olduğunda sıvılaşma indeksi

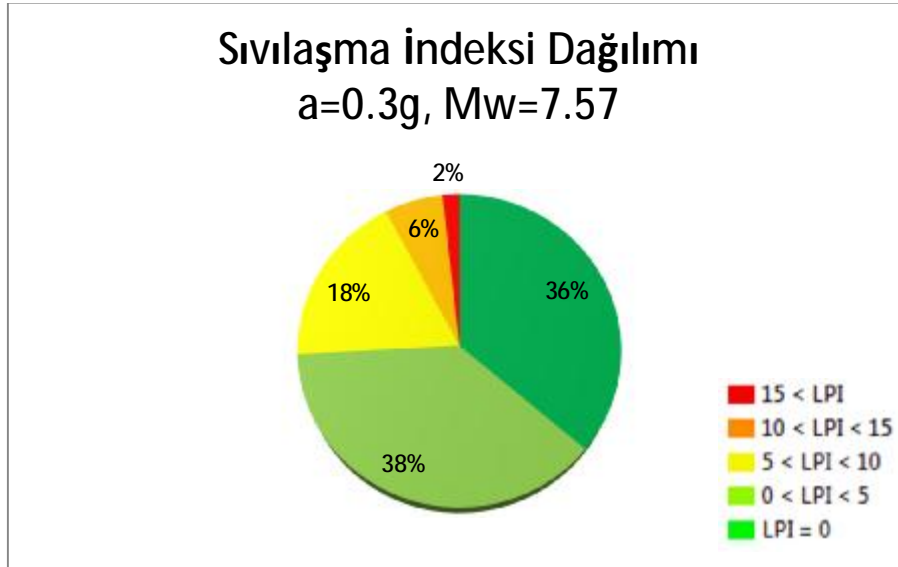


Şekil 5.9. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.3g$, $M_w=7.0$ olduğunda sıvılaşma indeksi dağılımı

EK-5. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma potansiyel indeksi analizleri

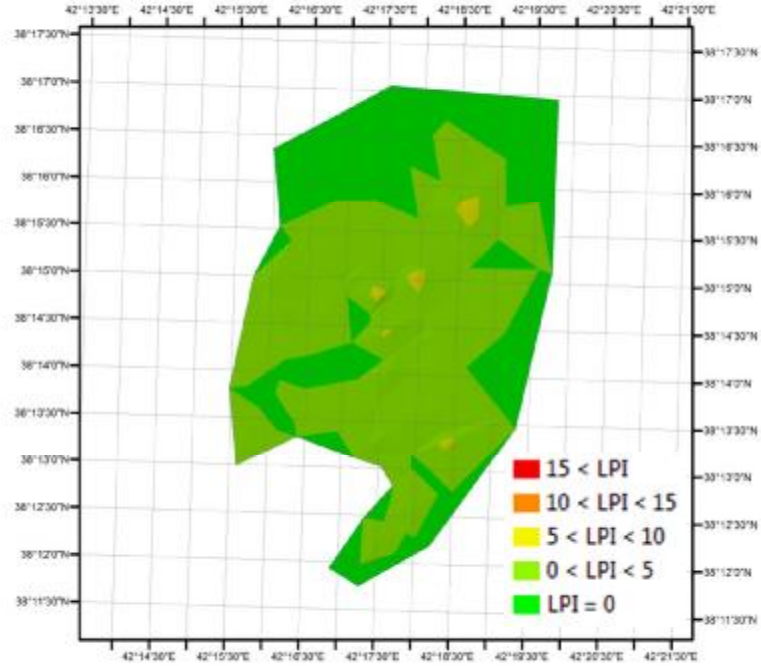
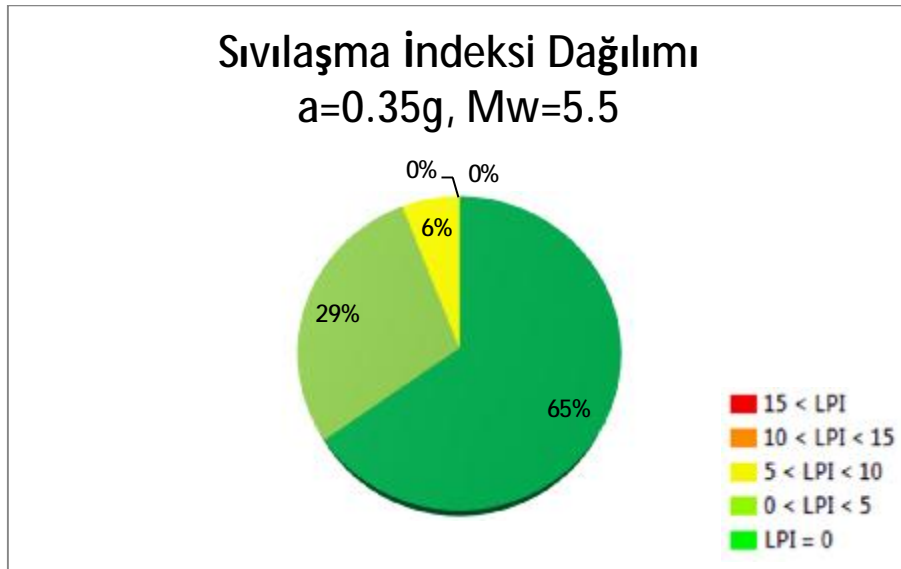


Harita 5.10. Ardebil şehri için $a_{max}=0.3g$, $M_w=7.57$ olduğunda sıvılaşma indeksi

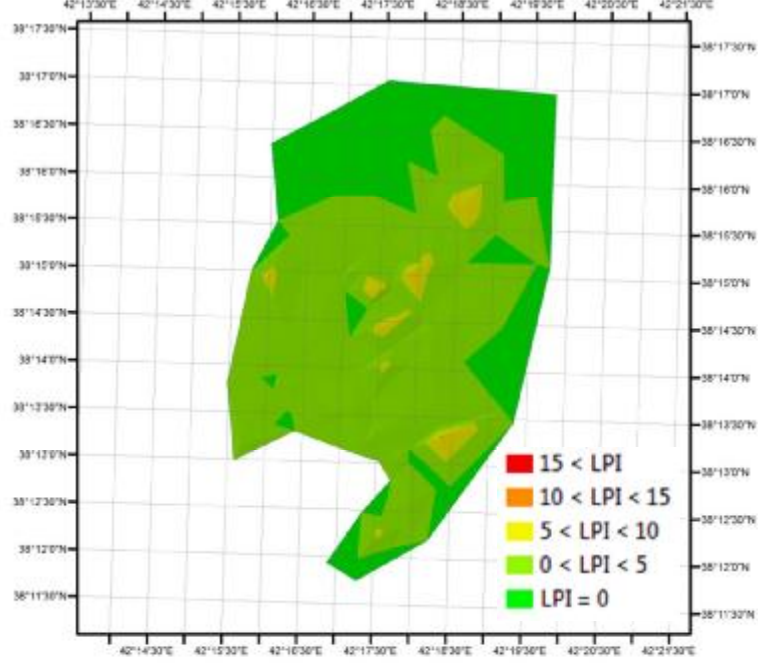


Şekil 5.10. Ardebil şehri için $a_{max}=0.3g$, $M_w=7.57$ olduğunda sıvılaşma indeksi dağılımı

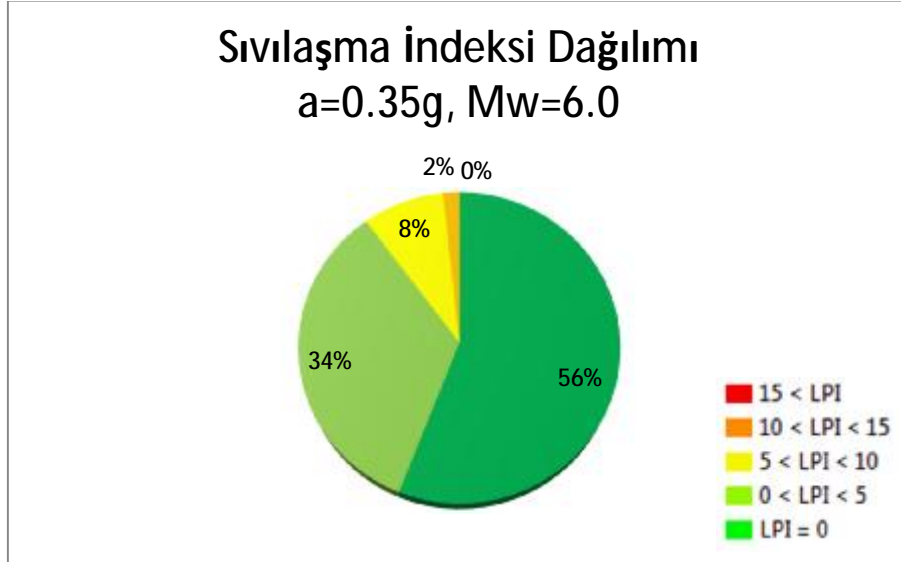
EK-5. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma potansiyel indeksi analizleri

Harita 5.11. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.35g$, $M_w=5.5$ olduğunda sıvılaşma indeksiŞekil 5.11. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.35g$, $M_w=5.5$ olduğunda sıvılaşma indeksi dağılımı

EK-5. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma potansiyel indeksi analizleri

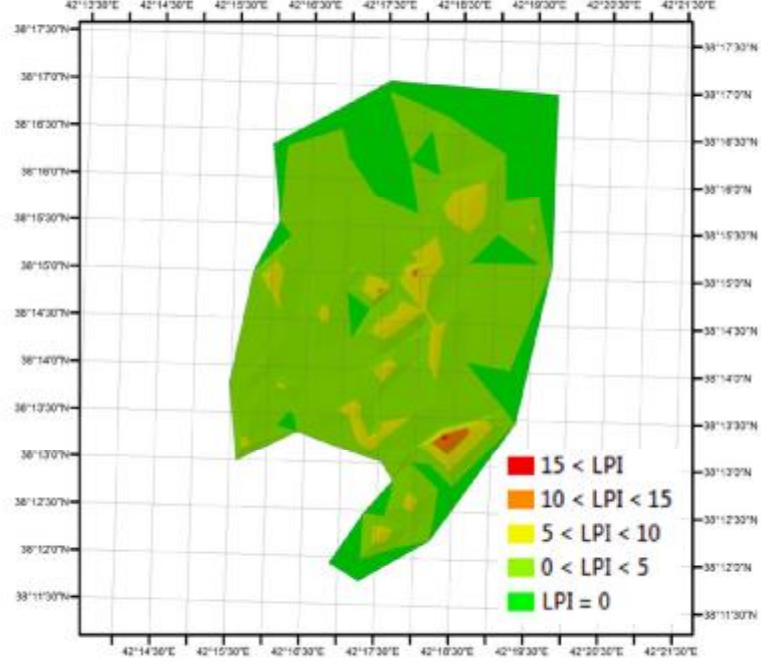


Harita 5.12. Ardebil şehri için $a_{max}=0.35g$, $M_w=6.0$ olduğunda sıvılaşma indeksi

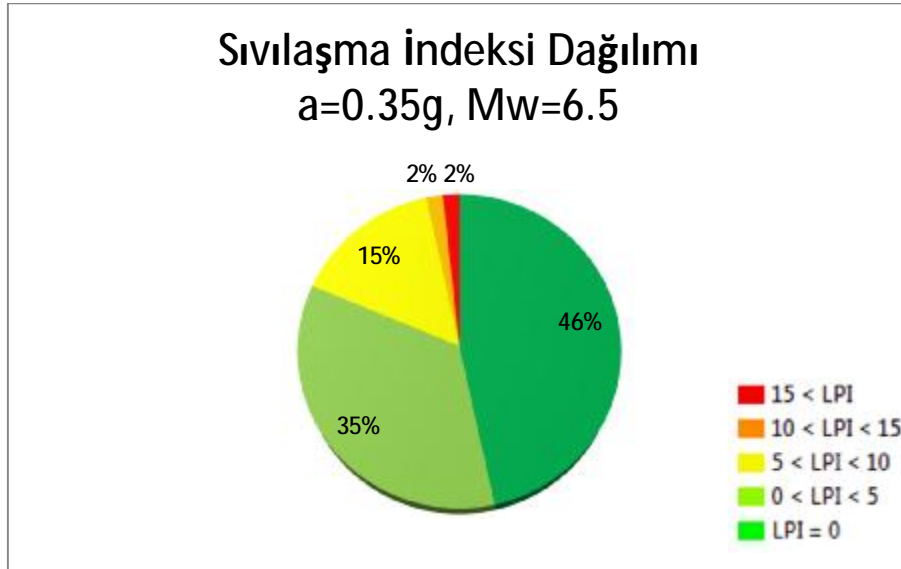


Şekil 5.12. Ardebil şehri için $a_{max}=0.35g$, $M_w=6.0$ olduğunda sıvılaşma indeksi dağılımı

EK-5. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma potansiyel indeksi analizleri

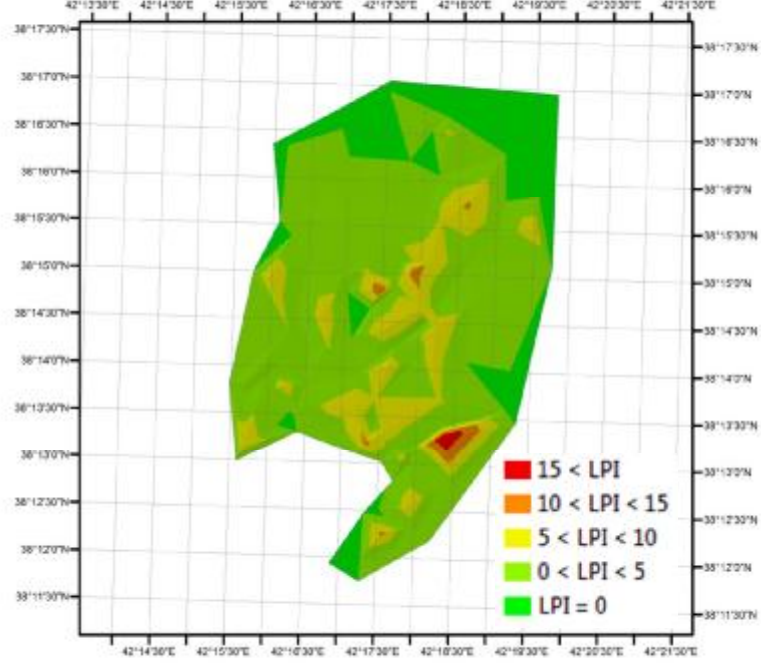
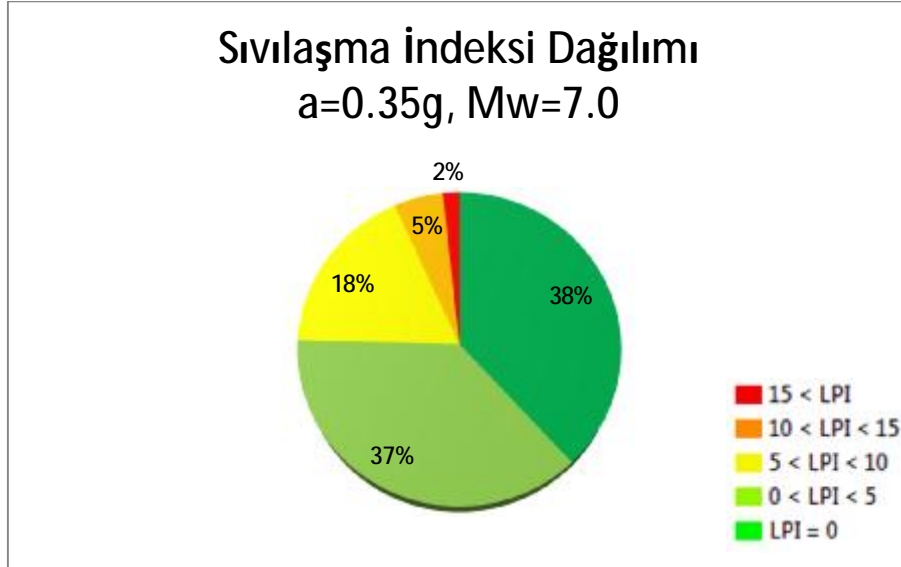


Harita 5.13. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.35g$, $M_w=6.5$ olduğunda sıvılaşma indeksi

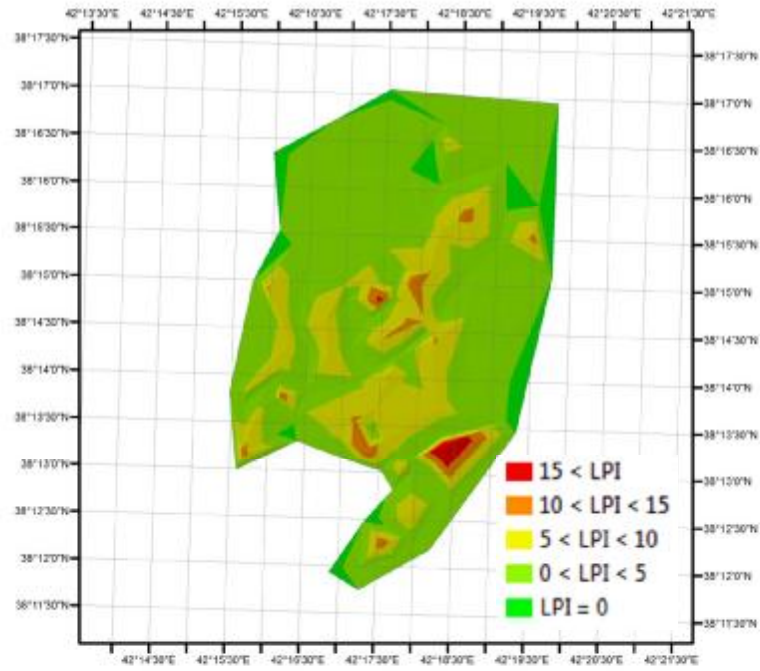


Şekil 5.13. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.35g$, $M_w=6.5$ olduğunda sıvılaşma indeksi dağılımı

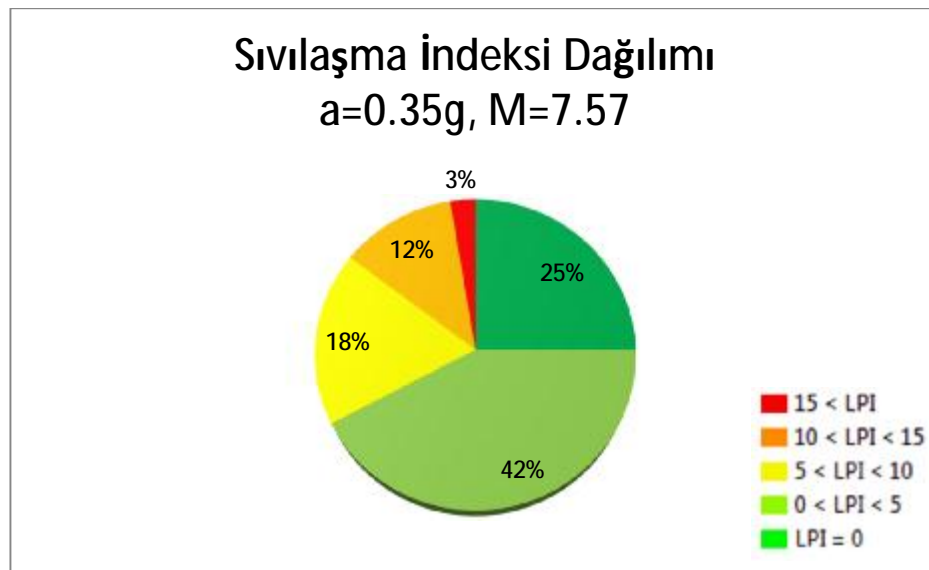
EK-5. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma potansiyel indeksi analizleri

Harita 5.14. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.35g$, $M_w=7.0$ olduğunda sıvılaşma indeksiŞekil 5.14. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.35g$, $M_w=7.0$ olduğunda sıvılaşma indeksi dağılımı

EK-5. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma potansiyel indeksi analizleri

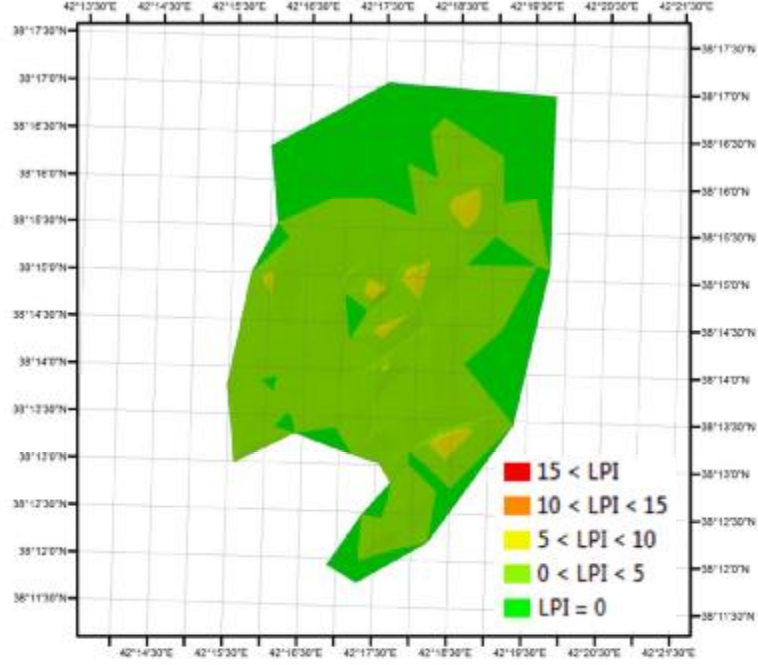
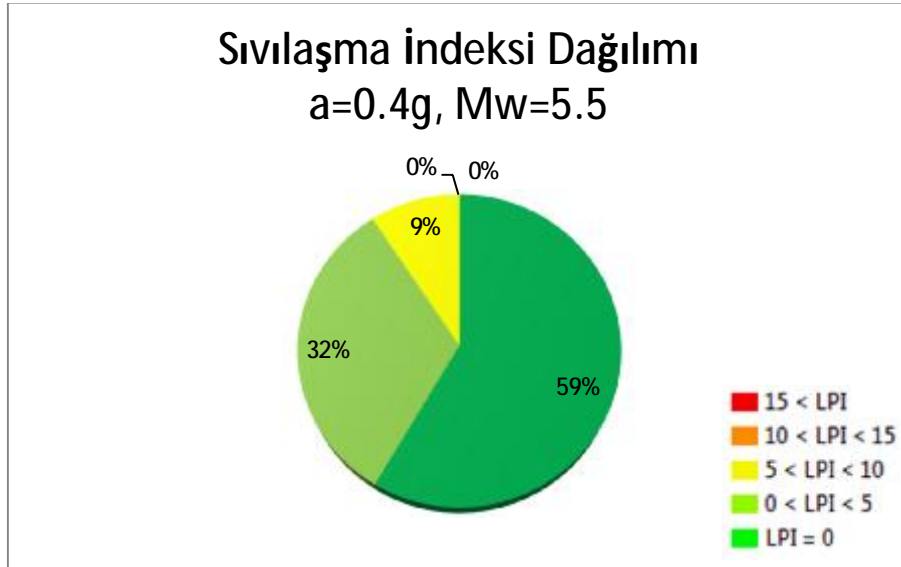


Harita 5.15. Ardebil şehri için $a_{max}=0.35g$, $M_w=7.57$ olduğunda sıvılaşma indeksi

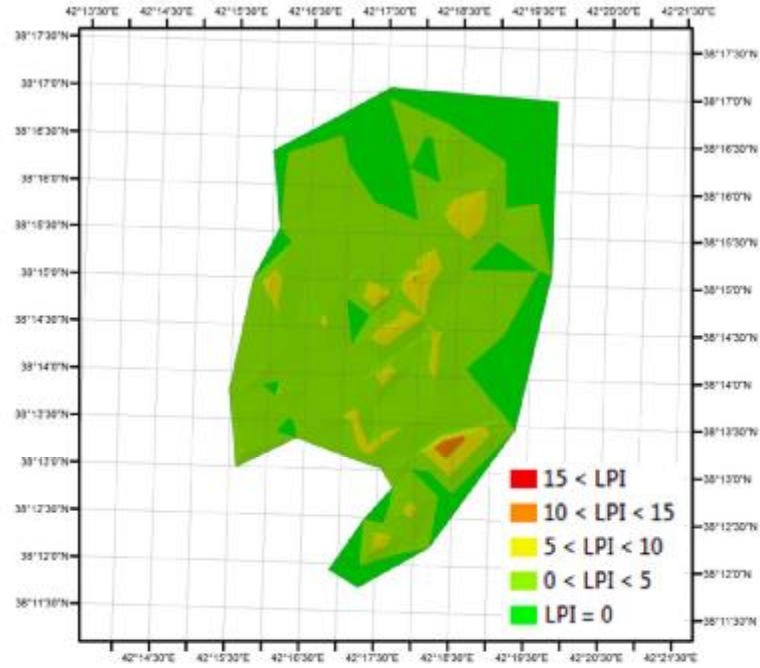
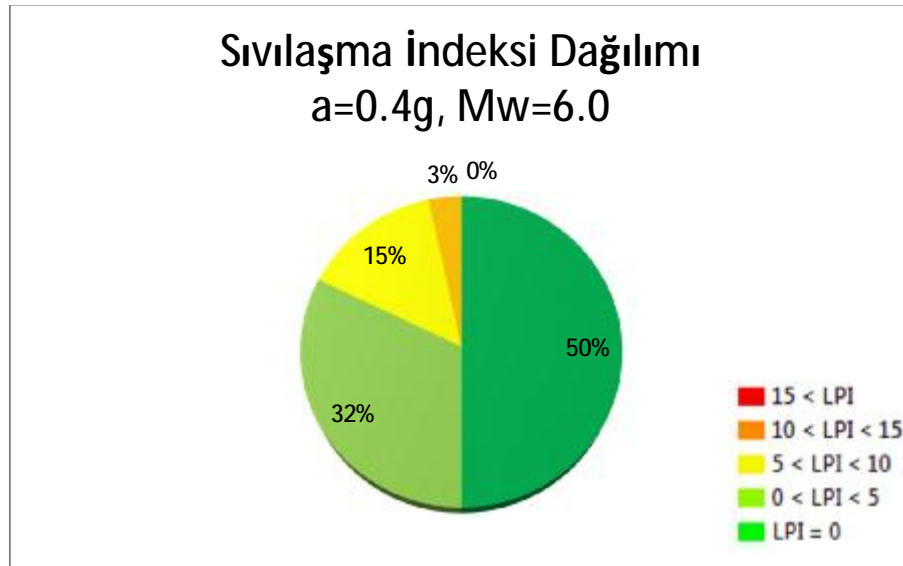


Şekil 5.15. Ardebil şehri için $a_{max}=0.35g$, $M_w=7.57$ olduğunda sıvılaşma indeksi dağılımı

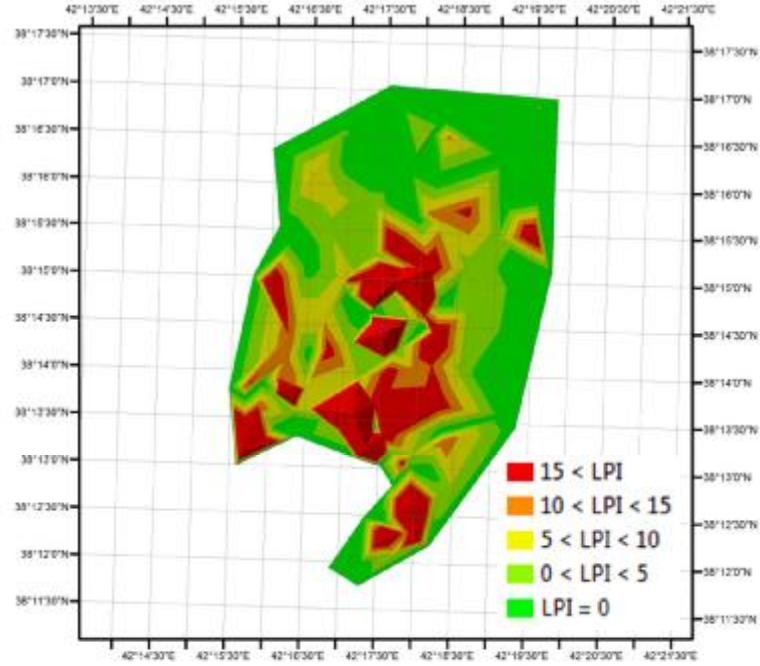
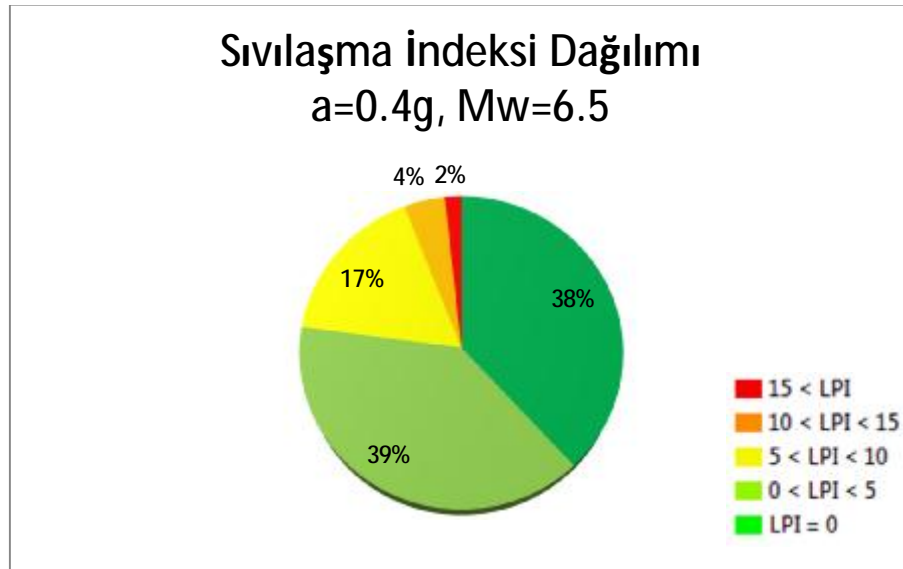
EK-5. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma potansiyel indeksi analizleri

Harita 5.16. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=5.5$ olduğunda sıvılaşma indeksiŞekil 5.16. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=5.5$ olduğunda sıvılaşma indeksi dağılımı

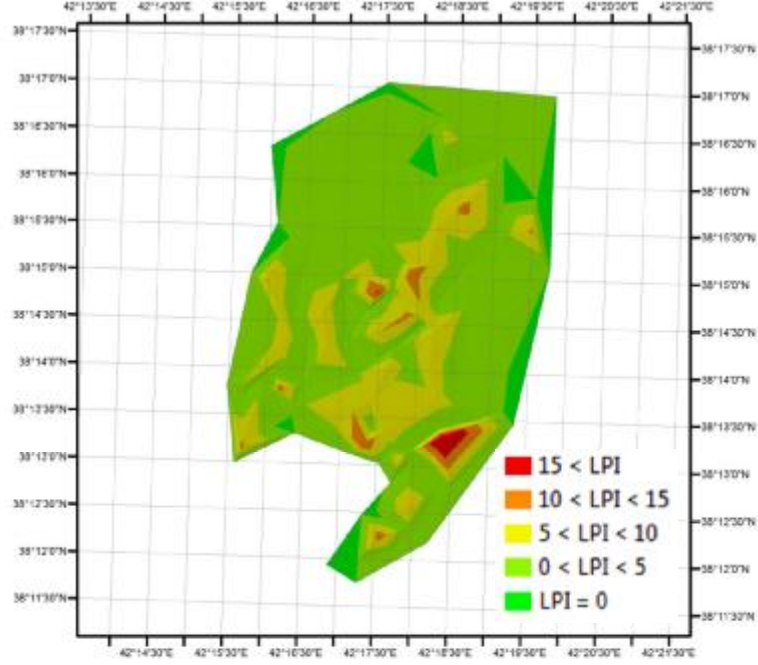
EK-5. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma potansiyel indeksi analizleri

Harita 5.17. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.4g$, $M_w=6.0$ olduğunda sıvılaşma indeksiŞekil 5.17. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.4g$, $M_w=6.0$ olduğunda sıvılaşma indeksi dağılımı

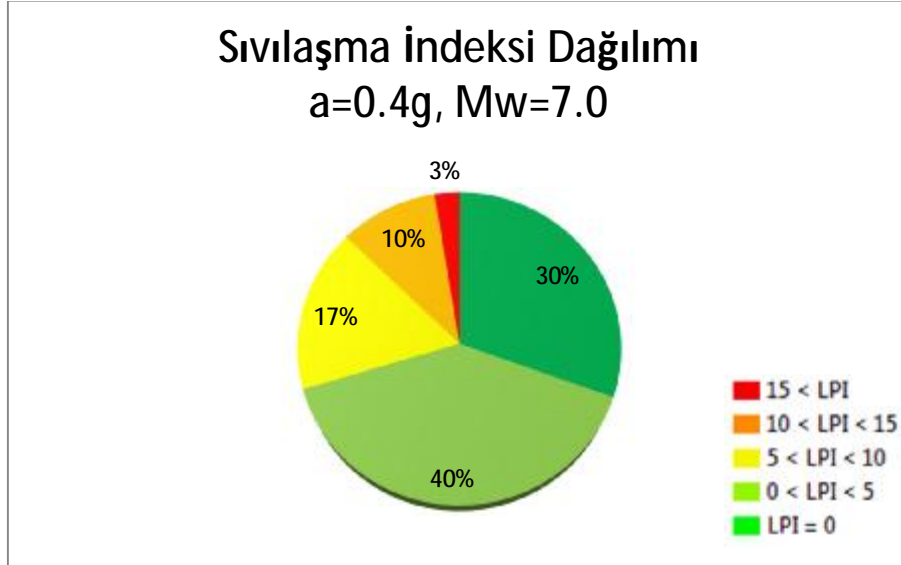
EK-5. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma potansiyel indeksi analizleri

Harita 5.18. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.4g$, $M_w=6.5$ olduğunda sıvılaşma indeksiŞekil 5.18. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.4g$, $M_w=6.5$ olduğunda sıvılaşma indeksi dağılımı

EK-5. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma potansiyel indeksi analizleri

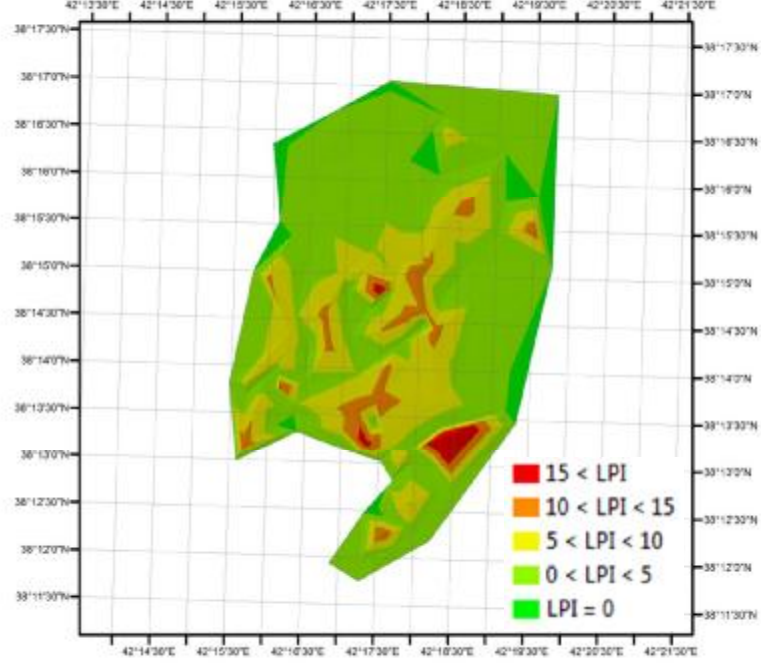


Harita 5.19. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=7.0$ olduğunda sıvılaşma indeksi

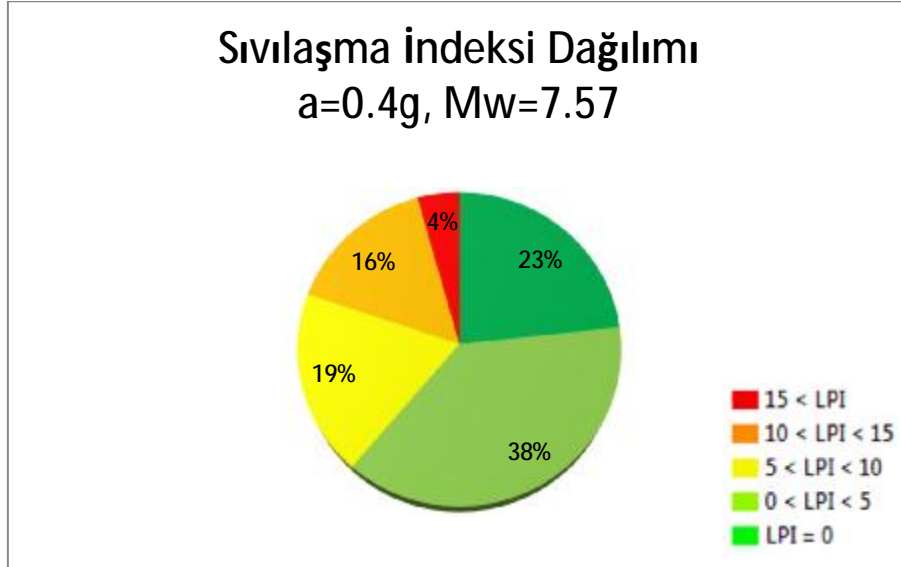


Şekil 5.19. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=7.0$ olduğunda sıvılaşma indeksi dağılımı

EK-5. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma potansiyel indeksi analizleri

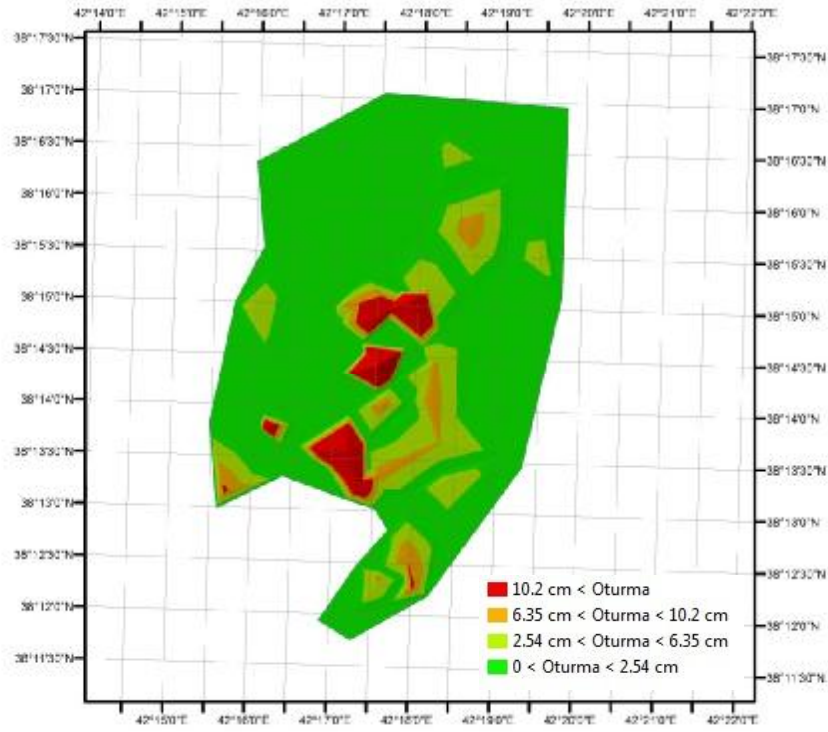
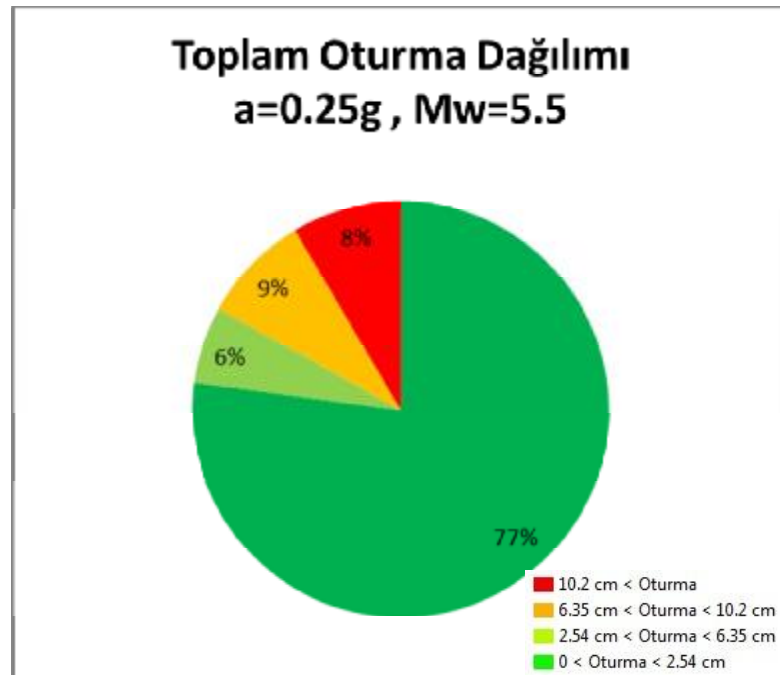


Harita 5.20. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.4g$, $M_w=7.57$ olduğunda sıvılaşma indeksi

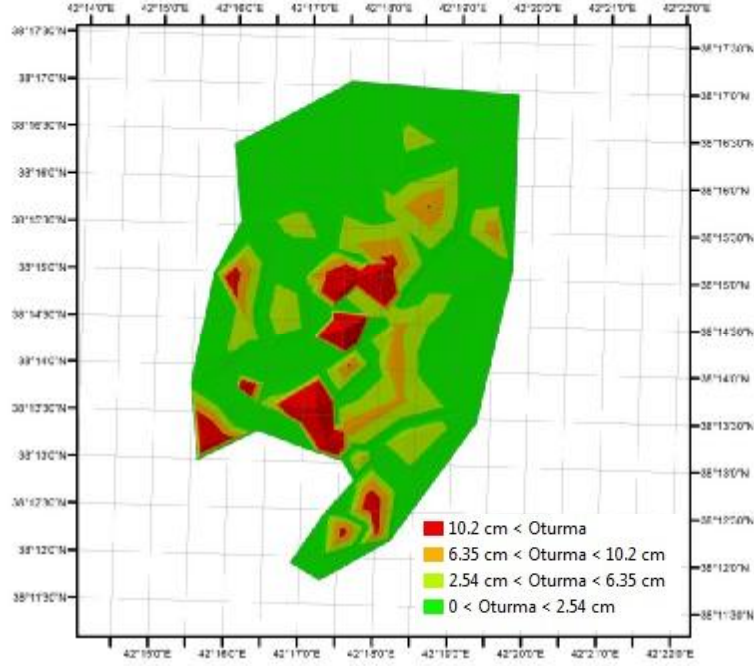
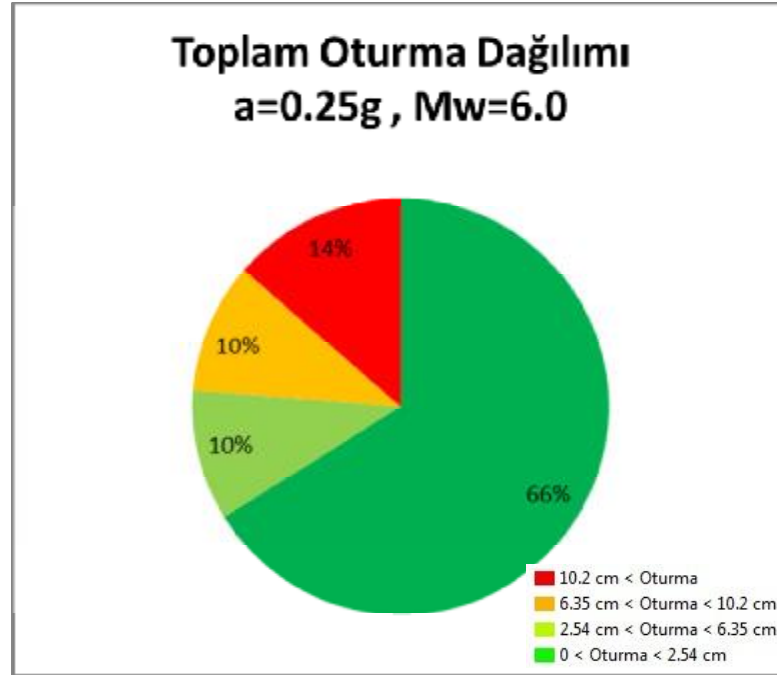


Şekil 5.20. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.4g$, $M_w=7.57$ olduğunda sıvılaşma indeksi dağılımı

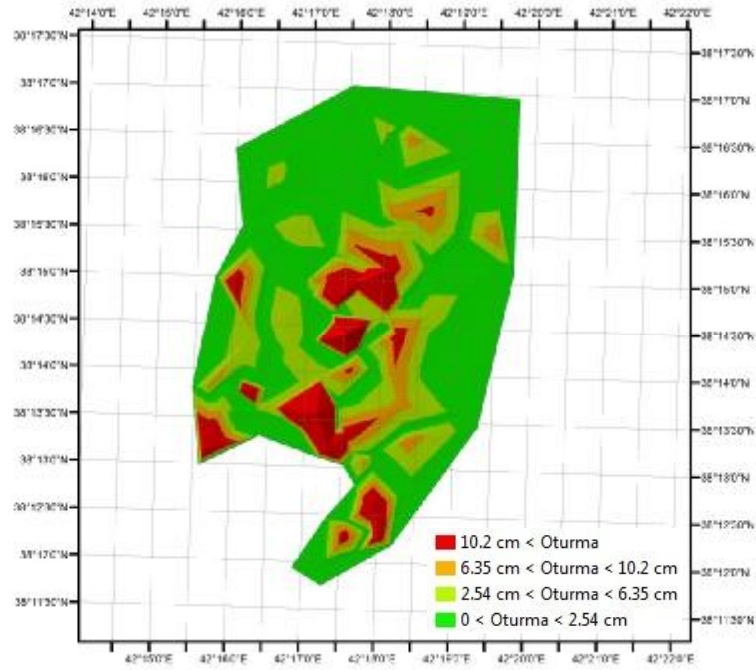
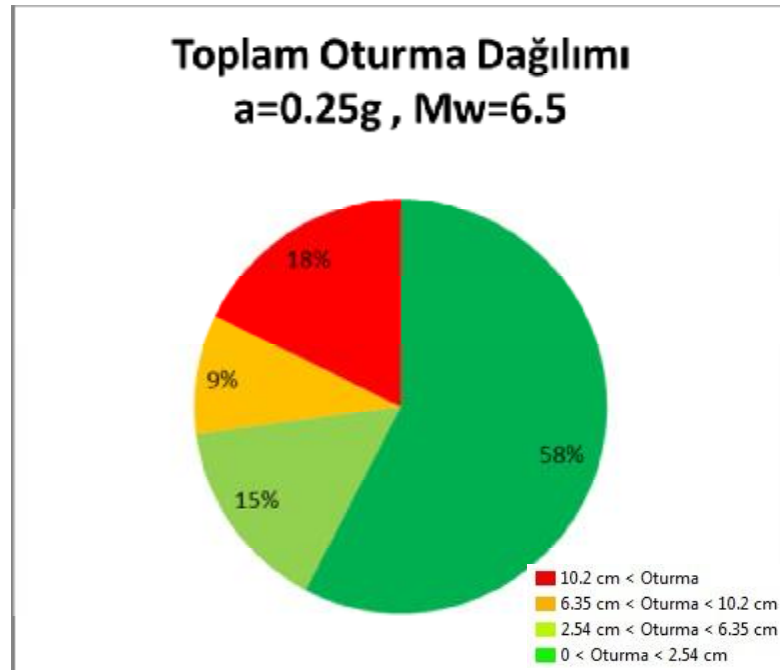
EK-6. Ardebil şehri sıvılaşma oturma analizleri

Harita 6.1. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.25g$, $M_w=5.5$ olduğunda oturma haritasıŞekil 6.1. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.25g$, $M_w=5.5$ olduğunda oturma dağılımı

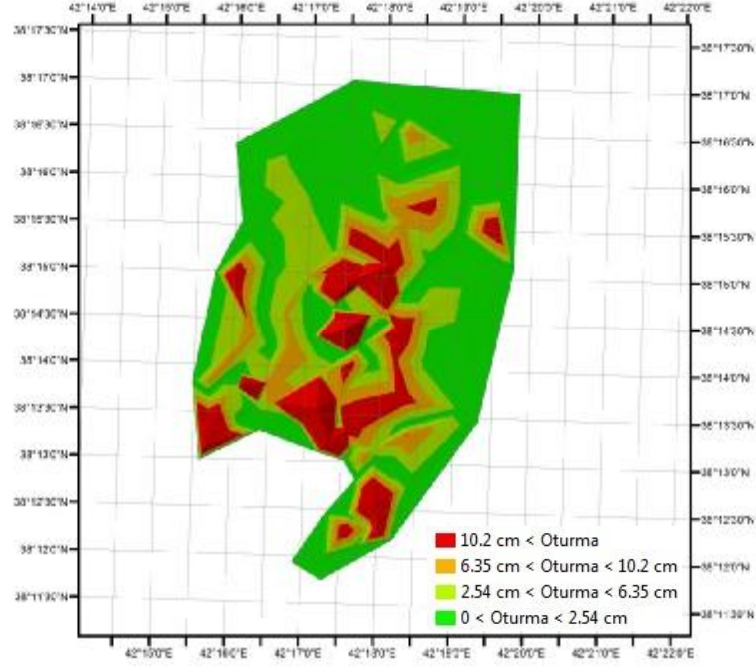
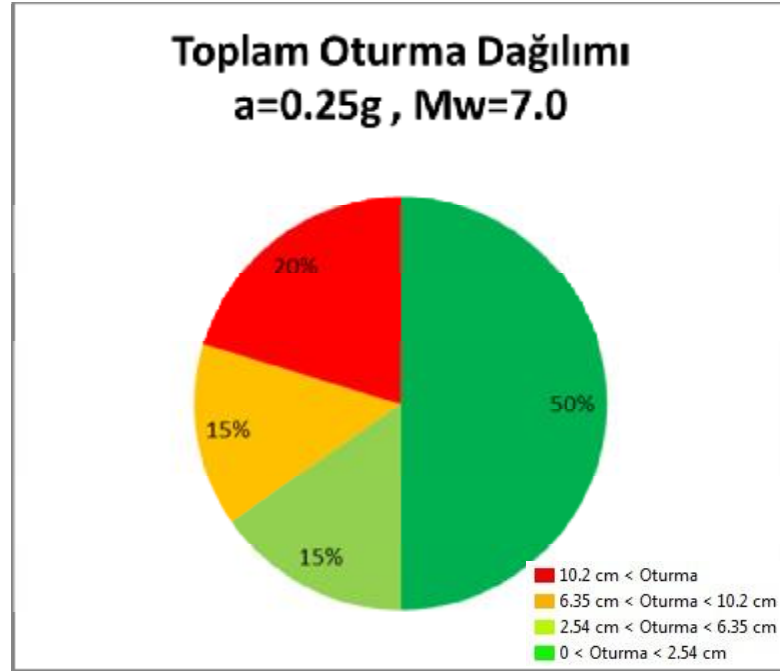
EK-6. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma oturma analizleri

Harita 6.2. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=6.0$ olduğunda oturma haritasıŞekil 6.2. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=6.0$ olduğunda oturma dağılımı

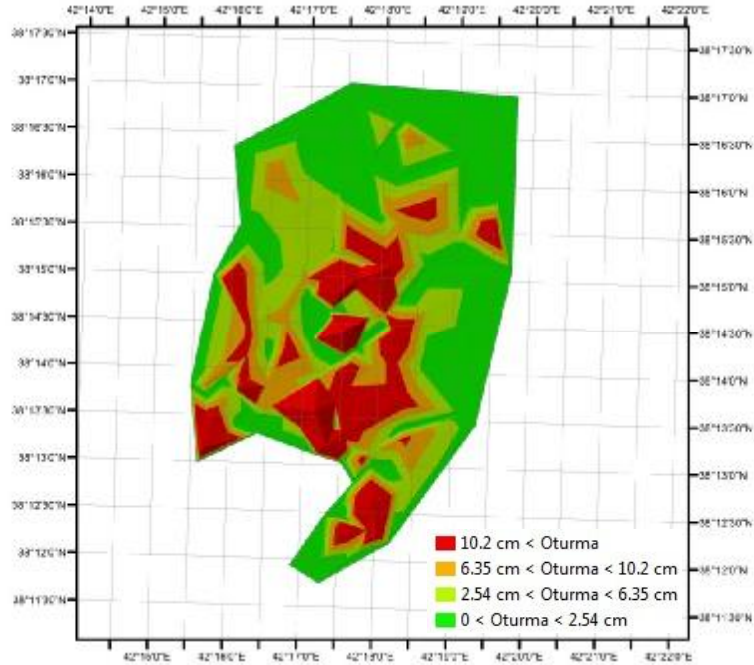
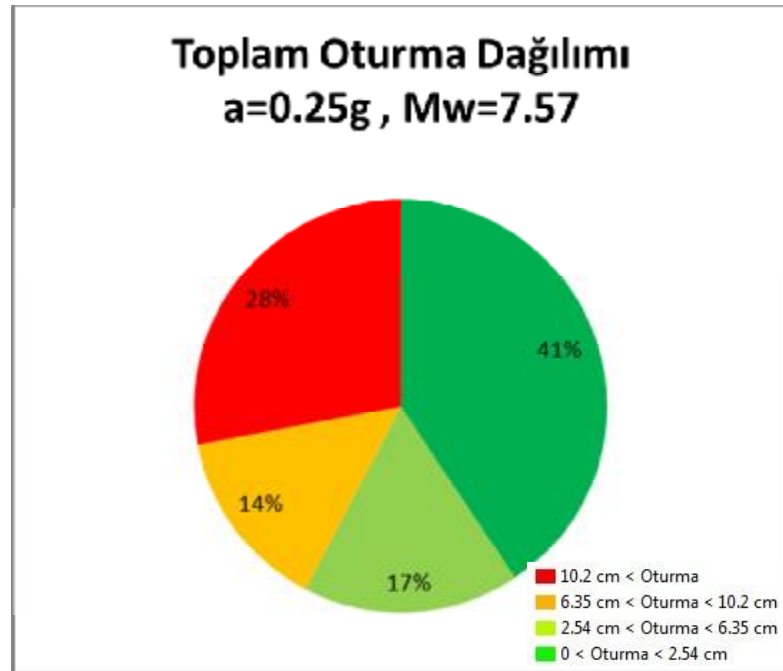
EK-6. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma oturma analizleri

Harita 6.3. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=6.5$ olduğunda oturma haritasıŞekil 6.3. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=6.5$ olduğunda oturma dağılımı

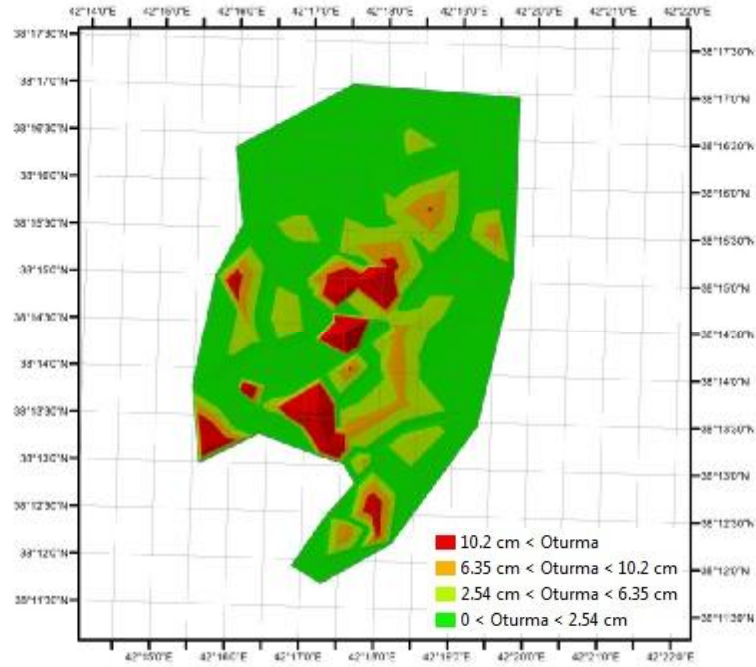
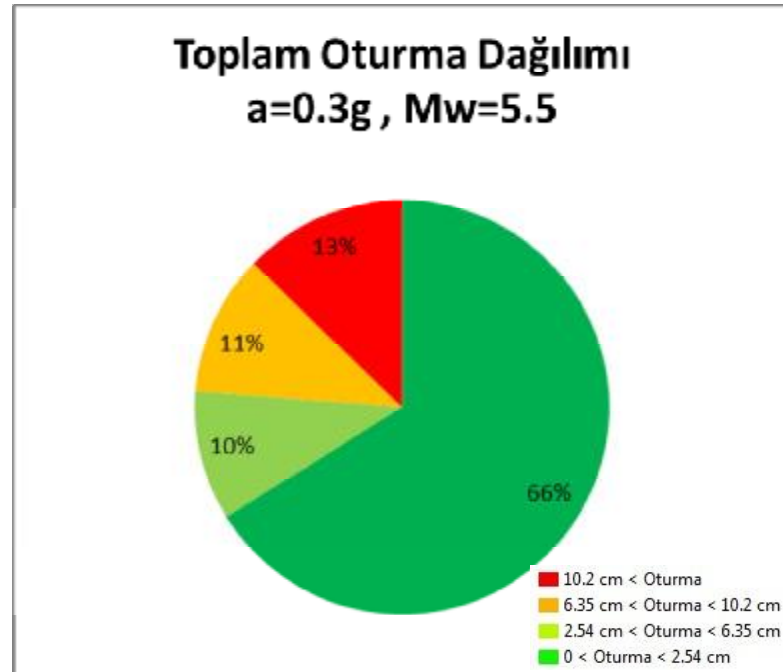
EK-6. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma oturma analizleri

Harita 6.4. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.25g$, $M_w=7.0$ olduğunda oturma haritasıŞekil 6.4. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.25g$, $M_w=7.0$ olduğunda oturma dağılımı

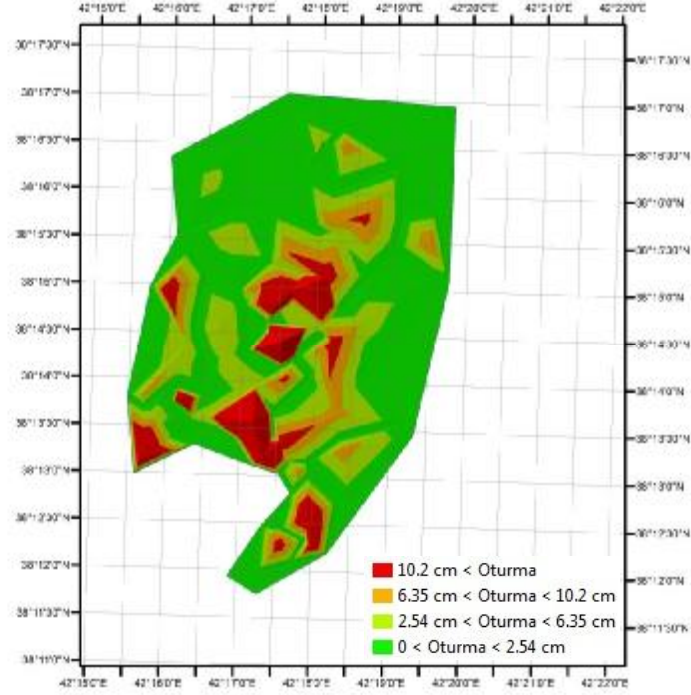
EK-6. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma oturma analizleri

Harita 6.5. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=7.57$ olduğunda oturma haritasıŞekil 6.5. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=7.57$ olduğunda oturma dağılımı

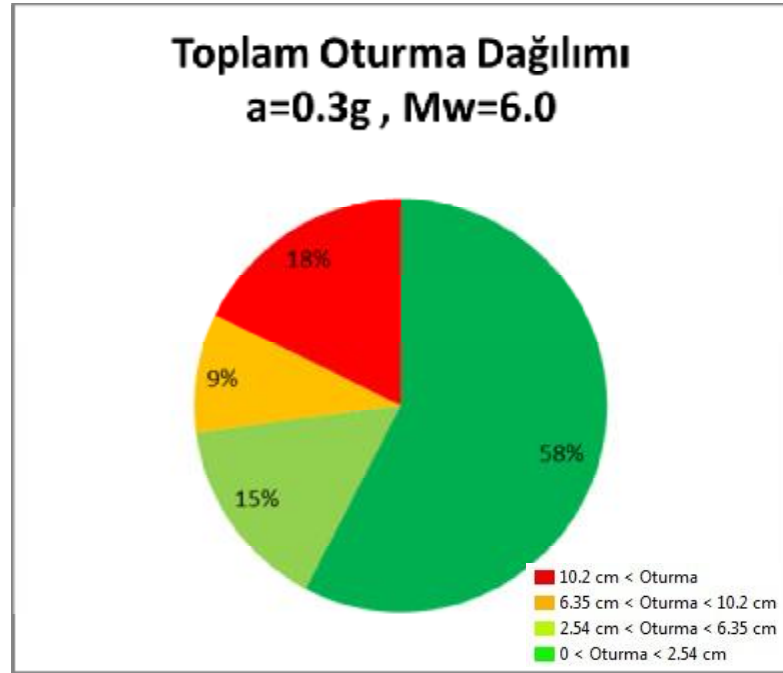
EK-6. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma oturma analizleri

Harita 6.6. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.3g$, $M_w=5.5$ olduğunda oturma haritasıŞekil 6.6. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.3g$, $M_w=5.5$ olduğunda oturma dağılımı

EK-6. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma oturma analizleri

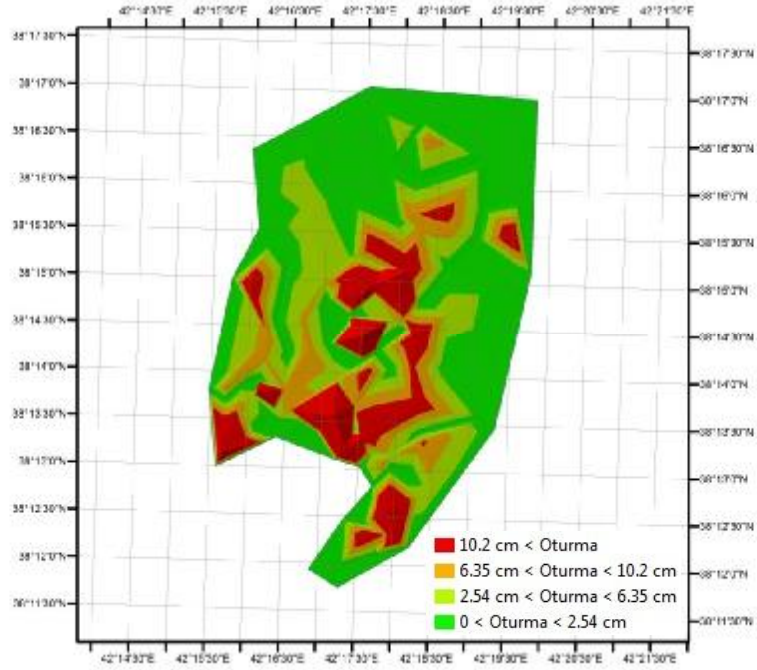
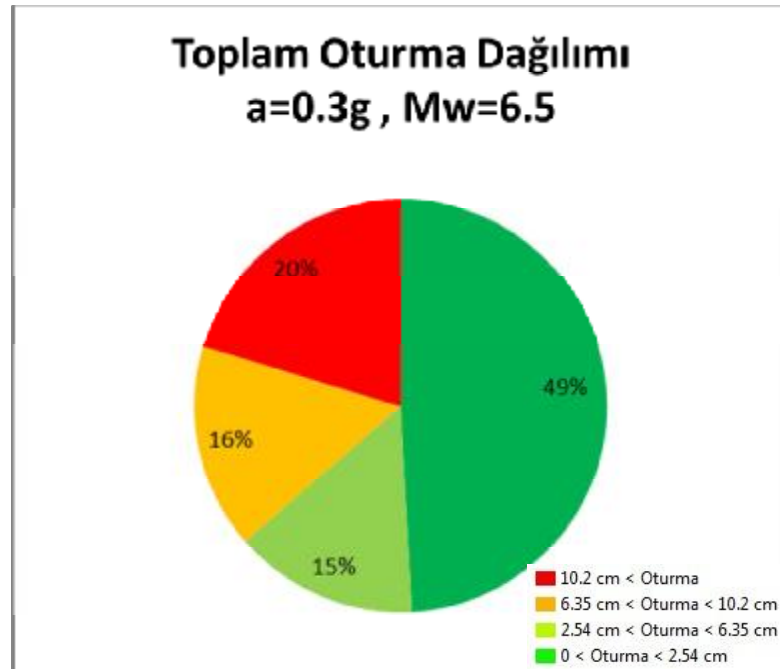


Harita 6.7. Ardebil şehri için $a_{max}=0.3g$, $M_w=6.0$ olduğunda oturma haritası

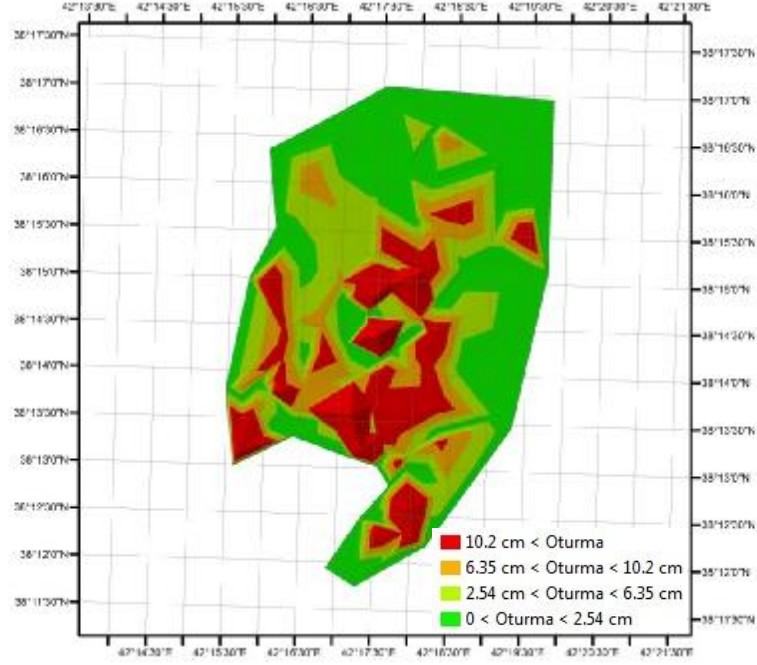


Şekil 6.7. Ardebil şehri için $a_{max}=0.3g$, $M_w=6.0$ olduğunda oturma dağılımı

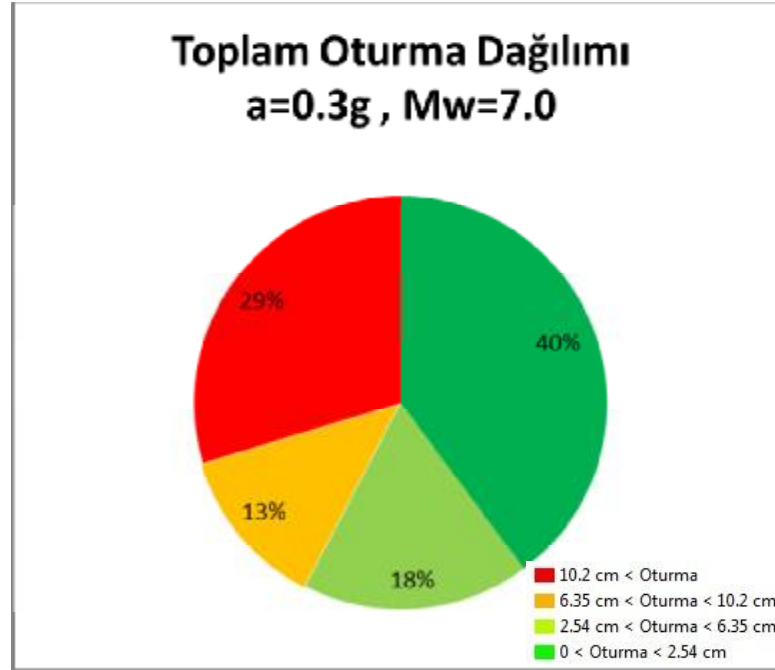
EK-6. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma oturma analizleri

Harita 6.8. Ardebil şehri için $a_{max}=0.3g$, $M_w=6.5$ olduğunda oturma haritasıŞekil 6.8. Ardebil şehri için $a_{max}=0.3g$, $M_w=6.5$ olduğunda oturma dağılımı

EK-6. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma oturma analizleri

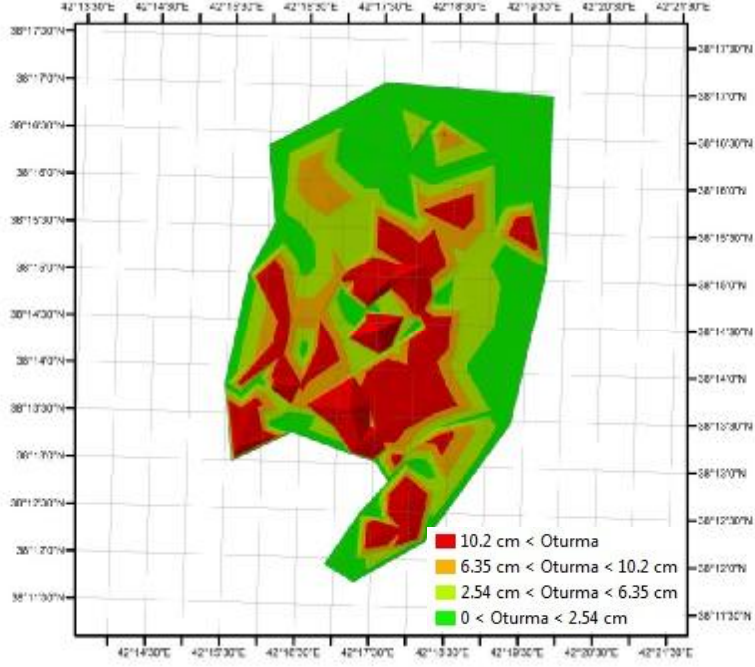
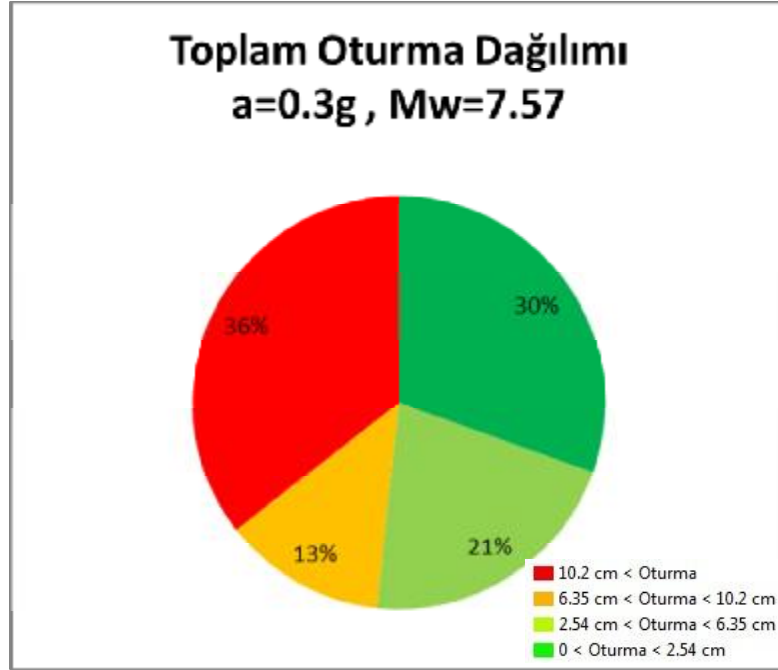


Harita 6.9. Ardebil şehri için $a_{max}=0.3g$, $M_w=7.0$ olduğunda oturma haritası

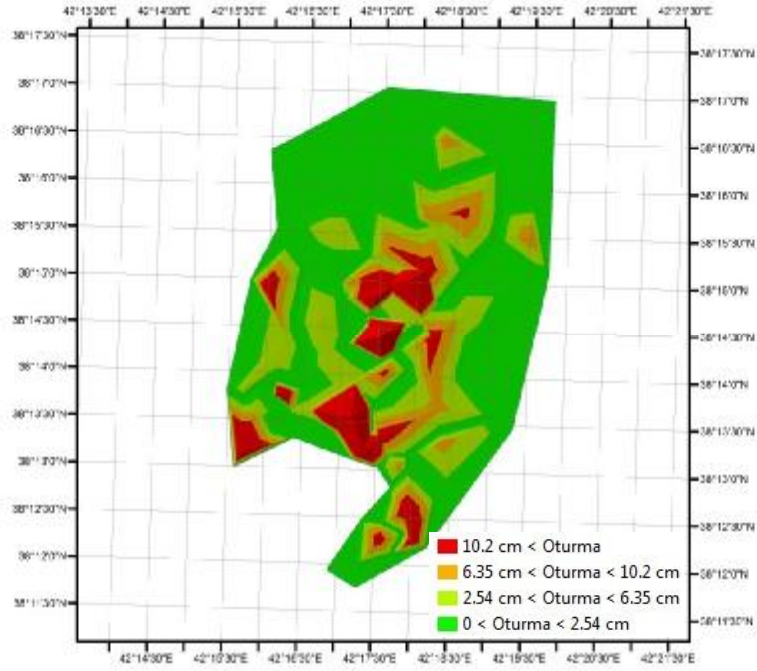
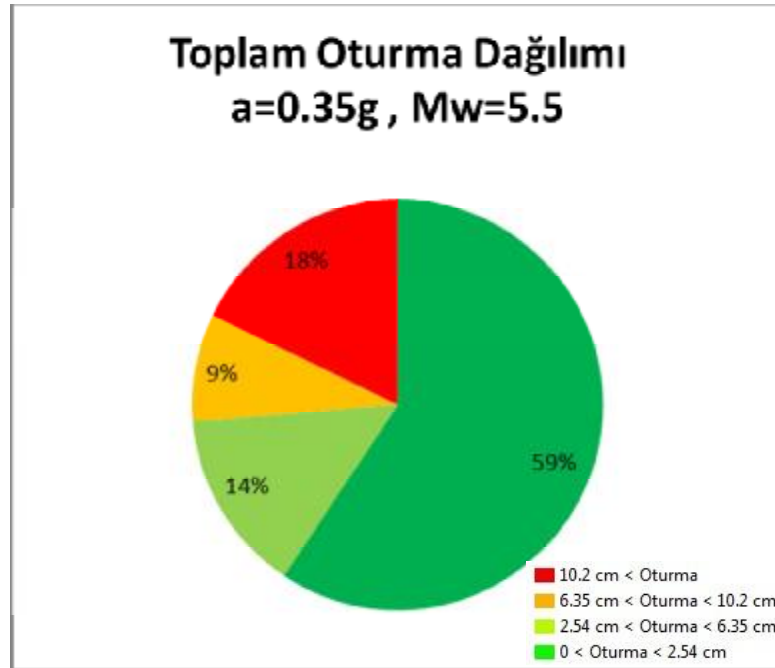


Şekil 6.9. Ardebil şehri için $a_{max}=0.3g$, $M_w=7.0$ olduğunda oturma dağılımı

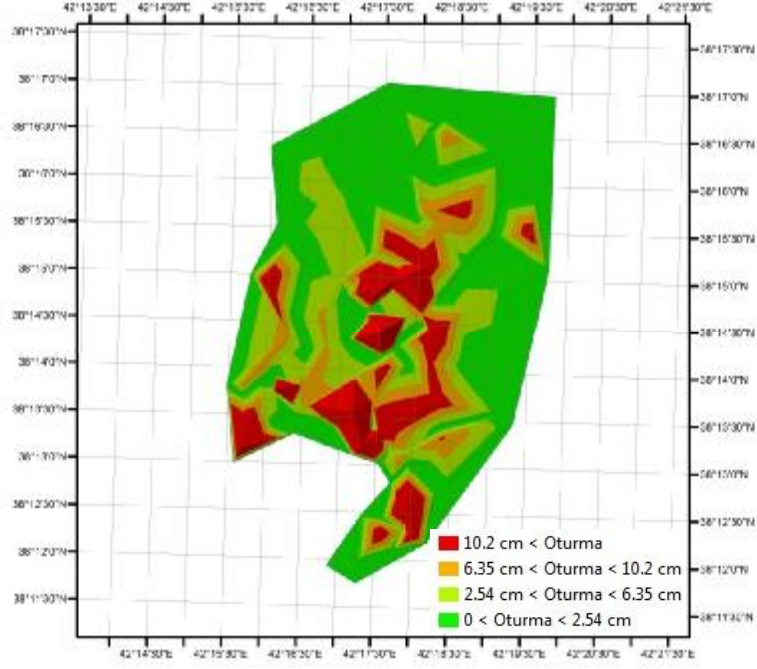
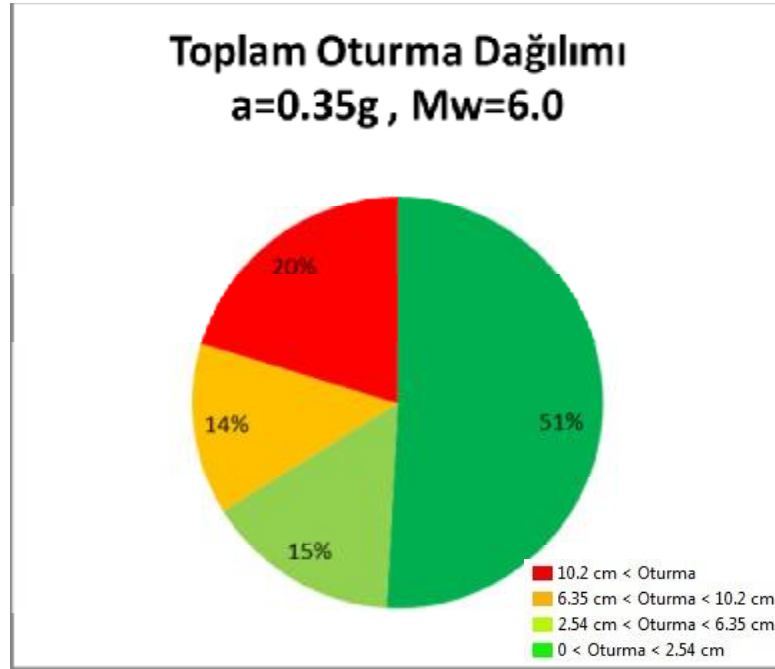
EK-6. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma oturma analizleri

Harita 6.10. Ardebil şehri için $a_{max}=0.3g$, $M_w=7.57$ olduğunda oturma haritasıŞekil 6.10. Ardebil şehri için $a_{max}=0.3g$, $M_w=7.57$ olduğunda oturma dağılımı

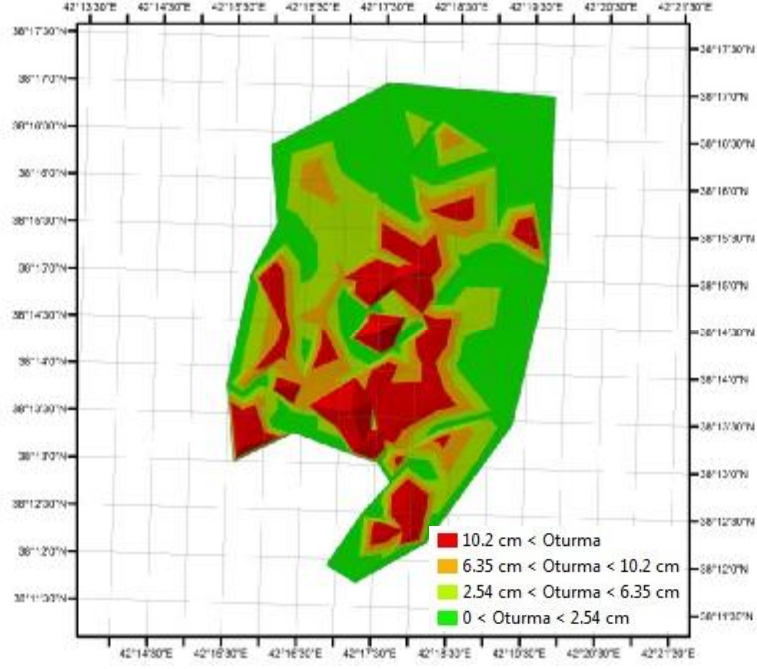
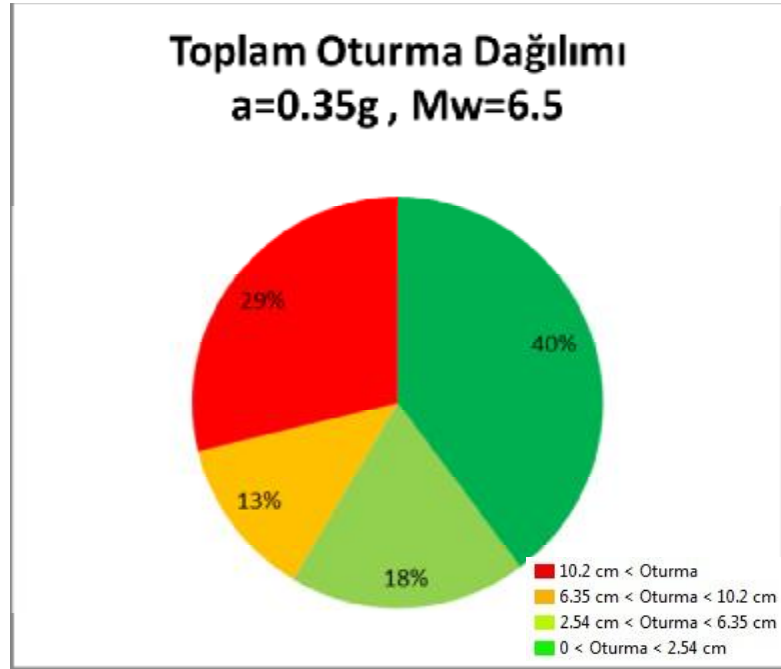
EK-6. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma oturma analizleri

Harita 6.11. Ardebil şehri için $a_{max}=0.35g$, $M_w=5.5$ olduğunda oturma haritasıŞekil 6.11. Ardebil şehri için $a_{max}=0.35g$, $M_w=5.5$ olduğunda oturma dağılımı

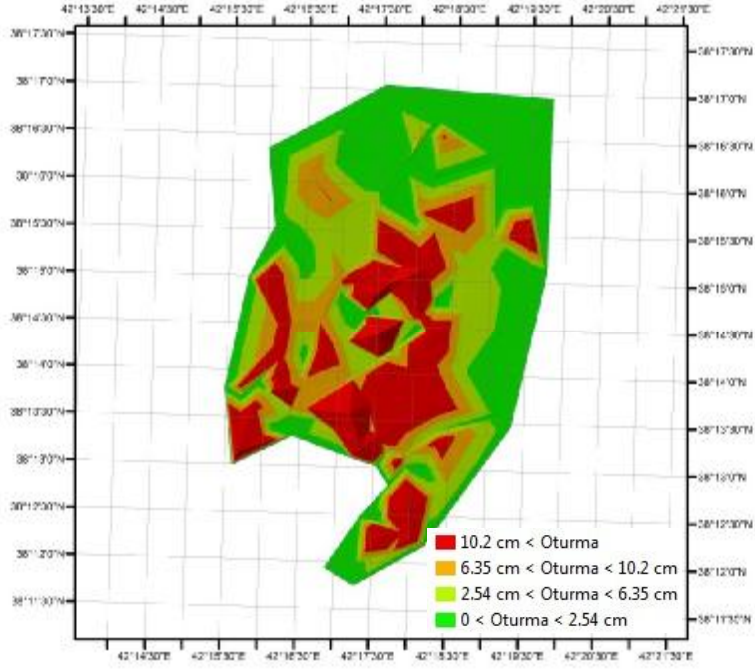
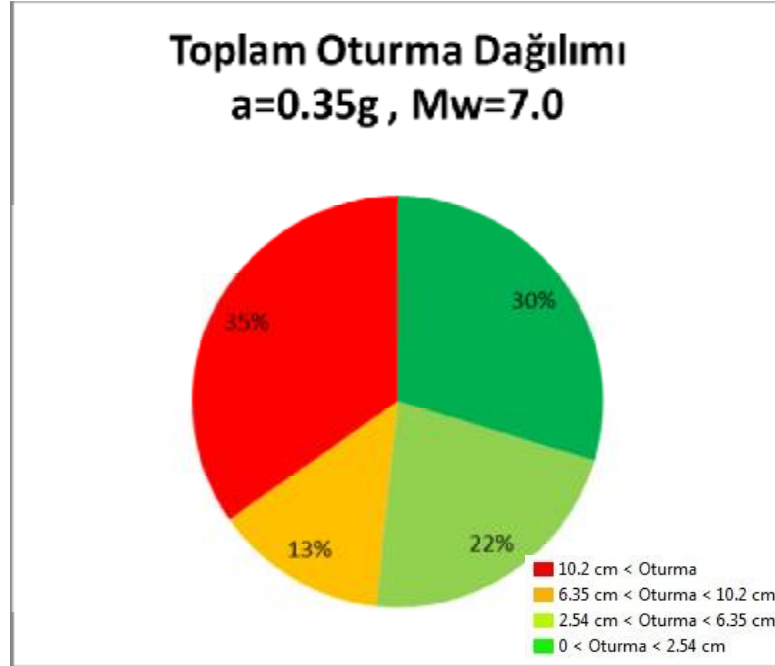
EK-6. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma oturma analizleri

Harita 6.12. Ardebil şehri için $a_{max}=0.35g$, $M_w=6.0$ olduğunda oturma haritasıŞekil 6.12. Ardebil şehri için $a_{max}=0.35g$, $M_w=6.0$ olduğunda oturma dağılımı

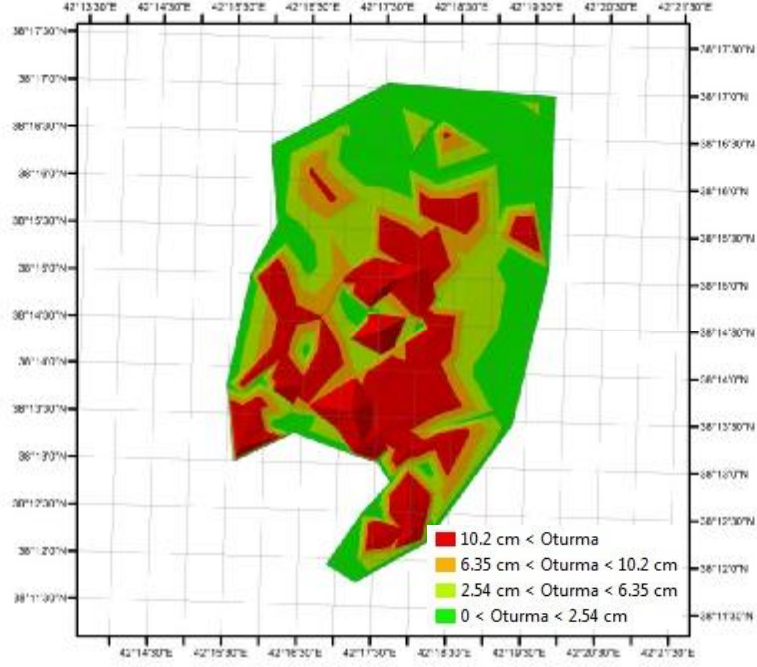
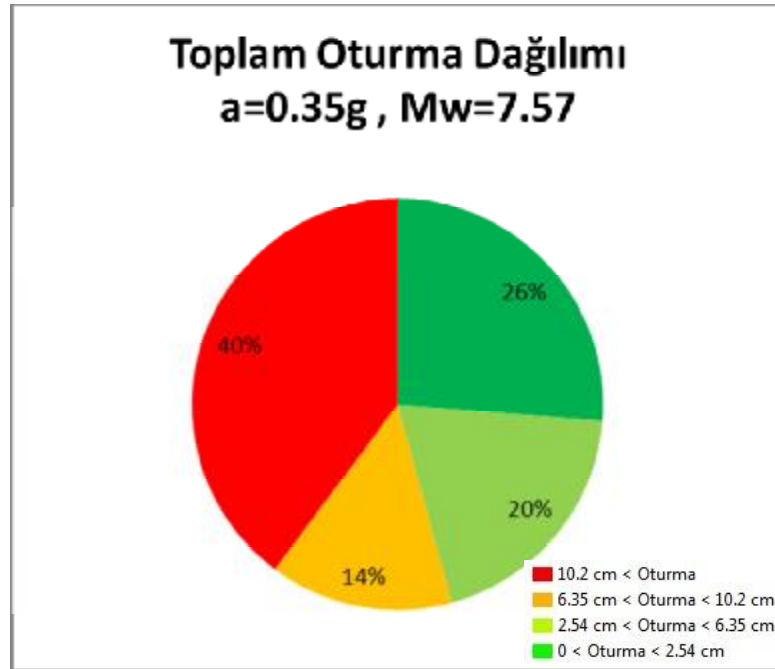
EK-6. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma oturma analizleri

Harita 6.13. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.35g$, $M_w=6.5$ olduğunda oturma haritasıŞekil 6.13. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.35g$, $M_w=6.5$ olduğunda oturma dağılımı

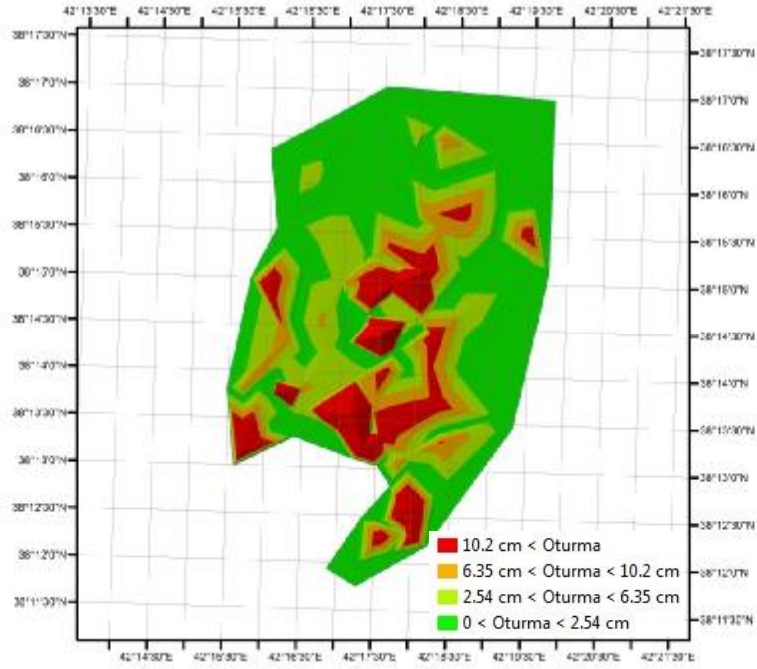
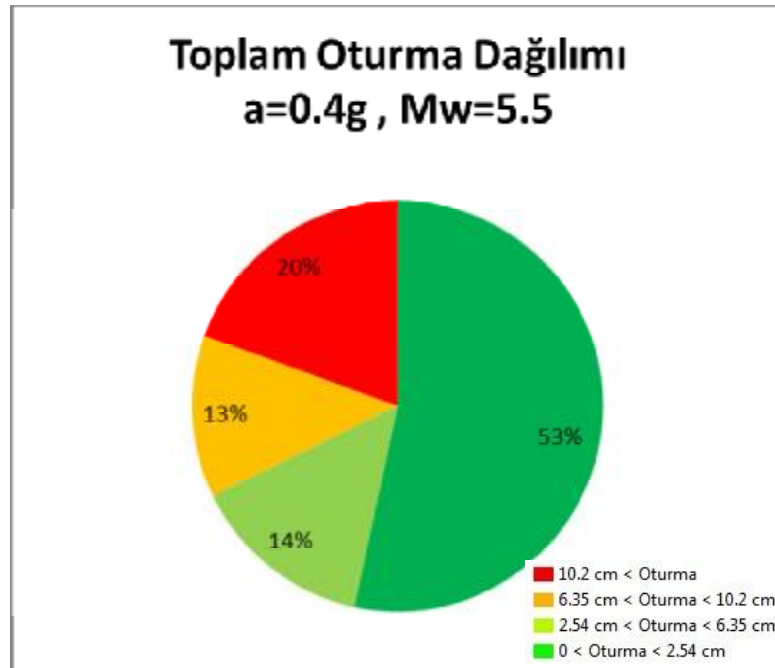
EK-6. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma oturma analizleri

Harita 6.14. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.35g$, $M_w=7.0$ olduğunda oturma haritasıŞekil 6.14. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.35g$, $M_w=7.0$ olduğunda oturma dağılımı

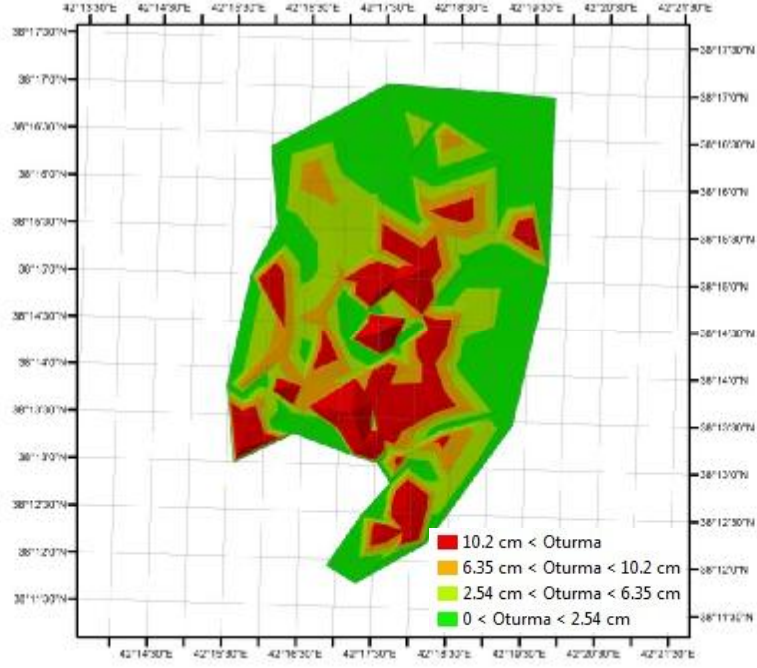
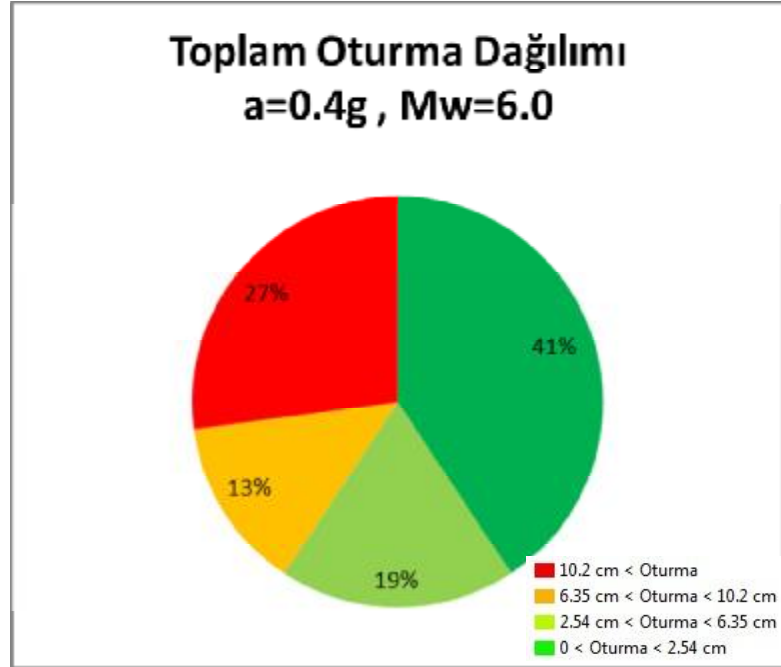
EK-6. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma oturma analizleri

Harita 6.15. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.35g$, $M_w=7.57$ olduğunda oturma haritasıŞekil 6.15. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.35g$, $M_w=7.57$ olduğunda oturma dağılımı

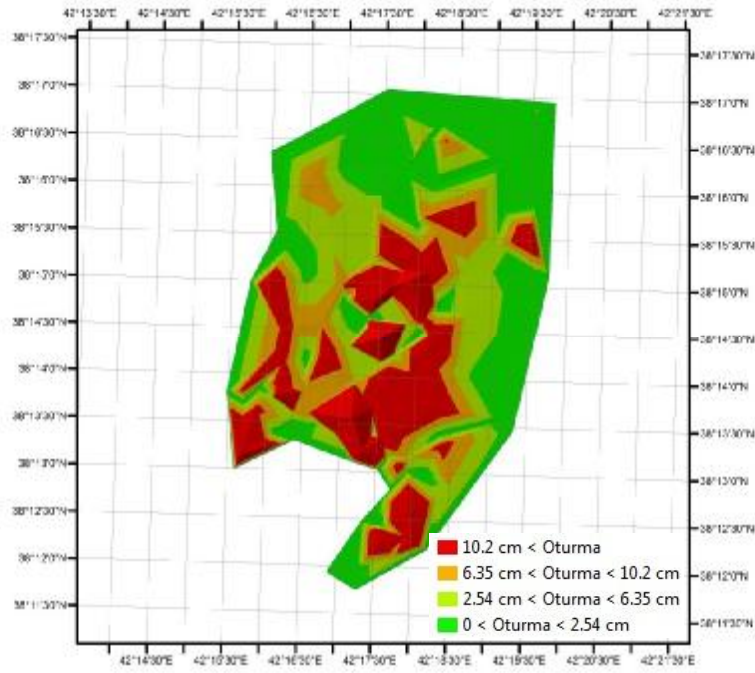
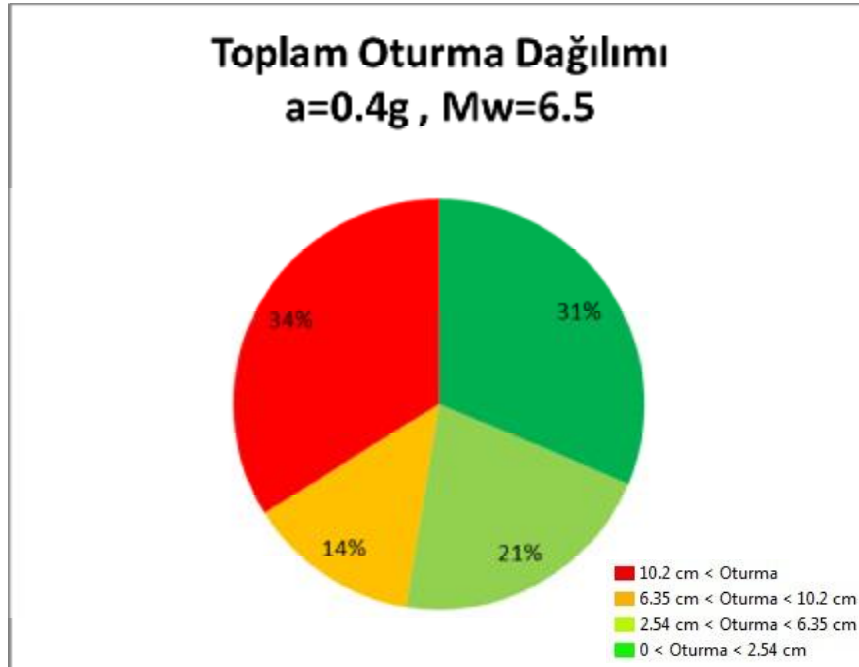
EK-6. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma oturma analizleri

Harita 6.16. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=5.5$ olduğunda oturma haritasıŞekil 6.16. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=5.5$ olduğunda oturma dağılımı

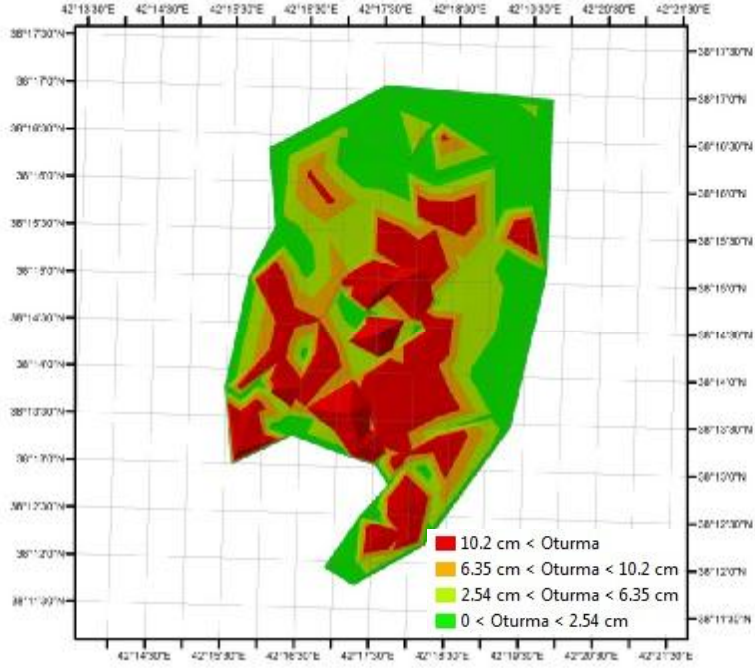
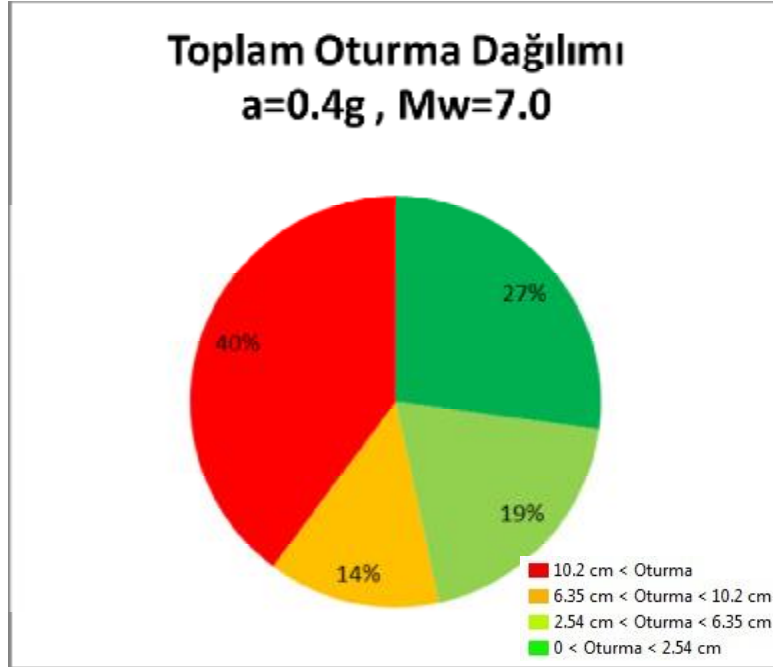
EK-6. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma oturma analizleri

Harita 6.17. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=6.0$ olduğunda oturma haritasıŞekil 6.17. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=6.0$ olduğunda oturma dağılımı

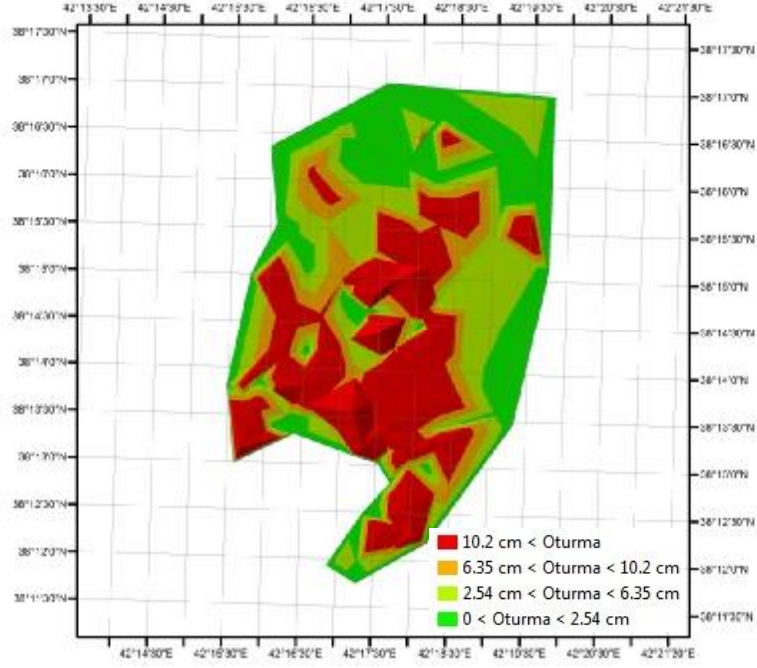
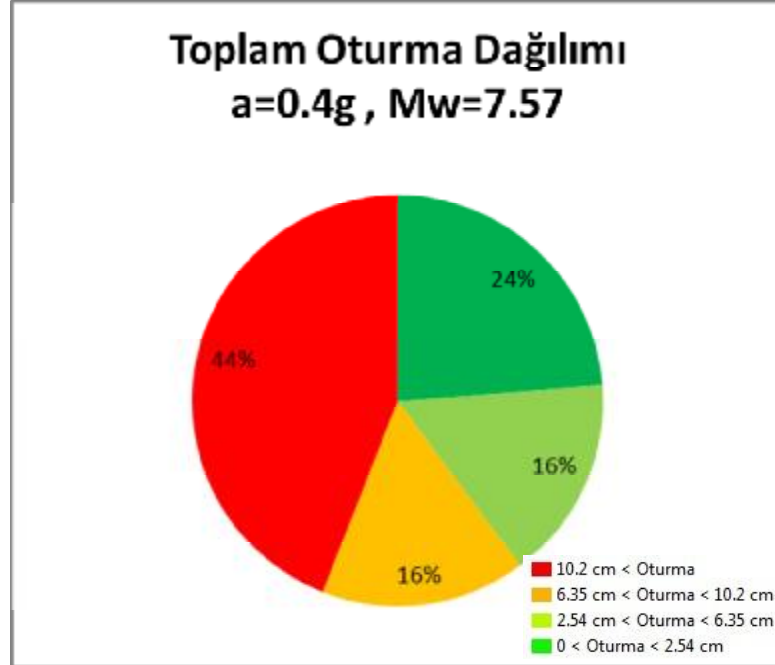
EK-6. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma oturma analizleri

Harita 6.18. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=6.5$ olduğunda oturma haritasıŞekil 6.18. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=6.5$ olduğunda oturma dağılımı

EK-6. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma oturma analizleri

Harita 6.19. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.4g$, $M_w=7.0$ olduğunda oturma haritasıŞekil 6.19. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.4g$, $M_w=7.0$ olduğunda oturma dağılımı

EK-6. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma oturma analizleri

Harita 6.20. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.4g$, $M_w=7.57$ olduğunda oturma haritasıŞekil 6.20. Ardebil şehri için $a_{\max}=0.4g$, $M_w=7.57$ olduğunda oturma dağılımı

EK-7. Ardebil şehri sıvılaşma potansiyel indeksi ile hasar hesabı

1.ci yöntem :

Çizelge 7.1. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=5.5$ olduğunda LPI ile hasar hesabı

LPI	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (\$)
0	0.81	9,593,640	99,934	0
0 - 5	0.19	2,250,360	23,441	0
5 - 10	0	0	0	0
10 - 15	0	0	0	0
15 <	0	0	0	0
Toplam				0

Çizelge 7.2. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=6.0$ olduğunda LPI ile hasar hesabı

LPI	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (\$)
0	0.76	9,001,440	93,765	0
0 - 5	0.21	2,487,240	25,909	0
5 - 10	0.03	355,320	3,701	42,638,400
10 - 15	0	0	0	0
15 <	0	0	0	0
Toplam				42,638,400

Çizelge 7.3. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=6.5$ olduğunda LPI ile hasar hesabı

LPI	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (\$)
0	0.64	7,580,160	78,960	0
0 - 5	0.3	3,553,200	37,013	0
5 - 10	0.06	710,640	7,403	85,276,800
10 - 15	0	0	0	0
15 <	0	0	0	0
Toplam				85,276,800

EK-7. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma potansiyel indeksi ile hasar hesabı

Çizelge 7.4. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=7.0$ olduğunda LPI ile hasar hesabı

LPI	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (\$)
0	0.55	6,514,200	67,856	0
0 - 5	0.34	4,026,960	41,948	0
5 - 10	0.09	1,065,960	11,104	127,915,200
10 - 15	0.02	236,880	2,468	39,085,200
15 <	0	0	0	0
Toplam				167,000,400

Çizelge 7.5. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=7.57$ olduğunda LPI ile hasar hesabı

LPI	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (\$)
0	0.45	5,329,800	55,519	0
0 - 5	0.36	4,263,840	44,415	0
5 - 10	0.15	1,776,600	18,506	213,192,000
10 - 15	0.02	236,880	2,468	39,085,200
15 <	0.02	236,880	2,468	71,064,000
Toplam				323,341,200

Çizelge 7.6. Ardebil şehri için $a_{max}=0.3g$, $M_w=5.5$ olduğunda LPI ile hasar hesabı

LPI	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (\$)
0	0.76	9,001,440	93,765	0
0 - 5	0.21	2,487,240	25,909	0
5 - 10	0.03	355,320	3,701	42,638,400
10 - 15	0	0	0	0
15 <	0	0	0	0
Toplam				42,638,400

EK-7. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma potansiyel indeksi ile hasar hesabı

Çizelge 7.7. Ardebil şehri için $a_{max}=0.3g$, $M_w=6.0$ olduğunda LPI ile hasar hesabı

LPI	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (\$)
0	0.64	7,580,160	78,960	0
0 - 5	0.3	3,553,200	37,013	0
5 - 10	0.06	710,640	7,403	85,276,800
10 - 15	0	0	0	0
15 <	0	0	0	0
Toplam				85,276,800

Çizelge 7.8. Ardebil şehri için $a_{max}=0.3g$, $M_w=6.5$ olduğunda LPI ile hasar hesabı

LPI	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (\$)
0	0.55	6,514,200	67,856	0
0 - 5	0.32	3,790,080	39,480	0
5 - 10	0.11	1,302,840	13,571	156,340,800
10 - 15	0.02	236,880	2,468	39,085,200
15 <	0	0	0	0
Toplam				195,426,000

Çizelge 7.9. Ardebil şehri için $a_{max}=0.3g$, $M_w=7.0$ olduğunda LPI ile hasar hesabı

LPI	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (\$)
0	0.46	5,448,240	56,753	0
0 - 5	0.35	4,145,400	43,181	0
5 - 10	0.15	1,776,600	18,506	213,192,000
10 - 15	0.02	236,880	2,468	39,085,200
15 <	0.02	236,880	2,468	71,064,000
Toplam				323,341,200

EK-7. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma potansiyel indeksi ile hasar hesabı

Çizelge 7.10. Ardebil şehri için $a_{max}=0.3g$, $M_w=7.57$ olduğunda LPI ile hasar hesabı

LPI	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (\$)
0	0.36	4,263,840	44,415	0
0 - 5	0.38	4,500,720	46,883	0
5 - 10	0.18	2,131,920	22,208	255,830,400
10 - 15	0.06	710,640	7,403	117,255,600
15 <	0.02	236,880	2,468	71,064,000
Toplam				444,150,000

Çizelge 7.11. Ardebil şehri için $a_{max}=0.35g$, $M_w=5.5$ olduğunda LPI ile hasar hesabı

LPI	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (\$)
0	0.65	7,698,600	80,194	0
0 - 5	0.29	3,434,760	35,779	0
5 - 10	0.06	710,640	7,403	85,276,800
10 - 15	0	0	0	0
15 <	0	0	0	0
Toplam				85,276,800

Çizelge 7.12. Ardebil şehri için $a_{max}=0.35g$, $M_w=6.0$ olduğunda LPI ile hasar hesabı

LPI	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (\$)
0	0.56	6,632,640	69,090	0
0 - 5	0.34	4,026,960	41,948	0
5 - 10	0.08	947,520	9,870	113,702,400
10 - 15	0.02	236,880	2,468	39,085,200
15 <	0	0	0	0
Toplam				152,787,600

EK-7. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma potansiyel indeksi ile hasar hesabı

Çizelge 7.13. Ardebil şehri için $a_{max}=0.35g$, $M_w=6.5$ olduğunda LPI ile hasar hesabı

LPI	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (\$)
0	0.46	5,448,240	56,753	0
0 - 5	0.35	4,145,400	43,181	0
5 - 10	0.15	1,776,600	18,506	213,192,000
10 - 15	0.02	236,880	2,468	39,085,200
15 <	0.02	236,880	2,468	71,064,000
Toplam				323,341,200

Çizelge 7.14. Ardebil şehri için $a_{max}=0.35g$, $M_w=7.0$ olduğunda LPI ile hasar hesabı

LPI	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (\$)
0	0.38	4,500,720	46,883	0
0 - 5	0.37	4,382,280	45,649	0
5 - 10	0.18	2,131,920	22,208	255,830,400
10 - 15	0.05	592,200	6,169	97,713,000
15 <	0.02	236,880	2,468	71,064,000
Toplam				424,607,400

Çizelge 7.15. Ardebil şehri için $a_{max}=0.35g$, $M_w=7.57$ olduğunda LPI ile hasar hesabı

LPI	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (\$)
0	0.25	2,961,000	30,844	0
0 - 5	0.42	4,974,480	51,818	0
5 - 10	0.18	2,131,920	22,208	255,830,400
10 - 15	0.12	1,421,280	14,805	234,511,200
15 <	0.03	355,320	3,701	106,596,000
Toplam				596,937,600

EK-7. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma potansiyel indeksi ile hasar hesabı

Çizelge 7.16. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=5.5$ olduğunda LPI ile hasar hesabı

LPI	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (\$)
0	0.59	6,987,960	72,791	0
0 - 5	0.32	3,790,080	39,480	0
5 - 10	0.09	1,065,960	11,104	127,915,200
10 - 15	0	0	0	0
15 <	0	0	0	0
Toplam				127,915,200

Çizelge 7.17. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=6.0$ olduğunda LPI ile hasar hesabı

LPI	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (\$)
0	0.5	5,922,000	61,688	0
0 - 5	0.32	3,790,080	39,480	0
5 - 10	0.15	1,776,600	18,506	213,192,000
10 - 15	0.03	355,320	3,701	58,627,800
15 <	0	0	0	0
Toplam				271,819,800

Çizelge 7.18. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=6.5$ olduğunda LPI ile hasar hesabı

LPI	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (\$)
0	0.38	4,500,720	46,883	0
0 - 5	0.39	4,619,160	48,116	0
5 - 10	0.17	2,013,480	20,974	241,617,600
10 - 15	0.04	473,760	4,935	78,170,400
15 <	0.02	236,880	2,468	71,064,000
Toplam				390,852,000

EK-7. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma potansiyel indeksi ile hasar hesabı

Çizelge 7.19. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=7.0$ olduğunda LPI ile hasar hesabı

LPI	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (\$)
0	0.3	3,553,200	37,013	0
0 - 5	0.4	4,737,600	49,350	0
5 - 10	0.17	2,013,480	20,974	241,617,600
10 - 15	0.1	1,184,400	12,338	195,426,000
15 <	0.03	355,320	3,701	106,596,000
Toplam				543,639,600

Çizelge 7.20. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=7.57$ olduğunda LPI ile hasar hesabı

LPI	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (\$)
0	0.23	2,724,120	28,376	0
0 - 5	0.38	4,500,720	46,883	0
5 - 10	0.19	2,250,360	23,441	270,043,200
10 - 15	0.16	1,895,040	19,740	312,681,600
15 <	0.04	473,760	4,935	142,128,000
Toplam				724,852,800

2.ci yöntem :

Çizelge 7.21. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=5.5$ olduğunda LPI ile hasar hesabı

LPI	Dağılım payı	Bina sayısı	Alan (m ²)	Hasar (\$)
0	0.81	106215	10,196,669	0
0 - 5	0.19	24915	2,391,811	0
5 - 10	0	0	0	0
10 - 15	0	0	0	0
15 <	0	0	0	0
Toplam				0

EK-7. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma potansiyel indeksi ile hasar hesabı

Çizelge 7.22. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=6.0$ olduğunda LPI ile hasar hesabı

LPI	Dağılım payı	Bina sayısı	Alan (m ²)	Hasar (\$)
0	0.76	99659	9,567,245	0
0 - 5	0.21	27537	2,643,581	0
5 - 10	0.03	3934	377,654	45,318,528
10 - 15	0	0	0	0
15 <	0	0	0	0
Toplam				45,318,528

Çizelge 7.23. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=6.5$ olduğunda LPI ile hasar hesabı

LPI	Dağılım payı	Bina sayısı	Alan (m ²)	Hasar (\$)
0	0.64	83923	8,056,627	0
0 - 5	0.3	39339	3,776,544	0
5 - 10	0.06	7868	755,309	90,637,056
10 - 15	0	0	0	0
15 <	0	0	0	0
Toplam				90,637,056

Çizelge 7.24. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=7.0$ olduğunda LPI ile hasar hesabı

LPI	Dağılım payı	Bina sayısı	Alan (m ²)	Hasar (\$)
0	0.55	72122	6,923,664	0
0 - 5	0.34	44584	4,280,083	0
5 - 10	0.09	11802	1,132,963	135,955,584
10 - 15	0.02	2623	251,770	41,541,984
15 <	0	0	0	0
Toplam				177,497,568

EK-7. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma potansiyel indeksi ile hasar hesabı

Çizelge 7.25. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=7.57$ olduğunda LPI ile hasar hesabı

LPI	Dağılım payı	Bina sayısı	Alan (m ²)	Hasar (\$)
0	0.45	59009	5,664,816	0
0 - 5	0.36	47207	4,531,853	0
5 - 10	0.15	19670	1,888,272	226,592,640
10 - 15	0.02	2623	251,770	41,541,984
15 <	0.02	2623	251,770	75,530,880
Toplam				343,665,504

Çizelge 7.26. Ardebil şehri için $a_{max}=0.3g$, $M_w=5.5$ olduğunda LPI ile hasar hesabı

LPI	Dağılım payı	Bina sayısı	Alan (m ²)	Hasar (\$)
0	0.76	99659	9,567,245	0
0 - 5	0.21	27537	2,643,581	0
5 - 10	0.03	3934	377,654	45,318,528
10 - 15	0	0	0	0
15 <	0	0	0	0
Toplam				45,318,528

Çizelge 7.27. Ardebil şehri için $a_{max}=0.3g$, $M_w=6.0$ olduğunda LPI ile hasar hesabı

LPI	Dağılım payı	Bina sayısı	Alan (m ²)	Hasar (\$)
0	0.64	83923	8,056,627	0
0 - 5	0.3	39339	3,776,544	0
5 - 10	0.06	7868	755,309	90,637,056
10 - 15	0	0	0	0
15 <	0	0	0	0
Toplam				90,637,056

EK-7. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma potansiyel indeksi ile hasar hesabı

Çizelge 7.28. Ardebil şehri için $a_{max}=0.3g$, $M_w=6.5$ olduğunda LPI ile hasar hesabı

LPI	Dağılım payı	Bina sayısı	Alan (m ²)	Hasar (\$)
0	0.55	72122	6,923,664	0
0 - 5	0.32	41962	4,028,314	0
5 - 10	0.11	14424	1,384,733	166,167,936
10 - 15	0.02	2623	251,770	41,541,984
15 <	0	0	0	0
Toplam				207,709,920

Çizelge 7.29. Ardebil şehri için $a_{max}=0.3g$, $M_w=7.0$ olduğunda LPI ile hasar hesabı

LPI	Dağılım payı	Bina sayısı	Alan (m ²)	Hasar (\$)
0	0.46	60320	5,790,701	0
0 - 5	0.35	45896	4,405,968	0
5 - 10	0.15	19670	1,888,272	226,592,640
10 - 15	0.02	2623	251,770	41,541,984
15 <	0.02	2623	251,770	75,530,880
Toplam				343,665,504

Çizelge 7.30. Ardebil şehri için $a_{max}=0.3g$, $M_w=7.57$ olduğunda LPI ile hasar hesabı

LPI	Dağılım payı	Bina sayısı	Alan (m ²)	Hasar (\$)
0	0.36	47207	4,531,853	0
0 - 5	0.38	49829	4,783,622	0
5 - 10	0.18	23603	2,265,926	271,911,168
10 - 15	0.06	7868	755,309	124,625,952
15 <	0.02	2623	251,770	75,530,880
Toplam				472,068,000

EK-7. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma potansiyel indeksi ile hasar hesabı

Çizelge 7.31. Ardebil şehri için $a_{max}=0.35g$, $M_w=5.5$ olduğunda LPI ile hasar hesabı

LPI	Dağılım payı	Bina sayısı	Alan (m ²)	Hasar (\$)
0	0.65	85235	8,182,512	0
0 - 5	0.29	38028	3,650,659	0
5 - 10	0.06	7868	755,309	90,637,056
10 - 15	0	0	0	0
15 <	0	0	0	0
Toplam				90,637,056

Çizelge 7.32. Ardebil şehri için $a_{max}=0.35g$, $M_w=6.0$ olduğunda LPI ile hasar hesabı

LPI	Dağılım payı	Bina sayısı	Alan (m ²)	Hasar (\$)
0	0.56	73433	7,049,549	0
0 - 5	0.34	44584	4,280,083	0
5 - 10	0.08	10490	1,007,078	120,849,408
10 - 15	0.02	2623	251,770	41,541,984
15 <	0	0	0	0
Toplam				162,391,392

Çizelge 7.33. Ardebil şehri için $a_{max}=0.35g$, $M_w=6.5$ olduğunda LPI ile hasar hesabı

LPI	Dağılım payı	Bina sayısı	Alan (m ²)	Hasar (\$)
0	0.46	60320	5,790,701	0
0 - 5	0.35	45896	4,405,968	0
5 - 10	0.15	19670	1,888,272	226,592,640
10 - 15	0.02	2623	251,770	41,541,984
15 <	0.02	2623	251,770	75,530,880
Toplam				343,665,504

EK-7. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma potansiyel indeksi ile hasar hesabı

Çizelge 7.34. Ardebil şehri için $a_{max}=0.35g$, $M_w=7.0$ olduğunda LPI ile hasar hesabı

LPI	Dağılım payı	Bina sayısı	Alan (m ²)	Hasar (\$)
0	0.38	49829	4,783,622	0
0 - 5	0.37	48518	4,657,738	0
5 - 10	0.18	23603	2,265,926	271,911,168
10 - 15	0.05	6557	629,424	103,854,960
15 <	0.02	2623	251,770	75,530,880
Toplam				451,297,008

Çizelge 7.35. Ardebil şehri için $a_{max}=0.35g$, $M_w=7.57$ olduğunda LPI ile hasar hesabı

LPI	Dağılım payı	Bina sayısı	Alan (m ²)	Hasar (\$)
0	0.25	32783	3,147,120	0
0 - 5	0.42	55075	5,287,162	0
5 - 10	0.18	23603	2,265,926	271,911,168
10 - 15	0.12	15736	1,510,618	249,251,904
15 <	0.03	3934	377,654	113,296,320
Toplam				634,459,392

Çizelge 7.36. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=5.5$ olduğunda LPI ile hasar hesabı

LPI	Dağılım payı	Bina sayısı	Alan (m ²)	Hasar (\$)
0	0.59	77367	7,427,203	0
0 - 5	0.32	41962	4,028,314	0
5 - 10	0.09	11802	1,132,963	135,955,584
10 - 15	0	0	0	0
15 <	0	0	0	0
Toplam				135,955,584

EK-7. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma potansiyel indeksi ile hasar hesabı

Çizelge 7.37. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=6.0$ olduğunda LPI ile hasar hesabı

LPI	Dağılım payı	Bina sayısı	Alan (m ²)	Hasar (\$)
0	0.5	65565	6,294,240	0
0 - 5	0.32	41962	4,028,314	0
5 - 10	0.15	19670	1,888,272	226,592,640
10 - 15	0.03	3934	377,654	62,312,976
15 <	0	0	0	0
Toplam				288,905,616

Çizelge 7.38. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=6.5$ olduğunda LPI ile hasar hesabı

LPI	Dağılım payı	Bina sayısı	Alan (m ²)	Hasar (\$)
0	0.38	49829	4,783,622	0
0 - 5	0.39	51141	4,909,507	0
5 - 10	0.17	22292	2,140,042	256,804,992
10 - 15	0.04	5245	503,539	83,083,968
15 <	0.02	2623	251,770	75,530,880
Toplam				415,419,840

Çizelge 7.39. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=7.0$ olduğunda LPI ile hasar hesabı

LPI	Dağılım payı	Bina sayısı	Alan (m ²)	Hasar (\$)
0	0.3	39339	3,776,544	0
0 - 5	0.4	52452	5,035,392	0
5 - 10	0.17	22292	2,140,042	256,804,992
10 - 15	0.1	13113	1,258,848	207,709,920
15 <	0.03	3934	377,654	113,296,320
Toplam				577,811,232

EK-7. (Devam) Ardebil şehri sivilaşma potansiyel indeksi ile hasar hesabı

Çizelge 7.40. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=7.57$ olduğunda LPI ile hasar hesabı

LPI	Dağılım payı	Bina sayısı	Alan (m ²)	Hasar (\$)
0	0.23	30160	2,895,350	0
0 - 5	0.38	49829	4,783,622	0
5 - 10	0.19	24915	2,391,811	287,017,344
10 - 15	0.16	20981	2,014,157	332,335,872
15 <	0.04	5245	503,539	151,061,760
Toplam				770,414,976

EK-8. Ardebil şehri sivilaşmadan dolayı olan oturma ile hasar hesabı

1.ci yöntem :Çizelge 8.1. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=5.5$ olduğunda oturma ile hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.77	9,119,880	94,999	0.00	0
2.54 - 6.35	0.06	710,640	7,403	0.02	3589079.73
6.35- 10.2	0.08	947,520	9,870	0.18	50278302.71
10.2-20	0.04	473,760	4,935	0.42	59325115.50
20-33	0.02	236,880	2,468	0.72	51318038.28
33<	0.03	355,320	3,701	0.93	98769854.93
Toplam					263,280,391

Çizelge 8.2. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=6.0$ olduğunda oturma ile hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.66	7,817,040	81,428	0.00	0
2.54 - 6.35	0.1	1,184,400	12,338	0.02	5981799.54
6.35- 10.2	0.1	1,184,400	12,338	0.18	62847878.38
10.2-20	0.08	947,520	9,870	0.42	118650231.00
20-33	0.03	355,320	3,701	0.72	76977057.42
33<	0.03	355,320	3,701	0.94	100090966.31
Toplam					364,547,933

Çizelge 8.3. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=6.5$ olduğunda oturma ile hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.58	6,869,520	71,558	0.00	0
2.54 - 6.35	0.15	1,776,600	18,506	0.02	8972699.31
6.35- 10.2	0.09	1,065,960	11,104	0.18	56563090.55
10.2-20	0.11	1,302,840	13,571	0.42	163144067.63
20-33	0.04	473,760	4,935	0.72	102636076.57
33<	0.03	355,320	3,701	0.94	100722560.40
Toplam					432,038,494

EK-8. (Devam) Ardebil şehri sivilaşmadan dolayı olan oturma ile hasar hesabı

Çizelge 8.4. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=7.0$ olduğunda oturma ile hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.5	5,922,000	61,688	0.00	0
2.54 - 6.35	0.15	1,776,600	18,506	0.02	8972699.31
6 .35- 10.2	0.15	1,776,600	18,506	0.18	94271817.58
10.2-20	0.13	1,539,720	16,039	0.42	192806625.38
20-33	0.03	355,320	3,701	0.72	76977057.42
33<	0.04	473,760	4,935	0.95	135519936.30
Toplam					508,548,136

Çizelge 8.5. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=7.57$ olduğunda oturma ile hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.41	4,856,040	50,584	0.00	0
2.54 - 6.35	0.17	2,013,480	20,974	0.02	10169059.22
6 .35- 10.2	0.14	1,658,160	17,273	0.18	87987029.74
10.2-20	0.19	2,250,360	23,441	0.42	281794298.63
20-33	0.03	355,320	3,701	0.72	76977057.42
33<	0.06	710,640	7,403	0.95	203279904.45
Toplam					660,207,349

Çizelge 8.6. Ardebil şehri için $a_{max}=0.3g$, $M_w=5.5$ olduğunda oturma ile hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.66	7,817,040	81,428	0.00	0
2.54 - 6.35	0.1	1,184,400	12,338	0.10	34433514.99
6 .35- 10.2	0.11	1,302,840	13,571	0.25	97885900.12
10.2-20	0.07	829,080	8,636	0.56	140106229.20
20-33	0.03	355,320	3,701	0.82	87376371.31
33<	0.03	355,320	3,701	0.96	102335491.13
Toplam					462,137,507

EK-8. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşmadan dolayı olan oturma ile hasar hesabı

Çizelge 8.7. Ardebil şehri için $a_{max}=0.3g$, $M_w=6.0$ olduğunda oturma ile hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.58	6,869,520	71,558	0.00	0
2.54 - 6.35	0.15	1,776,600	18,506	0.10	51650272.48
6 .35- 10.2	0.09	1,065,960	11,104	0.25	80088463.74
10.2-20	0.13	1,539,720	16,039	0.56	260197282.80
20-33	0.04	473,760	4,935	0.82	116501828.42
33<	0.04	473,760	4,935	0.97	137622542.40
Toplam					646,060,390

Çizelge 8.8. Ardebil şehri için $a_{max}=0.3g$, $M_w=6.5$ olduğunda oturma ile hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.49	5,803,560	60,454	0.00	0
2.54 - 6.35	0.14	1,658,160	17,273	0.02	8374519.36
6 .35- 10.2	0.16	1,895,040	19,740	0.18	100556605.42
10.2-20	0.13	1,539,720	16,039	0.42	192806625.38
20-33	0.03	355,320	3,701	0.72	76977057.42
33<	0.05	592,200	6,169	0.95	168946013.29
Toplam					547,660,821

Çizelge 8.9. Ardebil şehri için $a_{max}=0.3g$, $M_w=7.0$ olduğunda oturma ile hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.4	4,737,600	49,350	0.00	0
2.54 - 6.35	0.18	2,131,920	22,208	0.02	10767239.18
6 .35- 10.2	0.13	1,539,720	16,039	0.18	81702241.90
10.2-20	0.2	2,368,800	24,675	0.42	296625577.50
20-33	0.03	355,320	3,701	0.72	76977057.42
33<	0.06	710,640	7,403	0.95	203481121.46
Toplam					669,553,237

EK-8. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşmadan dolayı olan oturma ile hasar hesabı

Çizelge 8.10. Ardebil şehri için $a_{max}=0.3g$, $M_w=7.57$ olduğunda oturma ile hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m ²)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.31	3,671,640	38,246	0.00	0
2.54 - 6.35	0.21	2,487,240	25,909	0.02	12561779.04
6 .35- 10.2	0.13	1,539,720	16,039	0.18	81702241.90
10.2-20	0.24	2,842,560	29,610	0.42	355950693.00
20-33	0.05	592,200	6,169	0.72	128295095.71
33<	0.07	829,080	8,636	0.95	237159888.53
Toplam					815,669,698

Çizelge 8.11. Ardebil şehri için $a_{max}=0.35g$, $M_w=5.5$ olduğunda oturma ile hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m ²)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.59	6,987,960	72,791	0.00	0
2.54 - 6.35	0.14	1,658,160	17,273	0.02	8374519.36
6 .35- 10.2	0.09	1,065,960	11,104	0.18	56563090.55
10.2-20	0.12	1,421,280	14,805	0.42	177975346.50
20-33	0.03	355,320	3,701	0.72	76977057.42
33<	0.03	355,320	3,701	0.95	100974204.78
Toplam					420,864,219

Çizelge 8.12. Ardebil şehri için $a_{max}=0.35g$, $M_w=6.0$ olduğunda oturma ile hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m ²)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.51	6,040,440	62,921	0.00	0
2.54 - 6.35	0.15	1,776,600	18,506	0.02	8972699.31
6 .35- 10.2	0.14	1,658,160	17,273	0.18	87987029.74
10.2-20	0.13	1,539,720	16,039	0.42	192806625.38
20-33	0.02	236,880	2,468	0.72	51318038.28
33<	0.05	592,200	6,169	0.95	168946013.29
Toplam					510,030,406

EK-8. (Devam) Ardebil şehri sivilaşmadan dolayı olan oturma ile hasar hesabı

Çizelge 8.13. Ardebil şehri için $a_{max}=0.35g$, $M_w=6.5$ olduğunda oturma ile hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.4	4,737,600	49,350	0.00	0
2.54 - 6.35	0.19	2,250,360	23,441	0.02	11365419.13
6 .35- 10.2	0.13	1,539,720	16,039	0.18	81702241.90
10.2-20	0.19	2,250,360	23,441	0.42	281794298.63
20-33	0.03	355,320	3,701	0.72	76977057.42
33<	0.06	710,640	7,403	0.95	203481121.46
Toplam					655,320,139

Çizelge 8.14. Ardebil şehri için $a_{max}=0.35g$, $M_w=7.0$ olduğunda oturma ile hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.3	3,553,200	37,013	0.00	0
2.54 - 6.35	0.22	2,605,680	27,143	0.02	13159958.99
6 .35- 10.2	0.13	1,539,720	16,039	0.18	81702241.90
10.2-20	0.22	2,605,680	27,143	0.42	326288135.25
20-33	0.06	710,640	7,403	0.72	153954114.85
33<	0.07	829,080	8,636	0.96	237745641.01
Toplam					812,850,092

Çizelge 8.15. Ardebil şehri için $a_{max}=0.35g$, $M_w=7.57$ olduğunda oturma ile hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.26	3,079,440	32,078	0.00	0
2.54 - 6.35	0.2	2,368,800	24,675	0.02	11963599.08
6 .35- 10.2	0.14	1,658,160	17,273	0.18	87987029.74
10.2-20	0.26	3,079,440	32,078	0.42	385613250.75
20-33	0.05	592,200	6,169	0.72	128295095.71
33<	0.09	1,065,960	11,104	0.96	306732104.86
Toplam					920,591,080

EK-8. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşmadan dolayı olan oturma ile hasar hesabı

Çizelge 8.16. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=5.5$ olduğunda oturma ile hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.53	6,277,320	65,389	0.00	0
2.54 - 6.35	0.15	1,776,600	18,506	0.02	8972699.31
6 .35- 10.2	0.13	1,539,720	16,039	0.18	81702241.90
10.2-20	0.12	1,421,280	14,805	0.42	177975346.50
20-33	0.03	355,320	3,701	0.72	76977057.42
33<	0.04	473,760	4,935	0.95	135156810.63
Toplam					480,784,156

Çizelge 8.17. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=6.0$ olduğunda oturma ile hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.41	4,856,040	50,584	0.00	0
2.54 - 6.35	0.19	2,250,360	23,441	0.02	11365419.13
6 .35- 10.2	0.13	1,539,720	16,039	0.18	81702241.90
10.2-20	0.18	2,131,920	22,208	0.42	266963019.75
20-33	0.04	473,760	4,935	0.72	102636076.57
33<	0.05	592,200	6,169	0.95	169399920.38
Toplam					632,066,678

Çizelge 8.18. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=6.5$ olduğunda oturma ile hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.31	3,671,640	38,246	0.00	0
2.54 - 6.35	0.21	2,487,240	25,909	0.02	12561779.04
6 .35- 10.2	0.14	1,658,160	17,273	0.18	87987029.74
10.2-20	0.21	2,487,240	25,909	0.42	311456856.38
20-33	0.06	710,640	7,403	0.72	153954114.85
33<	0.07	829,080	8,636	0.96	237745641.01
Toplam					803,705,421

EK-8. (Devam) Ardebil şehri sivilaşmadan dolayı olan oturma ile hasar hesabı

Çizelge 8.19. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=7.0$ olduğunda oturma ile hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.27	3,197,880	33,311	0.00	0
2.54 - 6.35	0.2	2,368,800	24,675	0.02	11963599.08
6 .35- 10.2	0.14	1,658,160	17,273	0.18	87987029.74
10.2-20	0.26	3,079,440	32,078	0.42	385613250.75
20-33	0.05	592,200	6,169	0.72	128295095.71
33<	0.08	947,520	9,870	0.96	272452192.85
Toplam					886,311,168

Çizelge 8.20. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=7.57$ olduğunda oturma ile hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.24	2,842,560	29,610	0.00	0
2.54 - 6.35	0.16	1,895,040	19,740	0.02	9570879.27
6 .35- 10.2	0.16	1,895,040	19,740	0.18	100556605.42
10.2-20	0.27	3,197,880	33,311	0.42	400444529.63
20-33	0.09	1,065,960	11,104	0.72	230931172.27
33<	0.08	947,520	9,870	0.96	272894643.00
Toplam					1,014,397,830

2.ci yöntem :

Çizelge 8.21. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=5.5$ olduğunda oturma ile hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.77	100970	9,693,130	0.00	0
2.54 - 6.35	0.06	7868	755,309	0.02	3814679.02
6 .35- 10.2	0.08	10490	1,007,078	0.18	53438653.16
10.2-20	0.04	5245	503,539	0.42	63054122.76
20-33	0.02	2623	251,770	0.72	54543743.55
33<	0.03	3934	377,654	0.93	104978245.81
Toplam					279,829,444

EK-8. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşmadan dolayı olan oturma ile hasar hesabı

Çizelge 8.22. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=6.0$ olduğunda oturma ile hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.66	86546	8,308,397	0.00	0
2.54 - 6.35	0.1	13113	1,258,848	0.02	6357798.37
6 .35- 10.2	0.1	13113	1,258,848	0.18	66798316.45
10.2-20	0.08	10490	1,007,078	0.42	126108245.52
20-33	0.03	3934	377,654	0.72	81815615.32
33<	0.03	3934	377,654	0.94	106382398.48
Toplam					387,462,374

Çizelge 8.23. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=6.5$ olduğunda oturma ile hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.58	76055	7,301,318	0.00	0
2.54 - 6.35	0.15	19670	1,888,272	0.02	9536697.56
6 .35- 10.2	0.09	11802	1,132,963	0.18	60118484.81
10.2-20	0.11	14424	1,384,733	0.42	173398837.59
20-33	0.04	5245	503,539	0.72	109087487.09
33<	0.03	3934	377,654	0.94	107053692.77
Toplam					459,195,200

Çizelge 8.24. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=7.0$ olduğunda oturma ile hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.5	65565	6,294,240	0.00	0
2.54 - 6.35	0.15	19670	1,888,272	0.02	9536697.56
6 .35- 10.2	0.15	19670	1,888,272	0.18	100197474.68
10.2-20	0.13	17047	1,636,502	0.42	204925898.97
20-33	0.03	3934	377,654	0.72	81815615.32
33<	0.04	5245	503,539	0.95	144038332.30
Toplam					540,514,019

EK-8. (Devam) Ardebil şehri sivilaşmadan dolayı olan oturma ile hasar hesabı

Çizelge 25. Ardebil şehri için $a_{max}=0.25g$, $M_w=7.57$ olduğunda oturma ile hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.41	53763	5,161,277	0.00	0
2.54 - 6.35	0.17	22292	2,140,042	0.02	10808257.23
6 .35- 10.2	0.14	18358	1,762,387	0.18	93517643.04
10.2-20	0.19	24915	2,391,811	0.42	299507083.11
20-33	0.03	3934	377,654	0.72	81815615.32
33<	0.06	7868	755,309	0.95	216057498.44
Toplam					701,706,097

Çizelge 8.26. Ardebil şehri için $a_{max}=0.3g$, $M_w=5.5$ olduğunda oturma ile hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.66	86546	8,308,397	0.00	0
2.54 - 6.35	0.1	13113	1,258,848	0.02	6357798.37
6 .35- 10.2	0.11	14424	1,384,733	0.18	73478148.10
10.2-20	0.07	9179	881,194	0.42	110344714.83
20-33	0.03	3934	377,654	0.72	81815615.32
33<	0.03	3934	377,654	0.94	106742051.98
Toplam					378,738,329

Çizelge 8.27. Ardebil şehri için $a_{max}=0.3g$, $M_w=6.0$ olduğunda oturma ile hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.58	76055	7,301,318	0.00	0
2.54 - 6.35	0.15	19670	1,888,272	0.02	9536697.56
6 .35- 10.2	0.09	11802	1,132,963	0.18	60118484.81
10.2-20	0.13	17047	1,636,502	0.42	204925898.97
20-33	0.04	5245	503,539	0.72	109087487.09
33<	0.04	5245	503,539	0.95	143397804.75
Toplam					527,066,373

EK-8. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşmadan dolayı olan oturma ile hasar hesabı

Çizelge 8.28. Ardebil şehri için $a_{max}=0.3g$, $M_w=6.5$ olduğunda oturma ile hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.49	64254	6,168,355	0.00	0
2.54 - 6.35	0.14	18358	1,762,387	0.02	8900917.72
6 .35- 10.2	0.16	20981	2,014,157	0.18	106877306.33
10.2-20	0.13	17047	1,636,502	0.42	204925898.97
20-33	0.03	3934	377,654	0.72	81815615.32
33<	0.05	6557	629,424	0.95	179565476.98
Toplam					582,085,215

Çizelge 8.29. Ardebil şehri için $a_{max}=0.3g$, $M_w=7.0$ olduğunda oturma ile hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.4	52452	5,035,392	0.00	0
2.54 - 6.35	0.18	23603	2,265,926	0.02	11444037.07
6 .35- 10.2	0.13	17047	1,636,502	0.18	86837811.39
10.2-20	0.2	26226	2,517,696	0.42	315270613.80
20-33	0.03	3934	377,654	0.72	81815615.32
33<	0.06	7868	755,309	0.95	216271363.38
Toplam					711,639,441

Çizelge 8.30. Ardebil şehri için $a_{max}=0.3g$, $M_w=7.57$ olduğunda oturma ile hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.31	40650	3,902,429	0.00	0
2.54 - 6.35	0.21	27537	2,643,581	0.02	13351376.58
6 .35- 10.2	0.13	17047	1,636,502	0.18	86837811.39
10.2-20	0.24	31471	3,021,235	0.42	378324736.56
20-33	0.05	6557	629,424	0.72	136359358.87
33<	0.07	9179	881,194	0.98	259739765.49
Toplam					874,613,049

EK-8. (Devam) Ardebil şehri sivilaşmadan dolayı olan oturma ile hasar hesabı

Çizelge 8.31. Ardebil şehri için $a_{max}=0.35g$, $M_w=5.5$ olduğunda oturma ile hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.59	77367	7,427,203	0.00	0
2.54 - 6.35	0.14	18358	1,762,387	0.02	8900917.72
6 .35- 10.2	0.09	11802	1,132,963	0.18	60118484.81
10.2-20	0.12	15736	1,510,618	0.42	189162368.28
20-33	0.03	3934	377,654	0.72	81815615.32
33<	0.03	3934	377,654	0.95	107321154.79
Toplam					447,318,541

Çizelge 8.32. Ardebil şehri için $a_{max}=0.35g$, $M_w=6.0$ olduğunda oturma ile hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.51	66876	6,420,125	0.00	0
2.54 - 6.35	0.15	19670	1,888,272	0.02	9536697.56
6 .35- 10.2	0.14	18358	1,762,387	0.18	93517643.04
10.2-20	0.13	17047	1,636,502	0.42	204925898.97
20-33	0.02	2623	251,770	0.72	54543743.55
33<	0.05	6557	629,424	0.95	179565476.98
Toplam					542,089,460

Çizelge 8.33. Ardebil şehri için $a_{max}=0.35g$, $M_w=6.5$ olduğunda oturma ile hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.4	52452	5,035,392	0.00	0
2.54 - 6.35	0.19	24915	2,391,811	0.02	12079816.90
6 .35- 10.2	0.13	17047	1,636,502	0.18	86837811.39
10.2-20	0.19	24915	2,391,811	0.42	299507083.11
20-33	0.03	3934	377,654	0.72	81815615.32
33<	0.06	7868	755,309	0.95	216271363.38
Toplam					696,511,690

EK-8. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşmadan dolayı olan oturma ile hasar hesabı

Çizelge 8.34. Ardebil şehri için $a_{max}=0.35g$, $M_w=7.0$ olduğunda oturma ile hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.3	39339	3,776,544	0.00	0
2.54 - 6.35	0.22	28849	2,769,466	0.02	13987156.41
6 .35- 10.2	0.13	17047	1,636,502	0.18	86837811.39
10.2-20	0.22	28849	2,769,466	0.42	346797675.18
20-33	0.06	7868	755,309	0.72	163631230.64
33<	0.07	9179	881,194	0.96	252689652.73
Toplam					863,943,526

Çizelge 8.35. Ardebil şehri için $a_{max}=0.35g$, $M_w=7.57$ olduğunda oturma ile hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.26	34094	3,273,005	0.00	0
2.54 - 6.35	0.2	26226	2,517,696	0.02	12715596.74
6 .35- 10.2	0.14	18358	1,762,387	0.18	93517643.04
10.2-20	0.26	34094	3,273,005	0.42	409851797.94
20-33	0.05	6557	629,424	0.72	136359358.87
33<	0.09	11802	1,132,963	0.96	326012408.60
Toplam					978,456,805

Çizelge 8.36. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=5.5$ olduğunda oturma ile hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.53	69499	6,671,894	0.00	0
2.54 - 6.35	0.15	19670	1,888,272	0.02	9536697.56
6 .35- 10.2	0.13	17047	1,636,502	0.18	86837811.39
10.2-20	0.12	15736	1,510,618	0.42	189162368.28
20-33	0.03	3934	377,654	0.72	81815615.32
33<	0.04	5245	503,539	0.95	143652381.58
Toplam					511,004,874

EK-8. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşmadan dolayı olan oturma ile hasar hesabı

Çizelge 8.37. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=6.0$ olduğunda oturma ile hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.41	53763	5,161,277	0.00	0
2.54 - 6.35	0.19	24915	2,391,811	0.02	12079816.90
6 .35- 10.2	0.13	17047	1,636,502	0.18	86837811.39
10.2-20	0.18	23603	2,265,926	0.42	283743552.42
20-33	0.04	5245	503,539	0.72	109087487.09
33<	0.05	6557	629,424	0.95	180047915.37
Toplam					671,796,583

Çizelge 8.38. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=6.5$ olduğunda oturma ile hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.31	40650	3,902,429	0.00	0
2.54 - 6.35	0.21	27537	2,643,581	0.02	13351376.58
6 .35- 10.2	0.14	18358	1,762,387	0.18	93517643.04
10.2-20	0.21	27537	2,643,581	0.42	331034144.49
20-33	0.06	7868	755,309	0.72	163631230.64
33<	0.07	9179	881,194	0.96	252689652.73
Toplam					854,224,047

Çizelge 8.39. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=7.0$ olduğunda oturma ile hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.27	35405	3,398,890	0.00	0
2.54 - 6.35	0.2	26226	2,517,696	0.02	12715596.74
6 .35- 10.2	0.14	18358	1,762,387	0.18	93517643.04
10.2-20	0.26	34094	3,273,005	0.42	409851797.94
20-33	0.05	6557	629,424	0.72	136359358.87
33<	0.08	10490	1,007,078	0.96	289577759.26
Toplam					942,022,156

EK-8. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşmadan dolayı olan oturma ile hasar hesabı

Çizelge 8.40. Ardebil şehri için $a_{max}=0.4g$, $M_w=7.57$ olduğunda oturma ile hasar hesabı

Oturma (cm)	Dağılım payı	Alan (m2)	Bina sayısı	Hasar (%)	Hasar (\$)
0 - 2.54	0.24	31471	3,021,235	0.00	0
2.54 - 6.35	0.16	20981	2,014,157	0.02	10172477.39
6 .35- 10.2	0.16	20981	2,014,157	0.18	106877306.33
10.2-20	0.27	35405	3,398,890	0.42	425615328.63
20-33	0.09	11802	1,132,963	0.72	245446845.96
33<	0.08	10490	1,007,078	0.96	290048020.56
Toplam					1,078,159,979

EK-9. Ardebil şehrisivilaşma analizinde kullanılan veritabanı

X	Y	from	to	ID	water %	LL	PL	PI	F.C	γ	σ_v	σ'_v	N	$N_{1,60}$
260026.00	4240321.00	1.00	2.00	CL	11.25	26.00	23.00	3.00	60.00	17.00	34	14.4	15	22
260026.00	4240321.00	2.00	5.00	GP	12.10				1	18.2	91	42	50	49
261142.00	4239559.00	1.00	2.00	CL		22.00	17.00	5.00	55.00	15.00	30	10.4	30	50
261142.00	4239559.00	2.00	5.00	GP	6.60				2	18	90	41	50	50
262217.00	4239890.00	1.00	3.00	GP					1	18.5	55.5	26.1	22	27
262217.00	4239890.00	3.00	5.00	GP	8.60				1	18	90	41	50	50
262341.00	4239338.00	1.00	3.00	SP					1.5	16	48	18.6	44	65
262341.00	4239338.00	3.00	5.00	SC	10.30	41.00	13.00	28.00	31.00	17.00	85	36	47	50
263141.00	4240620.00	1.00	2.00	CL	28.30	32.00	20.00	12.00	58.00	15.00	30	10.4	20	35
263141.00	4240620.00	2.00	3.00	GW					1	20	60	30.6	48	55
263141.00	4240620.00	3.00	5.00	GP	10.80				1	19	95	46	50	47
264244.00	4240138.00	1.00	3.00	CL	23.40	41.00	19.00	12.00	60.00	17.00	51	21.6	35	42
264244.00	4240138.00	3.00	4.00	GW					2.00	20.00	80	40.8	50	50
264244.00	4240138.00	3.00	4.00	GW					2.00	20.00	80	40.8	50	50
266092.00	4240400.00	1.00	3.00	GP	7.50				1.00	18.00	54	24.6	25	28
266092.00	4240400.00	3.00	5.00	GP					1.00	18.00	90	41	35	35
261555.00	423532.00	1.00	2.00	CL	14.10	26.00	15.00	11.00	61.00	16.00	32	12.4	25	40
261555.00	423532.00	2.00	3.00	SC	13.40				32.00	16.00	48	18.6	30	39
261555.00	423532.00	3.00	4.00	GP	7.30				1.00	18.00	72	32.8	50	56
261555.00	423532.00	4.00	5.00	GP	10.40				1.00	19.00	95	46	50	47

EK-9. (Devam) Ardebil şehrisivılaştırma analizinde kullanılan veritabanı

X	Y	from	to	ID	water %	LL	PL	PI	F.C	γ	σ_v	σ'_v	N	$N_{1,60}$
265416.00	4239380.00	1.00	2.00	CL		28.00	21.00	7.00	59.00	16.00	32	12.4	26	41
265416.00	4239380.00	2.00	3.00	CL	23.90	31.00	22.00	9.00	61.00	18.00	54	24.6	39	44
265416.00	4239380.00	3.00	5.00	GW	7.70				1.00	20.00	100	51	50	44
263527.00	4239255.00	1.00	2.00	SM	12.00	32.00	29.00	3.00	30.00	17.00	34	14.4	40	59
263527.00	4239255.00	2.00	5.00	GW	8.80				1.00	19.00	95	46	50	47
264120.00	4238952.00	1.00	3.00	GW	13.50				2.00	20.00	60	30.6	40	40
264120.00	4238952.00	3.00	5.00	GP	13.60				1.00	18.00	90	41	48	48
266051.00	4238538.00	1.00	2.00	SP	30.90				1.50	17.00	34	14.4	36	53
266051.00	4238538.00	2.00	4.00	SP	5.90				1.60	18.00	72	32.8	50	56
266051.00	4238538.00	4.00	5.00	SP	6.60				1.40	17.50	87.5	38.5	50	51
265416.00	4238442.00	1.00	2.00	CL	22.00	45.00	34.00	11.00	61.00	16.70	33.4	13.8	14	21
265416.00	4238442.00	2.00	3.00	CL	5.10				60.00	17.00	51	21.6	27	32
265416.00	4238442.00	3.00	5.00	GW	9.30				1.00	19.00	95	46	45	42
264658.00	4238359.00	1.00	2.00	CL	22.90	26.00	8.00	18.00	62.00	17.00	34	14.4	23	34
264658.00	4238359.00	2.00	3.00	GP	25.70				1.00	16.00	48	18.6	8	10
264658.00	4238359.00	3.00	5.00	GP	9.50				1.00	19.00	95	46	15	14
262865.00	4238566.00	1.00	3.00	SC	27.00				33.00	17.30	51.9	22.5	19	22
262865.00	4238566.00	3.00	5.00	GP	10.50				1.00	18.00	90	41	50	50
263693.00	4238207.00	1.00	2.00	S	38.90				30.00	15.00	30	10.4	14	24
263693.00	4238207.00	2.00	4.00	GP	7.80				1.00	20.00	80	40.8	32	32

EK-9. (Devam) Ardebil şehrisivilaşma analizinde kullanılan veritabanı

X	Y	from	to	ID	water %	LL	PL	PI	F.C	γ	σ_v	σ'_v	N	$N_{i,60}$
263693.00	4238207.00	4.00	5.00	GP	9.10				1.00	19.00	95	46	38	35
261970.00	4238096.00	1.00	2.00	CL	22.00	41.00	22.00	19.00	61.00	20.00	40	20.4	27	33
261970.00	4238096.00	2.00	3.00	GW	10.90				1.00	20.60	61.8	32.4	50	49
261970.00	4238096.00	3.00	5.00	GW	10.50				1.20	19.60	98	49	24	21
265265.00	4237794.00	1.00	3.00	GW	6.30				1.00	20.00	60	30.6	46	47
265265.00	4237794.00	3.00	5.00	GP	11.30				1.00	18.60	93	44	29	28
264134.00	4238056.00	1.00	3.00	GP	8.50				1.00	18.50	55.5	26.1	18	19
264134.00	4238056.00	3.00	5.00	GP	29.30				1.40	20.00	100	51	28	25
264699.00	4237242.00	1.00	2.00	SP	18.70				1.40	17.50	35	15.4	32	46
264699.00	4237242.00	2.00	5.00	GP	10.20				1.00	20.00	100	51	35	31
266065.00	4237214.00	1.00	3.00	SM	11.10				29.00	17.00	51	21.6	35	42
266065.00	4237214.00	3.00	5.00	GP	13.70				1.00	18.50	92.5	43.5	37	35
263403.00	4237270.00	1.00	3.00	CL	16.40	41.00	29.00	12.00	60.00	16.00	48	18.6	12	15
263403.00	4237270.00	3.00	5.00	CL	27.80	31.00	22.00	9.00	60.50	16.50	82.5	33.5	21	23
263913.00	4237242.00	1.00	3.00	SC	26.00				31.00	16.00	48	18.6	7	9
263913.00	4237242.00	3.00	5.00	SC	26.40				33.00	17.00	85	36	16	17
261211.00	4237780.00	1.00	2.00	CL	20.40	25.00	13.00	12.00	63.00	18.00	36	16.4	26	36
261211.00	4237780.00	2.00	3.00	GP	26.50				1.00	19.50	58.5	29.1	32	33
261211.00	4237780.00	3.00	4.00	CL	28.80	23.00	16.00	7.00	62.00	18.50	74	34.8	28	30
261211.00	4237780.00	4.00	5.00	SP	9.70				5.00	17.00	85	36	50	53

EK-9. (Devam) Ardebil şehrisivilaşma analizinde kullanılan veritabanı

X	Y	from	to	ID	water %	LL	PL	PI	F.C	γ	σ_v	σ'_v	N	$N_{1,60}$
262810.00	4237504.00	1.00	3.00	SP	28.30				15.00	16.00	48	18.6	36	47
262810.00	4237504.00	3.00	4.00	GW	31.70				1.00	18.00	72	32.8	18	20
262810.00	4237504.00	4.00	5.00	GW	11.20				1.00	19.00	95	46	50	47
264148.00	4236552.00	1.00	3.00	GP					1.00	19.00	57	27.6	29	31
264148.00	4236552.00	3.00	5.00	GP	9.70				1.00	19.00	95	46	50	47
261542.00	4237325.00	1.00	3.00	CL	26.40	30.00	25.00	5.00	58.00	15.00	45	15.6	28	40
261542.00	4237325.00	3.00	5.00	GP	9.10				1.00	19.00	95	46	50	47
264658.00	4236387.00	1.00	2.00	CL	16.10	32.00	30.00	2.00	62.00	17.00	34	14.4	17	25
264658.00	4236387.00	2.00	4.00	SW	18.40				2.00	17.00	68	28.8	19	20
264658.00	4236387.00	4.00	5.00	GW	6.60				1.00	20.00	100	51	50	44
265375.00	4235960.00	1.00	3.00	SC	27.20	30.00	9.00	21.00	30.00	16.50	49.5	20.1	28	35
265375.00	4235960.00	3.00	4.00	CL	22.50	38.00	13.00	25.00	61.00	16.00	64	24.8	34	43
265375.00	4235960.00	4.00	5.00	SM	7.10				30.00	17.60	88	39	23	23
260742.00	4236946.00	1.00	4.00	ML	19.90				80.00	17.00	68	28.8	12	12
260742.00	4236946.00	4.00	5.00	SP	32.00				2.00	17.00	85	36	7	7
262300.00	4236690.00	1.00	2.00	SM	11.70				33.00	16.50	33	13.4	24	37
262300.00	4236690.00	2.00	3.00	GP	24.70				1.00	17.60	52.8	23.4	36	47
262300.00	4236690.00	3.00	5.00	GW	15.20				2.00	20.00	100	51	50	44
262755.00	4236194.00	1.00	3.00	GW					1.50	19.50	58.5	29.1	20	20
262755.00	4236194.00	3.00	4.00	GP	11.90				1.00	18.00	72	32.8	32	35

EK-9. (Devam) Ardebil şehrisivilaşma analizinde kullanılan veritabanı

X	Y	from	to	ID	water %	LL	PL	PI	F.C	γ	σ_v	σ'_v	N	$N_{1,60}$
262755.00	4236194.00	4.00	5.00	GP	9.80				1.40	18.50	92.5	43.5	40	38
261845.00	4236222.00	1.00	2.00	GP	13.60				1.00	18.00	36	16.4	18	25
261845.00	4236222.00	2.00	4.00	GP	11.70				1.00	19.00	76	36.8	21	19
261845.00	4236222.00	4.00	5.00	GP	12.50				1.30	19.00	95	46	22	20
265485.00	4235132.00	1.00	2.00	SM	6.80				30.00	17.50	35	15.4	39	56
265485.00	4235132.00	2.00	4.00	SW	13.50				2.00	17.00	68	28.8	48	50
265485.00	4235132.00	4.00	5.00	SW	10.00				1.80	17.00	85	36	38	40
263844.00	4236070.00	1.00	2.00	SM	24.10				30.00	17.00	34	14.4	29	43
263844.00	4236070.00	2.00	5.00	GW	18.50				1.00	19.00	95	46	50	47
260645.00	4234994.00	1.00	2.00	CL	25.50	36.00	22.00	14.00	59.00	16.00	32	12.4	22	35
260645.00	4234994.00	2.00	3.00	GM	10.00				22.00	18.60	55.8	26.4	50	55
260645.00	4234994.00	3.00	5.00	GP	13.50				1.00	19.00	95	46	50	47
233169.00	4235891.00	1.00	3.00	GP	14.00				1.00	20.00	60	30.6	50	51
233169.00	4235891.00	3.00	5.00	GP	9.00				1.00	20.00	100	51	22	19
262507.00	4235077.00	1.00	3.00	CL	9.40	30.00	15.00	15.00	65.00	16.00	48	18.6	11	14
262507.00	4235077.00	3.00	5.00	GP	7.30	23.00	14.00	9.00	1.00	18.00	90	41	37	37
264630.00	4235298.00	1.00	2.00	SC	27.30	46.00	23.00	23.00	29.00	17.00	34	14.4	18	26
264630.00	4235298.00	2.00	3.00	SP	11.60				25.00	18.00	54	24.6	29	33
264630.00	4235298.00	3.00	5.00	SP					25.00	17.00	85	36	27	28
263100.00	4235242.00	1.00	2.00	CL	17.70	30.00	20.00	10.00	62.00	16.00	32	12.4	24	38

EK-9. (Devam) Ardebil şehrisivilaşma analizinde kullanılan veritabanı

X	Y	from	to	ID	water %	LL	PL	PI	F.C	γ	σ_v	σ'_v	N	$N_{1,60}$
263100.00	4235242.00	2.00	3.00	GP	10.90				1.00	20.00	60	30.6	42	42
263100.00	4235242.00	3.00	5.00	GW	11.80				1.00	20.00	100	51	32	28
263720.00	423746.00	1.00	4.00	SW	12.40				2.00	17.00	68	28.8	15	15
263720.00	423746.00	4.00	5.00	SP	13.40				1.50	17.00	85	36	18	19
265403.00	4234346.00	1.00	4.00	SP	13.30				1.60	17.00	68	28.8	48	50
265403.00	4234346.00	4.00	5.00	SW	14.00				1.80	18.00	90	41	42	42
261170.00	4234360.00	1.00	4.00	GW	8.80				1.00	19.00	76	36.8	32	29
261170.00	4234360.00	4.00	5.00	CL	38.90				61.00	16.00	80	31	28	32
262741.00	4236346.00	1.00	3.00	GP	10.90				1.00	18.00	54	24.6	39	44
262741.00	4236346.00	3.00	5.00	GP	9.70				1.00	18.00	90	41	42	42
261790.00	4234263.00	1.00	2.00	SM	11.60				30.00	17.20	34.4	14.8	18	26
261790.00	4234263.00	2.00	3.00	SP	20.20				1.50	17.00	51	21.6	15	18
261790.00	4234263.00	3.00	5.00	SC	29.00	25.00	18.00	7.00	33.00	17.00	85	36	45	48
260921.00	4234084.00	1.00	3.00	CL	26.50	47.00	13.00	34.00	63.00	16.00	48	18.6	22	28
260921.00	4234084.00	3.00	4.00	CL		52.00	20.00	32.00	63.00	16.00	64	24.8	28	36
260921.00	4234084.00	4.00	5.00	CL	28.90				64.00	16.00	80	31	42	48
263900.00	4233298.00	1.00	2.00	SM	21.10				30.00	17.00	34	14.4	34	50
263900.00	4233298.00	2.00	4.00	SM					30.00	17.00	68	28.8	50	52
263900.00	4233298.00	4.00	5.00	SM	14.40				30.00	17.00	85	36	40	42
263169.00	4233615.00	1.00	2.00	SM	27.80				30.00	17.00	34	14.4	36	53

EK-9. (Devam) Ardebil şehrisivilişma analizinde kullanılan veritabanı

X	Y	from	to	ID	water %	LL	PL	PI	F.C	γ	σ_v	σ'_v	N	$N_{1,60}$
263169.00	4233615.00	2.00	4.00	CL	22.80				60.00	17.00	68	28.8	22	23
263169.00	4233615.00	4.00	5.00	CL		31.00	19.00	12.00	61.00	17.00	85	36	16	17
264065.00	42344277.00	1.00	2.00	CL		29.00	15.00	14.00	58.00	17.00	34	14.4	46	68
264065.00	42344277.00	2.00	4.00	CL		33.00		13.00	60.00	17.00	68	28.8	47	49
264065.00	42344277.00	4.00	6.00	CL		40.00	22.00	18.00	60.00	18.00	108	49.2	49	44
264065.00	42344277.00	6.00	8.00	CL		50.00	25.00	25.00	61.00	18.00	144	65.6	50	44
264065.00	42344277.00	8.00	10.00	CL		39.00	14.00	25.00	61.00	18.00	180	82	50	41
265954.00	4237890.00	1.00	2.00	CL					60.00	18.00	36	16.4	18	25
265954.00	4237890.00	2.00	4.00	GP					1.00	19.00	76	36.8	25	26
265954.00	4237890.00	4.00	6.00	GP					1.00	19.00	114	55.2	27	26
265954.00	4237890.00	6.00	8.00	GP					1.00	19.00	152	73.6	28	23
265954.00	4237890.00	8.00	10.00	GC					1.00	19.00	190	92	27	21
263541.00	4233340.00	1.00	2.00	CL		28.00	13.00	15.00	62.00	16.00	32	12.4	14	22
263541.00	4233340.00	2.00	4.00	CL		26.00	9.00	17.00	61.00	16.00	64	24.8	19	24
263541.00	4233340.00	4.00	5.00	CL		28.00	8.00	16.00	61.00	17.00	85	36	50	53
263541.00	4233340.00	5.00	6.00	CL		25.00	9.00	16.00	60.00	17.00	102	43.2	22	24
263224.00	4236746.00	1.00	4.00	SC		30.00	10.00	20.00	30.00	17.00	68	28.8	23	27
263224.00	4236746.00	4.00	6.00	SC		30.00	12.00	18.00	30.00	17.00	102	43.2	18	19
262245.00	4236994.00	1.00	2.00	CL					64.00	17.00	34	14.4	15	22
262245.00	4236994.00	2.00	4.00	GP					1.00	19.00	76	36.8	25	26

EK-9. (Devam) Ardebil şehrisivılaştırma analizinde kullanılan veritabanı

X	Y	from	to	ID	water %	LL	PL	PI	F.C	γ	σ_v	σ'_v	N	$N_{1.60}$
262245.00	4236994.00	4.00	6.00	GW					1.00	19.00	114	55.2	27	26
260549.00	4234539.00	1.00	2.00	CL	28.00		9.40		61.00	17.00	34	14.4	17	25
260549.00	4234539.00	2.00	4.00	SC	32.00				29.00	17.00	68	28.8	21	25
260549.00	4234539.00	4.00	6.00	SC	42.00				30.00	18.00	108	49.2	23	23
260549.00	4234539.00	6.00	8.00	SC	50.00				30.00	18.00	144	65.6	25	22
260314.00	4234925.00	1.00	2.00	CL					60.00	16.00	32	12.4	24	38
260314.00	4234925.00	2.00	4.00	SM-SC					32.00	17.00	68	28.8	25	26
260314.00	4234925.00	4.00	6.00	SM-SC					32.00	17.00	102	43.2	23	22
260314.00	4234925.00	6.00	8.00	SM-SC					32.00	17.00	136	57.6	24	22
264162.00	4234043.00	1.00	2.00	CL		32.00	15.00	17.00	57.00	17.00	34	14.4	40	59
264162.00	4234043.00	2.00	4.00	CL		30.00	15.00	15.00	1.00	18.00	72	32.8	32	31
264162.00	4234043.00	4.00	6.00	CL		46.00	23.00	23.00	60.00	18.00	108	49.2	39	35
264162.00	4234043.00	6.00	8.00	CL		45.00	17.00	28.00	61.00	18.00	144	65.6	39	34
264162.00	4234043.00	8.00	10.00	CL		30.00	14.00	16.00	59.00	18.00	180	82	44	34
261100.00	4235463.00	1.00	2.00	CL		41.00	13.00	28.00	60.00	18.00	36	16.4	18	25
261100.00	4235463.00	2.00	4.00	GM					7.00	17.00	68	28.8	25	26
261100.00	4235463.00	4.00	6.00	GM					7.00	17.00	102	43.2	28	30
261100.00	4235463.00	6.00	8.00	GM					7.00	18.00	144	65.6	29	25
263569.00	4235270.00	1.00	2.00	CL		39.00	15.00	24.00	60.00	17.00	34	14.4	19	28
263569.00	4235270.00	2.00	4.00	GM					1.00	18.00	72	32.8	25	28

EK-9. (Devam) Ardebil şehrisivılaştırma analizinde kullanılan veritabanı

X	Y	from	to	ID	water %	LL	PL	PI	F.C	γ	σ_v	σ'_v	N	$N_{1,60}$
263569.00	4235270.00	4.00	6.00	SM					30.00	18.00	108	49.2	27	27
263569.00	4235270.00	6.00	8.00	SM					31.00	18.00	144	65.6	30	26
261169.00	4235904.00	1.00	2.00	CL		44.00	17.00	27.00	61.00	17.00	34	14.4	16	23
261169.00	4235904.00	2.00	4.00	GM					2.00	18.00	72	32.8	25	28
261169.00	4235904.00	4.00	6.00	GM					1.00	18.00	108	49.2	27	27
261169.00	4235904.00	6.00	8.00	GM					1.00	18.00	144	65.6	27	23
263389.00	4233436.00	1.00	2.00	CL		41.00	19.00	22.00	60.00	17.00	34	14.4	17	25
263389.00	4233436.00	2.00	4.00	CL		43.00	23.00	20.00	60.00	17.00	68	28.8	16	19
263389.00	4233436.00	4.00	6.00	GC		38.00	17.00	21.00	10.00	18.00	108	49.2	22	22
263389.00	4233436.00	6.00	8.00	GC		30.00	10.00	20.00	10.00	18.00	144	65.6	27	23
261643.00	4239101.00	0.50	2.00	SW					3.00	17.00	34	14.4	35	52
261643.00	4239101.00	2.00	4.00	SP					2.00	19.00	76	36.8	50	52
261643.00	4239101.00	4.00	6.00	GW					1.00	19.00	114	55.2	50	48
261643.00	4239101.00	6.00	8.00	SC		32.00	11.00	21.00	30.00	18.00	144	65.6	50	44
261643.00	4239101.00	8.00	10.00	SC		32.00	19.00	11.00	30.00	18.00	180	82	50	41
261643.00	4239101.00	10.00	12.00	SW					2.00	18.00	216	98.4	39	29
261643.00	4239101.00	12.00	15.00	SP					1.00	18.00	270	123	50	34
260979.00	4234847.00	0.50	2.00	GC		30.00	9.00	21.00	5.00	19.00	38	18.4	37	48
260979.00	4234847.00	2.00	4.00	GW-GM					8.00	19.00	76	36.8	50	52
260979.00	4234847.00	4.00	6.00	GW-GM					8.00	19.00	114	55.2	50	48

EK-9. (Devam) Ardebil şehrisivlaştırma analizinde kullanılan veritabanı

X	Y	from	to	ID	water %	LL	PL	PI	F.C	γ	σ_v	σ'_v	N	$N_{1,00}$
260979.00	4234847.00	6.00	8.00	GC		27.00	7.00	20.00	2.00	19.00	152	73.6	50	41
260979.00	4234847.00	8.00	10.00	GM					1.00	19.00	190	92	27	21
260979.00	4234847.00	1.00	1.50	GM	2.20				1.00	19.00	28.5	13.8	39	59
260979.00	4234847.00	2.50	3.00	GM					1.00	19.00	57	27.6	46	56
260979.00	4234847.00	4.00	4.50	GP-GM	3.80				9.00	19.00	85.5	41.4	41	40
260979.00	4234847.00	5.50	6.00	SM					30.00	18.00	108	49.2	40	40
260979.00	4234847.00	8.50	9.00	GC	13.50	25.00	17.50	7.50	3.00	18.00	162	73.8	32	26
260979.00	4234847.00	0.50	2.00	GW-GM					9.00	18.00	36	16.4	40	55
260979.00	4234847.00	2.00	4.00	GW					1.00	18.00	72	32.8	50	56
260979.00	4234847.00	4.00	6.00	SW-SM					1.00	18.00	108	49.2	50	51
260979.00	4234847.00	6.00	8.00	SM					30.00	18.00	144	65.6	28	24
260979.00	4234847.00	8.00	10.00	SM					31.00	18.00	180	82	30	25
260979.00	4234847.00	10.00	12.00	SM					30.00	18.00	216	98.4	35	26
260979.00	4234847.00	12.00	14.00	GW-GM					8.00	20.00	280	142.8	45	28
260979.00	4234847.00	14.00	16.00	GW-GM					8.00	20.00	320	163.2	50	29
260979.00	4234847.00	16.00	18.00	SW					2.00	19.00	342	165.6	26	15
260979.00	4234847.00	18.00	20.00	GW					1.00	18.00	360	164	28	16
264183.00	4233849.00	0.10	0.50	SM					2.00	18.00	9	4.1	17	47
264183.00	4233849.00	2.00	2.50	SM					2.00	18.00	45	20.5	27	33

EK-9. (Devam) Ardebil şehrisivilişma analizinde kullanılan veritabanı

X	Y	from	to	ID	water %	LL	PL	PI	F.C	γ	σ_v	σ'_v	N	$N_{1,60}$
264183.00	4233849.00	4.00	4.50	SC		31.00	21.00	10.00	32.00	17.00	76.5	32.4	27	30
264183.00	4233849.00	6.00	6.50	SM					31.00	18.00	117	53.3	39	38
264183.00	4233849.00	8.00	8.50	GC		33.00	22.00	11.00	5.00	18.00	153	69.7	47	40
264183.00	4233849.00	10.00	10.50	SM		37.00	26.00	11.00	1.00	18.00	189	86.1	50	40
264183.00	4233849.00	12.00	12.50	CL		45.00	24.00	21.00	65.00	19.00	237.5	115	31	21
264183.00	4233849.00	14.50	15.00	CL					67.00	19.00	285	138	32	20
264183.00	4233849.00	0.50	1.00	CL		35.00	23.00	12.00	66.00	19.00	19	9.2	16	29
264183.00	4233849.00	2.00	2.50	SP					2.00	17.00	42.5	18	16	21
264183.00	4233849.00	2.50	3.00	SP	4.00				2.00	17.00	51	21.6	17	20
264183.00	4233849.00	4.00	4.50	SP					2.00	17.00	76.5	32.4	17	19
264183.00	4233849.00	4.50	5.00	SP	2.00				2.00	18.00	90	41	18	18
264183.00	4233849.00	6.00	6.50	CL	12.00	35.00	24.00	11.00	63.00	18.00	117	53.3	26	25
264183.00	4233849.00	8.00	8.50	GP-GM					1.00	19.00	161.5	78.2	42	34
264183.00	4233849.00	8.50	9.00	GP-GM	15.00				1.00	19.00	171	82.8	45	35
264183.00	4233849.00	10.00	10.50	GC					4.00	19.00	199.5	96.6	46	35
264183.00	4233849.00	10.50	11.00	GC	13.00				4.00	18.00	198	90.2	46	36
264183.00	4233849.00	12.00	12.50	SP-SC					9.00	18.00	225	102.5	27	20
264183.00	4233849.00	12.50	13.00	SP-SC	25.00				9.00	18.00	234	106.6	25	18
263016.00	4232283.00	0.50	1.00	CL		47.00	18.00	29.00	62.00	17.00	17	7.2	17	35
263016.00	4232283.00	1.00	2.00	CH		57.00	21.00	36.00	68.00	18.00	36	16.4	30	41

EK-9. (Devam) Ardebil şehrisivılaştırma analizinde kullanılan veritabanı

X	Y	from	to	ID	water %	LL	PL	PI	F.C	γ	σ_v	σ'_v	N	$N_{1,60}$
263016.00	4232283.00	3.00	4.00	CL	21.20	41.00	17.00	24.00	67.00	18.00	72	32.8	36	40
263016.00	4232283.00	5.00	6.00	CL	24.20	40.00	17.00	23.00	67.00	18.00	108	49.2	27	27
263016.00	4232283.00	7.00	8.00	CL		40.00	19.00	21.00	67.00	18.00	144	65.6	35	30
263016.00	4232283.00	9.00	10.00	CH	21.30	56.00	24.00	32.00	66.00	18.00	180	82	36	30
263016.00	4232283.00	12.00	13.00	CH		55.00	26.00	29.00	66.00	18.00	234	106.6	40	29
263016.00	4232283.00	14.00	15.00	CH					66.00	18.00	270	123	50	34
261615.00	4243986.00	0.50	1.00	ML					65.00	16.00	16	6.2	12	27
261615.00	4243986.00	1.00	1.50	SC		27.0	19.5	7.5	30.00	17.00	25.5	10.8	17	29
261615.00	4243986.00	2.50	3.00	GW-GC		29.5	20.5	9.00	10.00	18.00	54	24.6	38	49
261615.00	4243986.00	5.50	6.00	CL					61.00	17.00	102	43.2	33	36
261615.00	4243986.00	7.00	7.50	CL	22.00	32	21	11	60.00	17.00	127.5	54	26	25
261615.00	4243986.00	8.50	9.00	CL					60.00	17.00	153	64.8	28	26
261615.00	4243986.00	11.50	12.00	GC		26.0	18.5	7.5	3.00	18.00	216	98.4	50	38
261615.00	4243986.00	14.50	15.00	SW-SC	14.20				6.00	18.00	270	123	50	34
261615.00	4243986.00	17.50	18.00	CL	15.90	30.0	21.0	9.0	63.00	18.00	324	147.6	45	27
261615.00	4243986.00	20.50	21.00	CL		32.0	24.0	8	62.00	18.00	378	172.2	50	28
262963.00	4231951.00	0.30	2.00	SP-SM					11.00	18.00	36	16.4	11	15
262963.00	4231951.00	2.00	4.00	SM					30.00	18.00	72	32.8	16	17
262963.00	4231951.00	4.00	6.50	ML					60.00	19.00	123.5	59.8	45	41
262963.00	4231951.00	6.50	8.00	SW-SM					11.00	18.00	144	65.6	16	14

EK-9. (Devam) Ardebil şehrisivilişma analizinde kullanılan veritabanı

X	Y	from	to	ID	water %	LL	PL	PI	F.C	γ	σ_v	σ'_v	N	$N_{1,60}$
262963.00	4231951.00	8.00	10.00	GM					3.00	19.00	190	92	50	39
262963.00	4231951.00	10.00	12.00	SP-SM					7.00	17.00	204	86.4	50	40
262963.00	4231951.00	12.00	14.00	SM					31.00	18.00	252	114.8	45	31
260313.00	4234689.00	0.30	2.00	CL		23.00	14.00	9.00	62.00	18.40	36.8	17.2	21	28
260313.00	4234689.00	2.00	4.00	GP- GM		25.00	6.00	19.00	6.00	18.80	75.2	36	50	53
260313.00	4234689.00	4.00	6.00	GP- GM		21.00			6.00	19.00	114	55.2	50	48
260313.00	4234689.00	6.00	8.00	GC		27.00	9.00	18.00	4.00	19.00	152	73.6	50	41
260313.00	4234689.00	8.00	10.00	GW		18.00			1.00	20.00	200	102	50	37
260313.00	4234689.00	10.00	12.00	SP-SM		19.00			7.00	18.00	216	98.4	50	38
260313.00	4234689.00	12.00	13.50	SC		28.00	9.00	19.00	63.00	17.00	229.5	97.2	50	38
260313.00	4234689.00	13.50	15.50	SM		21.00			59.00	17.00	263.5	111.6	50	35
261307.00	4234493.00	1.00	1.50	GW					1.00	16.00	24	9.3	44	81
261307.00	4234493.00	2.00	2.50	GP					3.00	17.00	42.5	18	50	66
261307.00	4234493.00	5.00	5.50	GP					3.00	17.00	93.5	39.6	50	50
261307.00	4234493.00	7.00	7.50	SC					31.00	16.00	120	46.5	37	38
261307.00	4234493.00	9.00	9.50	CL					63.00	18.00	171	77.9	46	39
261307.00	4234493.00	11.00	11.50	CL					62.00	18.00	207	94.3	31	24
261307.00	4234493.00	12.00	12.50	GP					1.00	19.00	237.5	115	45	31
261307.00	4234493.00	13.00	13.50	GP					1.00	19.00	256.5	124.2	50	33
261307.00	4234493.00	16.00	16.50	GW					1.30	20.00	330	168.3	50	29

EK-9. (Devam) Ardebil şehrisivılaştırma analizinde kullanılan veritabanı

X	Y	from	to	ID	water %	LL	PL	PI	F.C	γ	σ_v	σ'_v	N	$N_{1,60}$
261307.00	4234493.00	18.50	19.00	GP					1.00	19.00	361	174.8	50	28
261307.00	4234493.00	20.00	20.50	GP					2.00	19.00	389.5	188.6	50	27
263844.00	4239848.00	0.30	2.20	SC		40.00	17.00	23.00	32.00	17.00	37.4	15.84	16	22
263844.00	4239848.00	2.20	4.00	GW- GM					8.00	17.00	68	28.8	48	57
263844.00	4239848.00	4.00	6.00	SC		34.00	11.00	23.00	31.00	17.00	102	43.2	50	54
263844.00	4239848.00	6.00	8.00	GW- GM					9.00	18.00	144	65.6	50	44
263844.00	4239848.00	8.00	10.00	GW- GM					9.00	18.00	180	82	50	41
263844.00	4239848.00	10.00	12.00	SP					2.00	17.50	210	92.4	50	39
263844.00	4239848.00	12.00	15.00	SP-SM					6.00	17.00	255	108	45	32
263201.00	4237667.00	0.40	2.30	SC				23.00	31.00	17.00	39.1	16.56	25	34
263201.00	4237667.00	2.30	4.00	GM					14.00	18.00	72	32.8	33	36
263201.00	4237667.00	4.00	6.00	GW- GM				23.00	8.00	18.00	108	49.2	35	35
263201.00	4237667.00	6.00	8.00	GW- GM					8.00	18.00	144	65.6	35	32
263201.00	4237667.00	8.00	10.00	GW					1.00	18.00	180	82	37	30
263201.00	4237667.00	10.00	12.00	GW					1.00	18.00	216	98.4	38	28
263201.00	4237667.00	12.00	15.00	GW					1.00	18.00	270	123	41	27
262858.00	4234106.00	0.40	2.00	SW					2.00	17.00	34	14.4	28	41
262858.00	4234106.00	2.00	4.00	SW					2.00	17.00	68	28.8	50	59
262858.00	4234106.00	4.00	6.00	SW					2.00	17.00	102	43.2	50	54

EK-9. (Devam) Ardebil şehrisivilaşma analizinde kullanılan veritabanı

X	Y	from	to	ID	water %	LL	PL	PI	F.C	γ	σ_v	σ'_v	N	$N_{1,60}$
262858.00	4234106.00	6.00	8.00	SP					3.00	17.00	136	57.6	50	49
262858.00	4234106.00	8.00	10.00	SC		32.00	9.00	23.00	30.00	18.00	180	82	36	30
262858.00	4234106.00	10.00	12.00	SC		36.00	14.00	22.00	31.00	18.00	216	98.4	50	38
262858.00	4234106.00	12.00	15.00	SC		33.00	11.00	22.00	30.00	18.00	270	123	50	34
262912.00	4232436.00	0.30	2.00	SC		46.00	27.00	19.00	30.00	17.00	34	14.4	22	32
262912.00	4232436.00	2.00	4.00	CL	14.50	46.00	24.00	22.00	63.00	16.00	64	24.8	44	56
262912.00	4232436.00	4.00	6.00	SC	18.10	37.00	15.00	22.00	30.00	17.00	102	43.2	50	54
263247.00	4236968.00	2.00	4.00	GP					1.00	18.00	72	32.8	28	31
263247.00	4236968.00	4.00	6.00	GP					1.00	18.00	108	49.2	50	51
263247.00	4236968.00	6.00	8.00	GW-GM					6.00	17.00	136	57.6	50	49
263247.00	4236968.00	8.00	10.00	GW-GM					6.00	17.00	170	72	50	44
263247.00	4236968.00	10.00	12.00	GW					1.00	20.00	240	122.4	50	34
263247.00	4236968.00	12.00	14.00	SM					1.00	20.00	280	142.8	50	31
263247.00	4236968.00	14.00	16.00	SP					2.00	17.00	272	115.2	50	35
263247.00	4236968.00	16.00	17.00	GW					3.00	18.00	306	139.4	50	31
263247.00	4236968.00	17.00	18.00	CH	63.00	38.00	25.00	25.00	65.00	18.00	324	147.6	19	11
263247.00	4236968.00	18.00	20.00	CH	59.00	33.00	26.00	26.00	64.00	18.00	360	164	18	10
261473.00	4234884.00	0.00	1.20	CL					61.00	16.00	19.2	7.44	8	16
261473.00	4234884.00	1.20	1.50	GP-GC					9.00	17.00	25.5	10.8	22	37

EK-9. (Devam) Ardebil şehrisivilişma analizinde kullanılan veritabanı

X	Y	from	to	ID	water %	LL	PL	PI	F.C	γ	σ_v	σ'_v	N	$N_{1,60}$
261473.00	4234884.00	1.50	2.00	GP-GC		23.00	17.00	6.00	9.00	17.00	34	14.4	23	34
261473.00	4234884.00	2.00	3.00	GP-GC					9.00	17.00	51	21.6	29	35
261473.00	4234884.00	3.00	3.50			22.00	15.90	6.10	9.00	17.00	59.5	25.2	50	63
261473.00	4234884.00	3.50	4.50						9.00	17.00	76.5	32.4	50	56
261473.00	4234884.00	4.50	5.00						9.00	17.00	85	36	50	59
261473.00	4234884.00	5.00	6.00						9.00	17.00	102	43.2	50	54
261473.00	4234884.00	6.00	6.50						9.00	17.00	110.5	46.8	50	52
261473.00	4234884.00	6.50	7.50						9.00	17.00	127.5	54	50	48
261473.00	4234884.00	7.50	8.00	GC		31.00	20.00	11.00	15.00	18.00	144	65.6	50	44
261473.00	4234884.00	8.00	9.00	GC					15.00	18.00	162	73.8	50	43
261473.00	4234884.00	9.00	9.50	GC					15.00	18.00	171	77.9	50	42
261473.00	4234884.00	9.50	9.80	GC					15.00	18.00	176.4	80.36	50	42
261473.00	4234884.00	9.80	11.00	CL					68.00	17.00	187	79.2	35	29
261473.00	4234884.00	11.00	11.50	CL		32.00	20.00	12.00	68.00	17.00	195.5	82.8	37	30
261473.00	4234884.00	11.50	13.00	CL					68.00	17.00	221	93.6	38	29
261473.00	4234884.00	13.00	13.50	CL		28.00	17.70	10.30	70.00	17.00	229.5	97.2	39	29
261473.00	4234884.00	13.50	14.80	CL					69.00	17.00	251.6	106.56	42	30
261473.00	4234884.00	14.80	15.00	SM					34.00	18.00	270	123	41	27
261473.00	4234884.00	15.00	15.50	SM					34.00	18.00	279	127.1	50	33
261473.00	4234884.00	15.50	16.90	SM					34.00	18.00	304.2	138.58	50	32

EK-9. (Devam) Ardebil şehrisivilaşma analizinde kullanılan veritabanı

X	Y	from	to	ID	water %	LL	PL	PI	F.C	γ	σ_v	σ'_v	N	$N_{1,60}$
261473.00	4234884.00	16.90	20.00	SC		27.50	18.00	9.50	34.00	19.00	380	184	50	27
259533.00	4250996.00	0.50	1.00						37.00	16.00	16	6.2	8	18
259533.00	4250996.00	2.50	2.90	GP-GM					11.00	17.00	49.3	20.88	16	19
259533.00	4250996.00	4.50	4.90						11.00	17.00	83.3	35.28	16	17
259533.00	4250996.00	6.60	7.10	GM		25.00	20.00	5.00	4.00	17.00	120.7	51.12	24	24
259533.00	4250996.00	8.50	8.90						4.00	17.00	151.3	64.08	22	19
259533.00	4250996.00	10.50	10.80						4.00	17.00	183.6	77.76	27	23
259533.00	4250996.00	12.50	12.90	SC-SM		29.00	21.00	8.00	25.00	18.00	232.2	105.78	29	21
259533.00	4250996.00	14.50	15.00	SC-SM					25.00	18.00	270	123	32	21
263517.00	4236243.00	0.10	0.30	SC		31.30	21.10	10.20	61.00	17.00	5.1	2.16	7	26
263517.00	4236243.00	1.50	2.00	SC					61.00	17.00	34	14.4	23	34
263517.00	4236243.00	2.00	2.30	GC		33.10	24.00	9.10	25.00	18.00	41.4	18.86	28	36
263517.00	4236243.00	3.20	3.70	GW-GM					11.00	18.00	66.6	30.34	50	58
263517.00	4236243.00	5.30	5.60	GW-GM	9.10				11.00	18.00	100.8	45.92	50	52
263517.00	4236243.00	7.00	7.50	GW					1.00	19.00	142.5	69	50	43
263517.00	4236243.00	7.80	7.90	SC		29.60	21.70	7.90	17.00	18.00	142.2	64.78	20	17
263517.00	4236243.00	9.50	10.00	SC					17.00	18.00	180	82	22	18
263517.00	4236243.00	10.00	10.30	GW-GM	20.20				8.00	18.00	185.4	84.46	50	41
263517.00	4236243.00	11.60	12.00	GW-GM					8.00	18.00	216	98.4	50	38

EK-9. (Devam) Ardebil şehrisivilaşma analizinde kullanılan veritabanı

X	Y	from	to	ID	water %	LL	PL	PI	F.C	γ	σ_v	σ'_v	N	$N_{1,60}$
263517.00	4236243.00	12.00	12.30	CL	38.60	34.50	4.10		62.00	18.00	221.4	100.86	28	21
263517.00	4236243.00	13.60	13.90	CL					62.00	18.00	250.2	113.98	30	21
263517.00	4236243.00	15.30	15.70	CL					62.00	18.00	282.6	128.74	28	18
263517.00	4236243.00	15.70	16.00	SC	26.90	26.90	0.00		38.00	17.00	272	115.2	50	35
263517.00	4236243.00	17.30	17.60	SC					38.00	17.00	299.2	126.72	50	33
263517.00	4236243.00	19.00	19.30	SC					38.00	17.00	328.1	138.96	50	32
258401.00	4230147.00	0.10	0.25						93.00	17.00	4.25	1.8	11	46
258401.00	4230147.00	0.25	1.50	ML	35.00	37.00	10.00		93.00	17.00	25.5	10.8	24	41
258401.00	4230147.00	1.50	3.00	ML	36.00	37.00	10.00		78.00	17.00	51	21.6	25	30
258401.00	4230147.00	3.00	4.50	ML	35.00	38.00	10.00		75.00	17.00	76.5	32.4	28	31
258401.00	4230147.00	4.50	5.00	ML	11.00				64.00	17.00	85	36	27	28
258401.00	4230147.00	5.00	6.00	SM	19.00	22.00	4.00		30.00	18.00	108	49.2	29	26
258401.00	4230147.00	6.00	7.00	SM					30.00	18.00	126	57.4	28	26
258401.00	4230147.00	7.00	7.50	MH-OH	27.00	51.00	20.00		84.00	18.00	135	61.5	32	29
258401.00	4230147.00	7.50	8.50	MH-OH					84.00	18.00	153	69.7	34	29
258401.00	4230147.00	8.50	9.00	CH	25.00	59.00	31.00		93.00	19.00	171	82.8	27	21
258401.00	4230147.00	9.00	10.50	CH	26.00	59.00	31.00		93.00	19.00	199.5	96.6	30	23
258401.00	4230147.00	10.50	12.00	CH	24.00	54.00	28.00		93.00	19.00	228	110.4	28	20
258401.00	4230147.00	12.00	13.00	CH					93.00	19.00	247	119.6	32	22
258401.00	4230147.00	13.00	13.50	SC					47.00	19.00	256.5	124.2	42	28

EK-9. (Devam) Ardebil şehrisivilaşma analizinde kullanılan veritabanı

X	Y	from	to	ID	water %	LL	PL	PI	F.C	γ	σ_v	σ'_v	N	$N_{1,60}$
258401.00	4230147.00	13.50	15.00	SC	34.00	36.00	22.00	14.00	47.00	19.00	285	138	39	25
258401.00	4230147.00	15.00	17.00	SC	29.00	36.00	22.00	14.00	47.00	19.00	323	156.4	43	25
258401.00	4230147.00	17.00	19.00	SC	21.00	36.00	22.00	14.00	47.00	19.00	361	174.8	40	22
258401.00	4230147.00	19.00	20.00	SC					47.00	19.00	380	184	41	22
262201.00	4231464.00	0.10	0.50	ML		34.00	29.00	5.00	56.00	17.00	8.5	3.6	11	32
262201.00	4231464.00	0.50	1.00	ML					56.00	17.00	17	7.2	14	29
262201.00	4231464.00	1.50	2.00	ML		23.00	21.00	2.00	56.00	17.00	34	14.4	13	19
262201.00	4231464.00	2.00	2.50	ML					56.00	17.00	42.5	18	16	21
262201.00	4231464.00	2.50	3.00	ML	23.00				56.00	17.00	51	21.6	22	26
262201.00	4231464.00	3.00	3.50	ML					56.00	17.00	59.5	25.2	25	28
262201.00	4231464.00	3.50	4.00	ML		22.00	19.00	2.00	56.00	17.00	68	28.8	23	27
262201.00	4231464.00	4.50	5.00	ML					56.00	17.00	85	36	24	28
262201.00	4231464.00	0.50	1.50	SP					1.50	17.00	25.5	10.8	14	24
262201.00	4231464.00	1.50	3.00	SW					3.00	18.00	54	24.6	30	34
262201.00	4231464.00	3.00	5.00	SW					3.00	18.00	90	41	50	50
262201.00	4231464.00	5.00	6.00	SW					3.00	18.00	108	49.2	44	40
262201.00	4231464.00	6.00	7.50	SM					3.00	18.00	135	61.5	50	45
262201.00	4231464.00	7.50	10.00	CL		30.00	19.00	11.00	63.00	19.00	190	92	50	37
262538.00	4231441.00	1.50	2.00	ML					75.00	17.00	34	14.4	35	52
262538.00	4231441.00	3.50	4.00	CL					84.00	17.00	68	28.8	31	37

EK-9. (Devam) Ardebil şehrisivilaşma analizinde kullanılan veritabanı

X	Y	from	to	ID	water %	LL	PL	PI	F.C	γ	σ_v	σ'_v	N	$N_{1,60}$
262538.00	4231441.00	5.50	6.00	CL					84.00	17.00	102	43.2	35	38
262538.00	4231441.00	7.50	8.00	CL					84.00	17.00	136	57.6	46	43
262538.00	4231441.00	9.50	10.00	CL					84.00	18.00	180	82	28	23
262538.00	4231441.00	11.50	12.00	CL					93.00	18.00	216	98.4	37	28
262538.00	4231441.00	14.50	15.00	CL					93.00	18.00	270	123	38	25
262201.00	4231464.00	0.00	1.10	SM	25.30	58.00			29.00	17.00	18.7	7.92	14	28
262201.00	4231464.00	1.10	3.00	GW	8.00				2.00	18.00	54	24.6	36	41
262201.00	4231464.00	3.00	5.65	GW-GM	9.40				11.00	18.00	101.7	46.33	50	47
262201.00	4231464.00	5.65	6.00	SP-SM	17.20				7.00	19.00	114	55.2	48	46
262201.00	4231464.00	6.00	8.00	GW	16.10				4.00	19.00	152	73.6	50	41
262201.00	4231464.00	8.00	10.00	GW					2.00	20.00	200	102	50	37
262201.00	4231464.00	10.00	11.00	GW					1.80	20.00	220	112.2	50	35
261251.00	4234279.00	0.00	2.00	GW					37.00	19.00	38	18.4	26	45
261251.00	4234279.00	2.00	4.00	GP					35.00	19.00	76	36.8	35	43
261251.00	4234279.00	4.00	6.00	GW-SW					46.00	20.00	120	61.2	41	39
261251.00	4234279.00	6.00	8.00	GW-GP					27.00	20.00	160	81.6	54	45
263549.00	4233587.00	0.00	4.00	SM					44.00	16.00	64	24.8	18	27
263549.00	4233587.00	4.00	7.00	ML					84.00	16.00	112	43.4	21	24
263549.00	4233587.00	7.00	9.00	ML					93.00	17.00	153	64.8	20	18
263963.00	4235330.00	0.00	2.00	GP					0.00	18.00	36	16.4	30	55

EK-9. (Devam) Ardebil şehrisivilaşma analizinde kullanılan veritabanı

X	Y	from	to	ID	water %	LL	PL	PI	FC	γ	σ_v	σ'_v	N	$N_{1,60}$
263963.00	4235330.00	2.00	4.00	GW					0.00	17.00	68	28.8	51	71
263963.00	4235330.00	4.00	6.00	SP					2.00	17.00	102	43.2	18	20
263963.00	4235330.00	6.00	8.00	SP					2.00	16.00	128	49.6	20	21
263976.00	4239846.00	0.00	3.00	ML					20.00	16.00	48	18.6	30	52
263976.00	4239846.00	3.00	5.00	GW					0.00	18.00	90	41	41	48
263976.00	4239846.00	5.00	7.00	GW					0.00	18.00	126	57.4	42	41
263976.00	4239846.00	7.00	9.00	CL					65.00	17.00	153	64.8	35	32
263836.00	4239907.00	0.00	2.00	ML					60.00	16.00	32	12.4	21	45
263836.00	4239907.00	2.00	4.00	GW					0.00	18.00	72	32.8	40	52
263836.00	4239907.00	4.00	6.00	GW-SW					0.00	18.00	108	49.2	42	45
263836.00	4239907.00	6.00	8.00	CL					70.00	17.00	136	57.6	20	19
262998.00	4233957.00	0.00	2.00	ML					60.00	16.00	32	12.4	15	32
262998.00	4233957.00	2.00	4.00	ML					61.00	16.00	64	24.8	17	25
262998.00	4233957.00	4.00	6.00	SP					0.00	16.00	96	37.2	10	12
262998.00	4233957.00	6.00	8.00	SP					35.00	17.00	136	57.6	23	22
260973.00	4235066.00	0.00	5.00	SP					0.00	16.00	80	31	23	31
260973.00	4235066.00	5.00	8.00	GM-SM					13.00	17.00	136	57.6	30	29
262838.00	4234566.00	0.00	3.00	GW					4.00	18.00	54	24.6	17	25
262838.00	4234566.00	3.00	5.50	SW					4.00	18.00	99	45.1	24	26
262838.00	4234566.00	5.50	6.50	GW					0.00	18.00	117	53.3	27	27

EK-9. (Devam) Ardebil şehrisivilaşma analizinde kullanılan veritabanı

X	Y	from	to	ID	water %	LL	PL	PI	FC	γ	σ_v	σ'_v	N	$N_{1,60}$
262838.00	4234566.00	6.50	8.00	SP					15.00	18.00	144	65.6	28	26
262383.00	4235788.00	0.00	2.00	CL					68.00	17.00	34	14.4	18	35
262383.00	4235788.00	2.00	5.00	GW					2.00	17.00	85	36	25	31
263011.00	4235449.00	0.50	3.00	GW					3.00	17.00	51	21.6	22	35
263011.00	4235449.00	3.00	5.50	SP					4.00	16.00	88	34.1	24	31
260891.00	4234788.00	0.00	2.00	SP					1.00	16.00	32	12.4	23	49
260891.00	4234788.00	2.00	4.00	GW-GP					7.00	16.00	64	24.8	25	37
260891.00	4234788.00	4.00	6.00	GP-GM					7.00	17.00	102	43.2	36	41
260891.00	4234788.00	6.00	8.00	GP-GM					5.00	17.00	136	57.6	30	29
264349.00	4232855.00	0.00	2.00	CH					65.00	16.00	32	12.4	9	19
264349.00	4232855.00	2.00	4.00	CH					90.00	16.00	64	24.8	11	16
263819.00	4236295.00	2.00	4.00	GW					2.00	17.00	68	28.8	26	36
263819.00	4236295.00	4.00	6.00	GP					0.00	17.00	102	43.2	28	32
263819.00	4236295.00	6.00	7.00	GW					2.00	16.00	112	43.4	18	20
263819.00	4236295.00	7.00	8.00	ML					75.00	15.00	120	41.6	15	17
263819.00	4236295.00	8.00	10.00	GW					0.00	17.00	170	72	35	31
264081.00	4232806.00	0.00	1.50	ML					80.00	16.00	24	9.3	11	27
264081.00	4232806.00	1.50	3.00	CH					76.00	16.00	48	18.6	13	22
264081.00	4232806.00	3.00	5.00	ML					80.00	16.00	80	31	14	18
261926.00	4235653.00	0.00	3.00	GP					0.00	16.00	48	18.6	15	26

EK-9. (Devam) Ardebil şehrisivılaşıma analizinde kullanılanlan veritabanı

X	Y	from	to	ID	water %	LL	PL	PI	F.C	γ	σ_v	σ'_v	N	$N_{1,60}$
261926.00	4235653.00	3.00	4.50	GW					2.00	17.00	76.5	32.4	21	27
261926.00	4235653.00	4.50	6.00	GP					5.00	17.00	102	43.2	25	28
261926.00	4235653.00	6.00	8.00	GW					0.00	17.00	136	57.6	27	26
263282.00	4235616.00	0.00	2.00	SM					48.00	16.00	32	12.4	17	36
263282.00	4235616.00	2.00	4.00	GP-GM					8.00	16.00	64	24.8	22	33
263282.00	4235616.00	4.00	6.00	GM					16.00	16.00	96	37.2	26	32
263282.00	4235616.00	6.00	8.00	GP-GM					7.00	16.00	128	49.6	31	33
263019.00	4235951.00	3.00	10.00	GP					5.00	16.00	160	62	17	16
263019.00	4235951.00	10.00	13.00	GP-GC					9.00	17.00	221	93.6	20	15
263019.00	4235951.00	13.00	14.00	CL					96.00	17.00	238	100.8	22	16
263019.00	4235951.00	14.00	16.00	SM					30.00	16.00	256	99.2	24	18
263019.00	4235951.00	16.00	18.00	ML					95.00	17.00	306	129.6	23	15
263019.00	4235951.00	18.00	19.50	SM					33.00	17.00	331.5	140.4	26	16
264101.00	4234534.00	0.00	2.00	SP					1.00	17.00	34	14.4	16	31
264101.00	4234534.00	2.00	4.50	SP-SM					60.00	14.00	63	18.9	12	20
264101.00	4234534.00	4.50	7.00	SP					23.00	16.00	112	43.4	15	17
262440.00	4234372.00	0.00	2.00	GM					10.00	17.00	34	14.4	16	31
262440.00	4234372.00	2.00	4.00	GM					12.00	17.00	68	28.8	22	30
262440.00	4234372.00	4.00	6.00	ML					92.00	17.00	102	43.2	16	18
262440.00	4234372.00	6.00	8.00	ML					80.00	17.00	136	57.6	16	15

EK-9. (Devam) Ardebil şehrisivılaştırma analizinde kullanılan veritabanı

X	Y	from	to	ID	water %	LL	PL	PI	F.C	γ	σ_v	σ'_v	N	$N_{1,00}$
262440.00	4234372.00	8.00	10.00	ML					74.00	17.00	170	72	30	26
262440.00	4234372.00	10.00	12.00	CL					85.00	17.00	204	86.4	20	16
262440.00	4234372.00	12.00	14.00	ML					16.00	17.00	238	100.8	28	21
262440.00	4234372.00	14.00	17.00	SP-SM					7.00	17.00	289	122.4	7	4
262440.00	4234372.00	17.00	19.00	CL					88.00	17.00	323	136.8	31	20
262661.00	4233714.00	0.00	3.00	SW					1.00	17.00	51	21.6	16	25
262661.00	4233714.00	3.00	5.00	ML					50.00	15.00	75	26	18	26
262661.00	4233714.00	5.00	7.00	ML					65.00	15.00	105	36.4	17	21
262661.00	4233714.00	7.00	9.00	ML					45.00	16.00	144	55.8	20	20
262661.00	4233714.00	9.00	11.00	ML					45.00	17.00	187	79.2	22	18
262661.00	4233714.00	11.00	13.00	SC					75.00	17.00	221	93.6	21	16
262661.00	4233714.00	13.00	15.00	SC					74.00	17.00	255	108	24	17
262661.00	4233714.00	15.00	17.00	CL					85.00	17.00	289	122.4	21	14
262105.00	4234056.00	0.00	2.00	GP					0.00	15.00	30	10.4	11	25
262105.00	4234056.00	2.00	3.00	GC					8.00	15.00	45	15.6	15	28
262105.00	4234056.00	3.00	4.00	GW					1.00	16.00	64	24.8	16	24
262297.00	4236993.00	0.00	2.00	SP					1.00	18.00	36	16.4	21	39
262297.00	4236993.00	2.00	4.00	SW					1.00	18.00	72	32.8	23	30
262297.00	4236993.00	4.00	6.00	GW					2.00	18.00	108	49.2	27	29
262297.00	4236993.00	6.00	8.00	GP					0.00	18.00	144	65.6	20	18

EK-9. (Devam) Ardebil şehrisivlaşma analizinde kullanılan veritabanı

X	Y	from	to	ID	water %	LL	PL	PI	F.C	γ	σ_v	σ'_v	N	$N_{1,60}$
261581.00	4234489.00	0.00	2.00	CL					70.00	17.00	34	14.4	18	35
261581.00	4234489.00	2.00	4.00	GW					1.00	17.00	68	28.8	25	35
261581.00	4234489.00	4.00	6.00	GW					1.00	17.00	102	43.2	25	28
261581.00	4234489.00	6.00	8.00	GW					1.00	17.00	136	57.6	25	24
262664.00	4237083.00	0.00	1.50	CL					65.00	17.00	25.5	10.8	16	36
262664.00	4237083.00	1.50	3.00	SW					1.00	17.00	51	21.6	19	30
262664.00	4237083.00	3.00	4.50	SC					30.00	17.00	76.5	32.4	18	23
262664.00	4237083.00	4.50	7.50	SP					0.00	17.00	127.5	54	16	16
261311.00	4236232.00	0.00	1.20	CH					67.00	18.00	21.6	9.84	27	64
261311.00	4236232.00	1.20	2.50	GW					0.00	18.00	45	20.5	32	53
261311.00	4236232.00	2.50	3.70	SP					1.50	18.00	66.6	30.34	34	46
261311.00	4236232.00	3.70	5.00	GW					1.50	18.00	90	41	33	38
261311.00	4236232.00	5.00	7.00	GW					1.00	18.00	126	57.4	34	33
261311.00	4236232.00	7.00	8.50	SW					1.00	17.00	144.5	61.2	34	32
261311.00	4236232.00	8.50	10.00	CL					62.00	17.00	170	72	31	27
261311.00	4236232.00	10.00	11.70	CL					70.00	17.00	198.9	84.24	29	23
264026.00	4235927.00	0.00	2.00	SW					1.00	17.00	34	14.4	22	43
264026.00	4235927.00	2.00	4.00	SW					1.00	17.00	68	28.8	19	26
264026.00	4235927.00	4.00	6.00	SM					43.00	16.00	96	37.2	16	19
264026.00	4235927.00	6.00	8.00	SW					1.00	16.00	128	49.6	14	15

EK-9. (Devam) Ardebil şehrisivılaştırma analizinde kullanılan veritabanı

X	Y	from	to	ID	water %	LL	PL	PI	F.C	γ	σ_v	σ'_v	N	$N_{i,60}$
262074.00	4238562.00	0.00	2.00	GP					0.00	18.00	36	16.4	26	48
262074.00	4238562.00	2.00	4.00	GW					0.00	18.00	72	32.8	29	38
262074.00	4238562.00	4.00	6.00	GW					0.00	18.00	108	49.2	31	33
262074.00	4238562.00	6.00	8.00	GW					1.00	18.00	144	65.6	34	31
262074.00	4238562.00	8.00	10.00	GP					1.00	18.00	180	82	36	30
264273.00	4239825.00	0.00	2.00	GP					0.00	17.00	34	14.4	21	41
264273.00	4239825.00	2.00	4.00	GP					0.00	17.00	68	28.8	25	35
264273.00	4239825.00	4.00	6.00	SP					0.00	17.00	102	43.2	22	25
264273.00	4239825.00	6.00	8.00	SP					0.00	17.00	136	57.6	23	22
263525.00	4232517.00	0.00	2.00	PT					70.00	17.00	34	14.4	14	27
263525.00	4232517.00	2.00	4.00	ML					66.00	17.00	68	28.8	32	45
263525.00	4232517.00	4.00	6.50	SM					50.00	17.00	110.5	46.8	27	29
263525.00	4232517.00	6.50	8.00	SM					45.00	17.00	136	57.6	18	17
263525.00	4232517.00	8.00	10.00	SM					31.00	17.00	170	72	19	16
263525.00	4232517.00	10.00	12.00	SM					31.00	17.00	204	86.4	28	22
263525.00	4232517.00	12.00	14.00	SM					67.00	18.00	252	114.8	44	30
263525.00	4232517.00	14.00	16.00	ML					65.00	18.00	288	131.2	49	32
263525.00	4232517.00	16.00	18.00	ML					32.00	18.00	324	147.6	42	26
263525.00	4232517.00	18.00	20.00	SM					32.00	18.00	360	164	47	27
263220.00	4231652.00	0.00	2.00	GP					34.00	18.00	36	16.4	23	42

EK-9. (Devam) Ardebil şehrisivılaştırma analizinde kullanılan veritabanı

X	Y	from	to	ID	water %	LL	PL	PI	F.C	γ	σ_v	σ'_v	N	$N_{1,60}$
263220.00	4231652.00	2.00	4.00	CL					29.00	17.00	68	28.8	19	26
263220.00	4231652.00	4.00	6.00	SM					16.00	19.00	114	55.2	40	40
263220.00	4231652.00	6.00	8.00	SW					10.00	19.00	152	73.6	34	29
263615.00	4231960.00	2.00	4.00	PT					82.00	17.00	68	28.8	26	36
263615.00	4231960.00	4.00	6.00	ML					83.00	17.00	102	43.2	31	35
263615.00	4231960.00	6.00	9.00	ML					66.00	17.00	153	64.8	48	45
263615.00	4231960.00	9.00	11.00	ML					76.00	17.00	187	79.2	35	29
263615.00	4231960.00	11.00	13.00	SM					41.00	17.00	221	93.6	47	36
263615.00	4231960.00	13.00	15.00	ML					76.00	17.00	255	108	27	19
263615.00	4231960.00	15.00	18.00	ML					87.00	17.00	306	129.6	42	27
263615.00	4231960.00	18.00	20.00	ML					61.00	17.00	340	144	18	11
263025.00	4232156.00	0.00	4.00	CL					80.00	18.00	72	32.8	18	23
263025.00	4232156.00	4.00	6.00	SM					88.00	18.00	108	49.2	30	32
263025.00	4232156.00	6.00	8.00	ML					75.00	18.00	144	65.6	23	21
263025.00	4232156.00	8.00	10.00	CL					69.00	18.00	180	82	15	12
263160.00	4232765.00	0.00	2.00	CL					85.00	18.00	36	16.4	7	13
263160.00	4232765.00	2.00	4.00	SM					43.00	18.00	72	32.8	16	21
263457.00	4232054.00	0.00	2.00	SM					26.00	17.00	34	14.4	18	35
263457.00	4232054.00	2.00	4.00	ML					93.00	17.00	68	28.8	19	26
263457.00	4232054.00	4.00	6.00	ML					52.00	16.00	96	37.2	32	39

EK-9. (Devam) Ardebil şehrisivlaşma analizinde kullanılan veritabanı

X	Y	from	to	ID	water %	LL	PL	PI	F.C	γ	σ_v	σ'_v	N	$N_{1,60}$
263457.00	4232054.00	6.00	9.00	ML					48.00	17.00	153	64.8	26	24
263457.00	4232054.00	9.00	11.00	ML					81.00	17.00	187	79.2	38	32
263457.00	4232054.00	11.00	13.00	ML					21.00	17.00	221	93.6	37	28
263457.00	4232054.00	13.00	15.00	ML					80.00	17.00	255	108	39	28
262943.00	4236705.00	0.00	3.00	GW					1.00	17.00	51	21.6	17	27
262943.00	4236705.00	3.00	4.60	GP					1.00	17.00	78.2	33.12	16	20
262943.00	4236705.00	4.60	5.00	CH					97.00	16.00	80	31	12	16
262943.00	4236705.00	5.00	8.00	SW					1.00	16.00	128	49.6	13	13
262943.00	4236705.00	8.00	10.00	SP					0.00	16.00	160	62	16	15
260246.00	4233672.00	0.00	3.20	CL					78.00	15.00	48	16.64	9	16
260246.00	4233672.00	3.20	6.00	SW					2.00	16.00	96	37.2	20	24
260246.00	4233672.00	6.00	8.50	SM					25.00	16.00	136	52.7	22	22
260246.00	4233672.00	8.50	12.00	CL					94.00	16.00	192	74.4	17	14
263892.00	4238319.00	0.00	2.00	SW					4.00	17.00	34	14.4	25	49
263892.00	4238319.00	2.00	4.00	SM					12.00	17.00	68	28.8	42	59
263892.00	4238319.00	4.00	8.00	SW					4.00	17.00	136	57.6	37	36
263892.00	4238319.00	8.00	10.00	SC					75.00	17.00	170	72	38	33
263892.00	4238319.00	10.00	12.00	SM					10.00	17.00	204	86.4	32	25
263892.00	4238319.00	12.00	14.00	SW					4.00	17.00	238	100.8	39	29
263614.00	4237089.00	0.00	4.00	SC					45.00	15.00	60	20.8	7	11

EK-9. (Devam) Ardebil şehrisivilaşma analizinde kullanılan veritabanı

X	Y	from	to	ID	water %	LL	PL	PI	F.C	γ	σ_v	σ'_v	N	$N_{1,60}$
263614.00	4237089.00	4.00	7.00	CL					93.00	16.00	112	43.4	8	9
263614.00	4237089.00	7.00	11.00	GW					4.00	18.00	198	90.2	19	15

EK-10. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma analizinde kullanılan örnek loglar



ASTM :

1387/05/01 :

ردیف نمونه / Sample No.	نوع نمونه / Sample Type	عمق نمونه (متر) / Sample Depth (m)	مشخصات فیزیکی / Physical Properties										نوع خاک / Soil Type	ملاحظات / Remarks		
			W _p (%)	L _p (%)	W _L (%)	U _c (%)	W _p (گرم/100گرم) / (g/100g)	L _p (گرم/100گرم) / (g/100g)	W _L (گرم/100گرم) / (g/100g)	U _c (گرم/100گرم) / (g/100g)	W _p (گرم/100گرم) / (g/100g)	L _p (گرم/100گرم) / (g/100g)			W _L (گرم/100گرم) / (g/100g)	U _c (گرم/100گرم) / (g/100g)
1	PT															
2	ML															
3																
4	GW	4,5														
5																
6	GW	6														
7																
8	CL	7,75														
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																

EK-10. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma analizinde kullanılan örnek loglar

ASTM :
1387/07/15 :



No	Sıvılaşma Durumu	Sıvılaşma Parametreleri										Lc	Uçucu Madde İçeriği (%)	Ortalama	Sıfır		
		G ₁		G ₂		G ₃		G ₄	G ₅	G ₆	G ₇						
		g	g	g	g	g	g									g	
1	ML										4	15,4	49,3	D	0,75		1
2	CH										5	24,1	52,9	D	2		2
3	ML								1,63	1,72	6	18,6	0,379	D	3,75		3
4											7						4
5											7						5
6											7						6
7											8						7
8																	8
9																	9
10																	10
11																	11
12																	12
13																	13
14																	14
15																	15
16																	16
17																	17
18																	18
19																	19
20																	20

NO: SK

GW	GP	GM(ef)	SM(ud)	GC	SW	SP	SM	SC	ML	CL	OL	MH	CH	OH	PT	GWL	ROCK	D	U
----	----	--------	--------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	------	---	---

EK-10. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma analizinde kullanılan örnek loglar



ASTM :
1387/12/22 :

NO: #	Türü (Soğuk)	Sıvılaşma Parametreleri (Soğuk)										Sıvılaşma Durumu	Notlar			
		Gr	Uc	Uc	Uc	Uc	Uc	Uc	Uc	Uc	Uc					
D																
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																

NOT: #

GW	GP	GM(d)	GM(ud)	GC	SW	SP	SM	SC	ML	CL	OL	MH	CH	OH	PT	GWL	ROCK	D	U
----	----	-------	--------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	------	---	---

EK-10. (Devam) Ardebil şehri sıvılaştırma analizinde kullanılan örnek loglar

BH2 :
 1385/4/7 :



NO: 98

ردیف	نوع و مشخصات			مشخصات آزمایشگاه							تعداد	نوع	ردیف							
	نوع	معماری	سازمان	شماره	تاریخ	نوع	مقدار	تعداد	نوع	نوع				نوع						
1																				
2							7	1,87	2	16										
4							13	1,28	1,45	12										
6							15	1,52	1,75	15										
6,7							15	1,57	1,8	15										
7																				



EK-10. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma analizinde kullanılan örnek loglar



ASTM :
1387/07/11 ;

Seri No (Serial No.)	Yer (Location)			Kuyu (Well)			Kuyu Derinliği (Well Depth)			Notlar (Remarks)	Seri No (Serial No.)
	Adres (Address)	Yerleşim (Settlement)	Yer (Location)	Tipi (Type)	Çapı (Diameter)	Derinliği (Depth)	1-30cm	30-115cm	115cm-300cm		
											1
											2
											3
											4
											5
											6
											7
											8
											9
											10
											11
											12
											13
											14
											15
											16
											17
											18
											19
											20

NO: 102

GW	GP	GM(d)	GM(u)	GC	SW	SP	SM	SC	ML	CL	OL	MH	CH	OH	PT	GWL	ROCK	D	U
----	----	-------	-------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	------	---	---

EK-10. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma analizinde kullanılan örnek loglar

خاطره آزما
مشاور ژئوتکنیک ، مقاومت مصالح و کنترل کیفیت

BH2 :
1385/2/19-1385/2/20 :

NO : 106

No	No	مقاومت			ضخامت cm	عمق متر	قطر متر	عمق متر	نوع خاک	SPT	PL	UL	توصیف	دستبرگ
		q _u	c	φ										
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.5
—	—	—	—	—	29,6	0,065	—	—	7	1,68	—	—	شبه شن	2
—	—	—	—	—	35,3	0,094	—	—	6	1,79	—	—	شن ریز	4
—	—	—	—	—	34	0,009	—	—	15	1,52	—	—	شن ریز	6
—	—	—	—	—	36	0,008	—	—	9	1,65	—	—	شن ریز	7,5
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	شن ریز	8

EK-10. (Devam) Ardebil şehri sıvılaşma analizinde kullanılan örnek loglar



ASTM :
13887/3-6 :

No	İçerik / Description	CPT / CPT					Sıvılaşma / Liquefaction	BPT / BPT	T1 / T1			T2 / T2	T3 / T3	T4 / T4	T5 / T5	T6 / T6	T7 / T7	T8 / T8	T9 / T9	T10 / T10	T11 / T11	T12 / T12	T13 / T13	T14 / T14	T15 / T15	T16 / T16	T17 / T17	T18 / T18	T19 / T19	T20 / T20			
		C1	C2	C3	C4	C5			T1	T2	T3																						
		2.0m	3.0m	4.0m	5.0m	6.0m			7.0m	8.0m	9.0m																				10.0m		
1	GP	1.95	2.05	5	14	12	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2																																	
3	GW	1.93	2.05	6	15	14	16	35.5	0.049	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4																																	
5	GW				16	15	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6																																	
7	GW				16	15	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8																																	
9	GP				18	16	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10					21	15	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



EK-10. (Devam) Ardebil şehri sıvılaştırma analizinde kullanılan örnek loglar



ASTM :
(1386/12/9-10 :
)

No	Sıvılaştırma Analizi İçin Kullanılan Örnekler										No										
	GW	GP	GM(d)	GM(ud)	GC	SW	SP	SM	SC	ML		CL	OL	MH	CH	OH	PT	GWL	ROCK	Diğer	U
1																PT				0,5	
2																					
3				0,76	26,3	0,055	5	1,76	1,85	14	12	11	NPL			ML			3	U	
4																					
5							7	1,71	1,83	16	15	17	NPL			ML			5,75	U	
6																					
7							9	1,70	1,82	26	22	22	NPL			ML			8	U	
8																					
9							9	1,66	1,82	17	18	16	NPL			ML			10	U	
10																					
11																					
12							12	1,62	1,82	25	22	28	NPL			SM			12	U	
13																					
14							13	1,64	1,85	15	12	10	NPL			ML			13,5	U	
15																					
16																					
17							18	1,58	1,87	22	20	21	NPL			ML			17	U	
18																					
19							20	1,56	1,87	8	10	11	NPL			ML			20	U	
20																					

NO: 111

Sıvılaştırma Analizi İçin Kullanılan Örnekler	GW	GP	GM(d)	GM(ud)	GC	SW	SP	SM	SC	ML	CL	OL	MH	CH	OH	PT	GWL	ROCK	Diğer	U

EK-11. Ardebil şehrinde yapılan sondajların lokasyonu

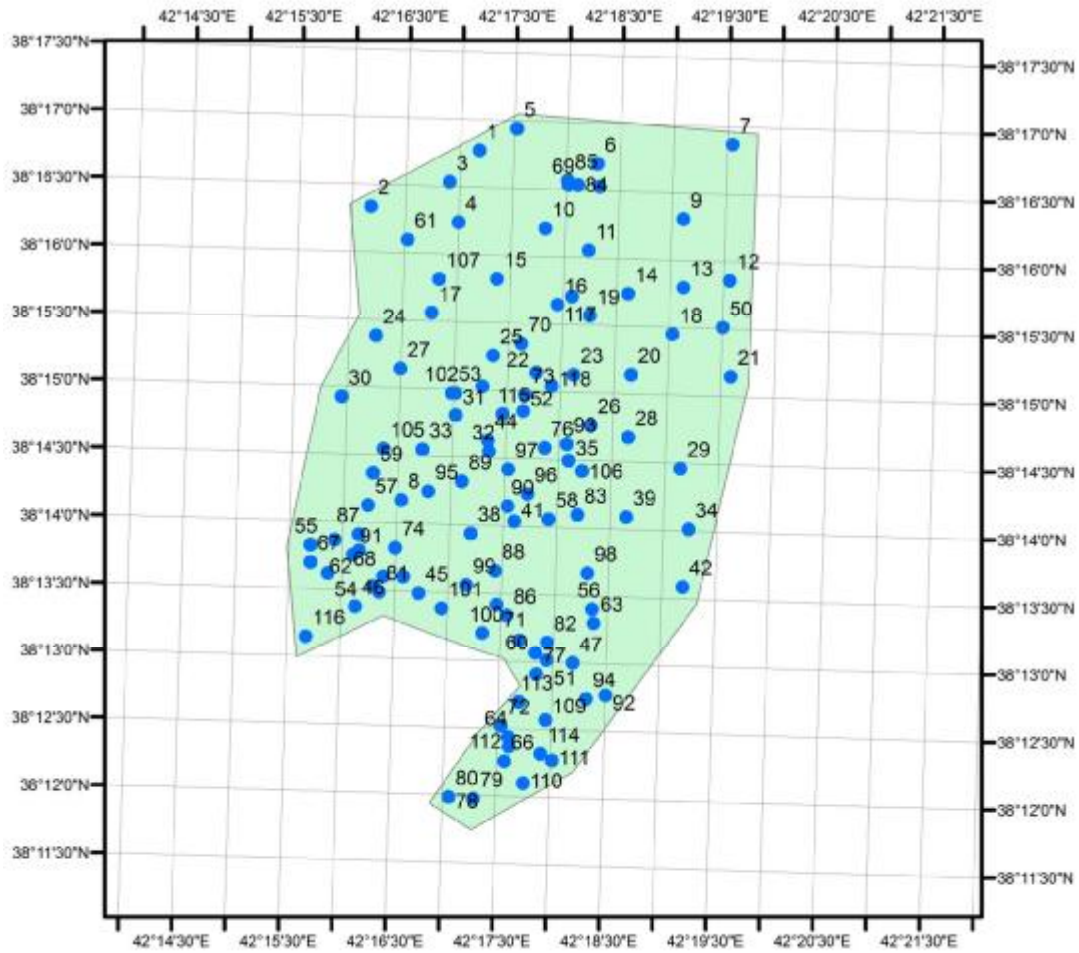
No.	x	y	No.	x	y
1	262626.00	4240321.00	29	265375.00	4235960.00
2	261142.00	4239559.00	30	260742.00	4236946.00
3	262217.00	4239890.00	31	262300.00	4236690.00
4	262341.00	4239338.00	32	262755.00	4236194.00
5	263141.00	4240620.00	33	261845.00	4236222.00
6	264244.00	4240138.00	34	265485.00	4235132.00
7	266092.00	4240400.00	35	263844.00	4236070.00
8	261555.00	4235532.00	36	260645.00	4234994.00
9	265416.00	4239380.00	37	233169.00	4235891.00
10	263527.00	4239255.00	38	262507.00	4235077.00
11	264120.00	4238952.00	39	264630.00	4235298.00
12	266051.00	4238538.00	40	263720.00	423746.00
13	265416.00	4238442.00	41	263100.00	4235242.00
14	264658.00	4238359.00	42	265403.00	4234346.00
15	262865.00	4238566.00	43	261170.00	4234360.00
16	263693.00	4238207.00	44	262741.00	4236346.00
17	261970.00	4238096.00	45	261790.00	4234263.00
18	265265.00	4237794.00	46	260921.00	4234084.00
19	264134.00	4238056.00	47	263900.00	4233298.00
20	264699.00	4237242.00	48	263169.00	4233615.00
21	266065.00	4237214.00	49	264065.00	42344277.00
22	263403.00	4237270.00	50	265954.00	4237890.00
23	263913.00	4237242.00	51	263541.00	4233340.00
24	261211.00	4237780.00	52	263224.00	4236746.00
25	262810.00	4237504.00	53	262245.00	4236994.00
26	264148.00	4236552.00	54	260549.00	4234539.00
27	261542.00	4237325.00	55	260314.00	4234925.00
28	264658.00	4236387.00	56	264162.00	4234043.00

EK-11.(Devam) Ardebil şehrinde yapılan sondajların lokasyonu

No.	x	y	No.	x	y
57	261100.00	4235463.00	86	262998.00	4233957.00
58	263569.00	4235270.00	87	260973.00	4235066.00
59	261169.00	4235904.00	88	262838.00	4234566.00
60	263389.00	4233436.00	89	262383.00	4235788.00
61	261643.00	4239101.00	90	263011.00	4235449.00
62	260979.00	4234847.00	91	260891.00	4234788.00
63	264183.00	4233849.00	92	264349.00	4232855.00
64	263016.00	4232283.00	93	263819.00	4236295.00
65	261615.00	4243986.00	94	264081.00	4232806.00
66	262963.00	4231951.00	95	261926.00	4235653.00
67	260313.00	4234689.00	96	263282.00	4235616.00
68	261307.00	4234493.00	97	263019.00	4235951.00
69	263844.00	4239848.00	98	264101.00	4234534.00
70	263201.00	4237667.00	99	262440.00	4234372.00
71	262858.00	4234106.00	100	262661.00	4233714.00
72	262912.00	4232436.00	101	262105.00	4234056.00
73	263247.00	4236968.00	102	262297.00	4236993.00
74	261473.00	4234884.00	103	261581.00	4234489.00
75	259533.00	4250996.00	104	262664.00	4237083.00
76	263517.00	4236243.00	105	261311.00	4236232.00
77	263401.00	4233147.00	106	264026.00	4235927.00
78	262201.00	4231464.00	107	262074.00	4238562.00
79	262538.00	4231441.00	108	264273.00	4239825.00
80	262201.00	4231464.00	109	263525.00	4232517.00
81	261251.00	4234279.00	110	263220.00	4231652.00
82	263549.00	4233587.00	111	263615.00	4231960.00
83	263963.00	4235330.00	112	263025.00	4232156.00
84	263976.00	4239846.00	113	263160.00	4232765.00
85	263836.00	4239907.00	114	263457.00	4232054.00

EK-11.(Devam) Ardebil şehrinde yapılan sondajların lokasyonu

No.	x	y	No.	x	y
115	262943.00	4236705.00			
116	260246.00	4233672.00			
117	263892.00	4238319.00			
118	263614.00	4237089.00			



EK-12. Ardebil şehri haritası

Ardebil şehri haritası, kapak ardındaki CD'de yer almaktadır.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ASIABI, Saed
 Uyuşu : İRAN
 Doğum tarihi ve yeri : 10.04.1982 İran
 Medeni hali : Bekar
 Telefon : 0 (312) 480 05 08
 GSM : 0 545 728 06 97
 e-mail : s.asiabi@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üni /İnşaat Müh. Böl.	2010
Lisans	Mohaggeg Ardebili Üni./ İnşaat Müh.Böl.	2005
Lise	Sema Lisesi	2000

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2004-	Khak Pey Azma Danışman şirketi	Yönetim kurulu uyesi

Yabancı Dil

İngilizce
 Türkçe
 Farsça

Yayınlar

1. Asiabi, S. ve Özdemir, A., 2009. İran'ın genel jeolojisi, hidrojeolojisi ve deprenselliği. Sondaj ve Uygulamalı Yerbilimleri Dergisi,8
2. Asiabi, S., Asiabi, M., 2010, Türkiyede geotermal enerjiden elektrik üretimi, İlk Elektrik Üretim ve Yayım konferansı, İran

Hobiler

Tenis, Bilgisayar teknolojileri, Makine teknolojileri