

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

**İSTANBUL İLİ GENELİNDE YÖNETİLİR AKİFER
BESLEMESİ (MANAGED AQUIFER RECHARGE-MAR)
POTANSİYEL ALANLARININ ÇOK KRİTERLİ KARAR
VERME ANALİZİ İLE BELİRLENMESİ
SONUÇ RAPORU**

OCAK 2025

**İSTANBUL İLİ GENELİNDE YÖNETİLİR AKİFER
BESLEMESİ (MANAGED AQUIFER RECHARGE-MAR)
POTANSİYEL ALANLARININ ÇOK KRİTERLİ KARAR
VERME ANALİZİ İLE BELİRLENMESİ**

OCAK 2025

HAZIRLAYANLAR

Doç. Dr. Orkan ÖZCAN

İ.T.Ü. Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü

Prof. Dr. İrfan YOLCUBAL

İ.T.Ü. Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Doç. Dr. Ömer EKMEKÇİOĞLU

İ.T.Ü. Afet Yönetimi Enstitüsü

Dr. Öğr. Üy. Semih Sami AKAY

İstanbul Topkapı Üni. Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü

OCAK 2025

İ.T.Ü.

İTÜ Ayazağa Kampüsü, 34469 Maslak / İSTANBUL

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ŞEKİL LİSTESİ	8
TABLO LİSTESİ	11
1. GİRİŞ	13
1.1. Yönetilir Akifer Beslemesi (Managed Aquifer Recharge-MAR)	14
1.2. Yönetilir Akifer Beslemesi Yöntemleri (MAR) ve Uygulamaları	16
2. AMAÇ VE KAPSAM	18
3. VERİ VE METODOLOJİ	19
3.1. Veri Türlerinin İncelenmesi ve Düzenlenmesi	19
3.2. Veri Koordinat ve Raster Dönüşümleri	21
3.3. Metod	21
3. SONUÇLAR.....	39
3.1. İstanbul İli MAR Uygulama Alanları.....	39
3.2. İstanbul İlçeleri MAR Uygulama Alanları.....	44
Adalar	45
Arnavutköy	47
Ataşehir.....	49
Avcılar.....	51
Bağcılar	53
Bahçelievler.....	55
Bakırköy	57
Başakşehir	59
Bayrampaşa.....	61
Beşiktaş.....	63

Beykoz	65
Beylikdüzü	67
Beyoğlu.....	69
Büyükçekmece	71
Çatalca	73
Çekmeköy.....	75
Esenler.....	77
Esenyurt.....	79
Eyüpsultan	81
Fatih.....	83
Gaziosmanpaşa.....	85
Güngören	87
Kadıköy	89
Kağıthane	91
Kartal	93
Küçükçekmece.....	95
Maltepe.....	97
Pendik.....	99
Sancaktepe.....	101
Sarıyer	103
Silivri.....	105
Sultanbeyli	107
Sultangazi	109
Şile.....	111
Şişli.....	113
Tuzla.....	115
Ümraniye	117

Üsküdar.....	119
Zeytinburnu.....	121
3.3. İstanbul ve İlçeleri Yerleşim Alanları Harici MAR Uygulama Alanları.....	123
4. SONUÇLAR.....	126
5. REFERANSLAR.....	128

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1. Farklı bölgelerde farklı amaçlara yönelik MAR uygulamaları (Alam ve diğ., 2021).	16
Şekil 2. Farklı MAR uygulamalarının temsili gösterimi (Kaynak: Alam vd., 2021).....	18
Şekil 3. İstanbul il alanının sadeleştirilmiş jeoloji haritası (İBB, 2024)	24
Şekil 4. İstanbul il alanının sadeleştirilmiş hidrojeoloji haritası (İBB, 2024)	25
Şekil 5. Yeniden sınıflandırılmış hidrojeolojik ortam haritası	27
Şekil 6. İstanbul il alanının drenaj ağı haritası.....	28
Şekil 7. Yeniden sınıflandırılmış drenaj yoğunluğu haritası	29
Şekil 8. İstanbul ili eğri numarası (CN) haritası.....	30
Şekil 9. Yeniden sınıflandırılmış CN haritası	31
Şekil 10. İstanbul ili LPIS haritası.....	34
Şekil 11. Yeniden sınıflandırılmış LPIS haritası.....	36
Şekil 12. İstanbul ili eğim (%) haritası	37
Şekil 13. Yeniden sınıflandırılmış eğim haritası	38
Şekil 14. İstanbul ili içme suyu havza koruma sınırları	39
Şekil 15. İstanbul ili MAR uygunluk haritası	41
Şekil 16. İstanbul il alanının MAR uygunluk durumu	42
Şekil 17. MAR uygunluk derecesi orta ve üzeri olan alanların içme suyu havza sınırları içindeki dağılımı.....	43
Şekil 18. İlçelere göre MAR uygunluk durumu (İlçe bazlı % değerleri İstanbul genelindeki MAR Uygun alanların ilçedeki payını temsil etmektedir)	44
Şekil 19. Adalar ilçesi MAR uygunluk haritası.....	46
Şekil 20. Adalar ilçesi MAR uygunluk durumu.....	46
Şekil 21. Arnavutköy ilçesi MAR uygunluk haritası	48
Şekil 22. Arnavutköy ilçesi MAR uygunluk durumu	48
Şekil 23. Ataşehir ilçesi MAR uygunluk haritası	50
Şekil 24. Ataşehir ilçesi MAR uygunluk durumu	50
Şekil 25. Avcılar ilçesi MAR uygunluk haritası	52
Şekil 26. Avcılar ilçesi MAR uygunluk durumu	52
Şekil 27. Bağcılar ilçesi MAR uygunluk haritası.....	54
Şekil 28. Bağcılar ilçesi MAR uygunluk durumu.....	54
Şekil 29. Bahçelievler ilçesi MAR uygunluk haritası	56
Şekil 30. Bahçelievler ilçesi MAR uygunluk durumu	56
Şekil 31. Bakırköy ilçesi MAR uygunluk haritası.....	58
Şekil 32. Bakırköy ilçesi ilçesi MAR uygunluk durumu	58
Şekil 33. Başakşehir ilçesi MAR uygunluk haritası.....	60
Şekil 34. Başakşehir ilçesi MAR uygunluk durumu.....	60
Şekil 35. Bayrampaşa ilçesi MAR uygunluk haritası	62
Şekil 36. Bayrampaşa ilçesi MAR uygunluk durumu	62
Şekil 37. Beşiktaş ilçesi MAR uygunluk haritası	64
Şekil 38. Beşiktaş ilçesi MAR uygunluk durumu	64
Şekil 39. Beykoz ilçesi MAR uygunluk haritası	66
Şekil 40. Beykoz ilçesi MAR uygunluk durumu	66
Şekil 41. Beylikdüzü ilçesi MAR uygunluk haritası	68
Şekil 42. Beylikdüzü ilçesi MAR uygunluk durumu	68
Şekil 43. Beyoğlu ilçesi MAR uygunluk haritası.....	70
Şekil 44. Beyoğlu ilçesi MAR uygunluk durumu.....	70

Şekil 45. Büyükçekmece ilçesi MAR uygunluk haritası	72
Şekil 46. Büyükçekmece ilçesi MAR uygunluk durumu.....	72
Şekil 47. Çatalca ilçesi MAR uygunluk haritası	74
Şekil 48. Çatalca ilçesi MAR uygunluk durumu.....	74
Şekil 49. Çekmeköy ilçesi MAR uygunluk haritası.....	76
Şekil 50. Çekmeköy ilçesi MAR uygunluk durumu	76
Şekil 51. Esenler ilçesi MAR uygunluk haritası.....	78
Şekil 52. Esenler ilçesi MAR uygunluk durumu.....	78
Şekil 53. Esenyurt ilçesi MAR uygunluk haritası.....	80
Şekil 54. Esenyurt ilçesi MAR uygunluk durumu	80
Şekil 55. Eyüpsultan ilçesi MAR uygunluk haritası	82
Şekil 56. Eyüpsultan ilçesi MAR uygunluk durumu	82
Şekil 57. Fatih ilçesi MAR uygunluk haritası.....	84
Şekil 58. Fatih ilçesi MAR uygunluk durumu.....	84
Şekil 59. Gaziosmanpaşa ilçesi MAR uygunluk haritası.....	86
Şekil 60. Gaziosmanpaşa ilçesi MAR uygunluk durumu.....	86
Şekil 61. Güngören ilçesi MAR uygunluk haritası	88
Şekil 62. Güngören ilçesi MAR uygunluk durumu	88
Şekil 63. Kadıköy ilçesi MAR uygunluk haritası	90
Şekil 64. Kadıköy ilçesi MAR uygunluk durumu.....	90
Şekil 65. Kağıthane ilçesi MAR uygunluk haritası.....	92
Şekil 66. Kağıthane ilçesi MAR uygunluk durumu.....	92
Şekil 67. Kartal ilçesi MAR uygunluk haritası.....	94
Şekil 68. Kartal ilçesi MAR uygunluk durumu	94
Şekil 69. Küçükçekmece ilçesi MAR uygunluk haritası.....	96
Şekil 70. Küçükçekmece ilçesi MAR uygunluk durumu	96
Şekil 71. Maltepe ilçesi MAR uygunluk haritası.....	98
Şekil 72. Maltepe ilçesi MAR uygunluk durumu	98
Şekil 73. Pendik ilçesi MAR uygunluk haritası.....	100
Şekil 74. Pendik ilçesi MAR uygunluk durumu	100
Şekil 75. Sancaktepe ilçesi MAR uygunluk haritası	102
Şekil 76. Sancaktepe ilçesi MAR uygunluk durumu	102
Şekil 77. Sarıyer ilçesi MAR uygunluk haritası	104
Şekil 78. Sarıyer ilçesi MAR uygunluk durumu.....	104
Şekil 79. Silivri ilçesi MAR uygunluk haritası	106
Şekil 80. Silivri ilçesi MAR uygunluk durumu	106
Şekil 81. Sultanbeyli ilçesi MAR uygunluk haritası	108
Şekil 82. Sultanbeyli ilçesi MAR uygunluk durumu	108
Şekil 83. Sultangazi ilçesi MAR uygunluk haritası	110
Şekil 84. Sultangazi ilçesi MAR uygunluk durumu	110
Şekil 85. Şile ilçesi MAR uygunluk haritası.....	112
Şekil 86. Şile ilçesi MAR uygunluk durumu	112
Şekil 87. Şişli ilçesi MAR uygunluk haritası.....	114
Şekil 88. Şişli ilçesi MAR uygunluk durumu.....	114
Şekil 89. Tuzla ilçesi MAR uygunluk haritası.....	116
Şekil 90. Tuzla ilçesi MAR uygunluk durumu	116
Şekil 91. Ümraniye ilçesi MAR uygunluk haritası	118
Şekil 92. Ümraniye ilçesi MAR uygunluk durumu	118
Şekil 93. Üsküdar ilçesi MAR uygunluk haritası.....	120

Şekil 94. Üsküdar ilçesi MAR uygunluk durumu	120
Şekil 95. Zeytinburnu ilçesi MAR uygunluk haritası.....	122
Şekil 96. Zeytinburnu ilçesi MAR uygunluk durumu	122
Şekil 97. İstanbul'un yerleşim alanları dışında kalan MAR'a uygun alanların haritası ...	123
Şekil 98. İstanbul'un yerleşim alanları ve içme suyu havzaları dışında kalan MAR'a uygun alanların haritası.....	125

TABLO LİSTESİ**Sayfa**

Tablo 1. MAR uygulamalarının çözüm sunduğu alanlar	15
Tablo 2. Farklı MAR teknikleri ve uygulama yöntem ve alanları.....	17
Tablo 3 AHP karşılaştırma skalası ve açıklamaları.....	21
Tablo 4 Rassal tutarlılık endeksi (RI) değerleri.....	22
Tablo 5 İstanbul il alanının hidrojeolojik ortamları (İBB, 2024)	26
Tablo 6 Hidrojeolojik ortamlar ağırlıklandırma sınıfları.....	27
Tablo 7 Drenaj yoğunluğu ağırlıklandırma sınıfları	28
Tablo 8 Eğri Numarası (CN) ağırlıklandırma sınıfları	31
Tablo 9 İstanbul ili LPIS sınıfları ve açıklamaları	33
Tablo 10 Yeniden sınıflandırılmış LPIS sınıfları ve açıklamaları	35
Tablo 11 Eğim ağırlıklandırma sınıfları	37
Tablo 12 MAR uygun alanlar için verilerin ağırlıklandırılması	40
Tablo 13 İstanbul'un yerleşim alanları dışındaki MAR uygun alanların büyüklüklerinin ilçe bazlı dağılımı	124

KISALTMALAR

AHP	Analytic Hierarchy Process (Analitik Hiyerarşi Süreci)
CAP	Common Agricultural Policy
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
CI	Consistency Index (Tutarlılık Endeksi)
CN	Curve Number (Eğri Numarası)
CR	Consistency Ratio (Tutarlılık Oranı)
Gçk	Geçirimli Kaya Ortam
gçk	Yarıgeçirimli Kaya Ortam
Gçt	Geçirimli Taneli Ortam
gçt	Yarıgeçirimli Taneli Ortam
I _a	Başlangıç Kayıpları
LIDAR	Light Detection and Ranging
LPIS	Land Parcel Identification System
M	Maksimum Su Depolama Kapasitesi
MAR	Managed Aquifer Recharge
NRCS	Doğal Kaynakları Koruma Servisi
P	Toplam Yağış Miktarı
RI	Random Consistency Index (Rassal Tutarlılık Endeksi)
SYM	Sayısal Yükseklik Modeli
USDA	Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı
NRCS	Doğal Kaynakları Koruma Servisi
Q	Yüzey Akış Miktarı

1. GİRİŞ

Yönetilir Akifer Beslemesi (MAR), yeraltı suyu rezervlerini artırmak ve sürdürülebilir su yönetimini sağlamak için kullanılan etkili bir yöntemdir. MAR, su kaynaklarının daha verimli yönetilmesine katkı sağlar. Bu yöntem, yeraltı suyu seviyelerini koruma, taşkın kontrolü, tuzlanma riskini azaltma, iklim değişikliğine karşı direnç oluşturma ve akiferlerdeki su kalitesini iyileştirme gibi birçok fayda sunar (Dillon, 2005; Dillon vd., 2019).

MAR, yeraltı sularını doğal olarak depolayan akiferlerin, bölgeye özel teknikler uygulanarak su depolama kapasitesinin artırılması sürecidir. Dünyanın farklı bölgelerinde uygulanan MAR projeleri, şu amaçlara hizmet etmektedir (Dillon, 2005; Dillon vd., 2011; Maliva vd., 2012; Bouwer 2002; Pyne, 2005; Dahlke vd., 2018; Ringleb vd., 2016; Post 2005; Page vd., 2018):

- Kurak dönemlerde istikrarlı su temini sağlama,
- Yeraltı suyu rezervlerini artırma,
- Yüzey akışını ve taşkınları kontrol altına alma,
- Tuzlu su girişimini engelleme,
- Yeraltı suyu kalitesini iyileştirme,
- Tarımsal üretim için sezon dışı su depolama,
- Kurak dönemlerde su salınımıyla ekosistemi destekleme,
- Arazi çökmesini azaltma.

MAR projelerinin başarısı, doğru alanların belirlenmesine bağlıdır. Bu süreç, çevresel, hidrolojik, hidrojeolojik, jeomorfolojik ve ekonomik faktörlerin dikkate alındığı çok kriterli bir karar verme analizi gerektirir. MAR alanlarının belirlenmesinde, farklı disiplinleri ve kriterleri bir araya getiren karmaşık bir karar verme süreci ortaya çıkmaktadır. Uygun saha belirlemek amacıyla jeolojik, hidrojeolojik, hidrolojik, jeomorfolojik ve arazi kullanımı vb. farklı veri türleri coğrafi bilgi sistemleri ortamında bir araya getirilerek analiz ve yorumlama yapılmaktadır. Şehirlerin artan su gereksinimlerini sürdürülebilir bir şekilde karşılamak için gelecekte su kaynaklarını ve depolama yöntemlerini çeşitlendirmenin gerekliliği önem arz etmektedir. MAR uygulamalarının sürdürülebilir şehir su yönetimini desteklediği görülmektedir (Page vd., 2018).

Bu bağlamda, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemi yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. AHP, farklı kriterlerin göreceli önemini belirlemek ve alternatifler arasında bir sıralama yapmak için etkili bir araçtır. Veri eksikliğinin MAR projeleri üzerindeki olumsuz etkileri olabileceği, bu nedenle yüksek hassasiyette ve doğrulukta verilerin temin edilmesi ve disiplinlerarası değerlendirilmesi gerekmektedir (Sallwey vd., 2019). MAR çalışmalarında AHP, jeolojik, hidrolojik ve topoğrafik verileri bir araya getirerek yerel koşullara uygun alanların tespitinde kullanılmıştır (Valverde vd., 2016; Moghaddam vd., 2017; Aghazadeh vd., 2019; Aloui vd., 2022). Bu kapsamda, farklı çalışma alanlarında arazi eğimi, drenaj ağı ve yoğunluğu, geçirgenlik, yağış miktarı, arazi kullanımı, litoloji, toprak türü ve yeraltı suyu derinliği gibi parametreler değerlendirilerek MAR planlaması için uygun alanlar belirlenmiştir (Sallwey vd., 2019; Aloui vd., 2022; Varouchakis vd., 2023), AHP yöntemi kullanılarak potansiyel MAR alanlarının sürdürülebilirliği üzerine kapsamlı analizler yapılmıştır.

CBS tabanlı çok kriterli karar analizi yöntemi ile arazi kullanımı, eğim, toprak yapısı, hidrolojik parametreler ve mevcut su kaynaklarının kalitesi gibi faktörler de dikkate alınarak MAR projeleri için uygunluk haritaları oluşturulmaktadır (Zghibi vd., 2020). Özellikle kurak ve su stresi yaşayan bölgelerde MAR için potansiyel alanlar belirlenmektedir (Jharia vd., 2021;

Mouhoumed vd., 2023). Literatürde, MAR projelerinin yeraltı suyu potansiyelini artırarak su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimine önemli katkılar sağladığı geniş çapta vurgulanmaktadır. Bu projeler, su seviyelerinin korunmasına yardımcı olmanın yanı sıra, uzun vadede su kıtlığı riskini azaltarak ekosistem dengesine de olumlu yönde etki etmektedir. Ayrıca, iklim değişikliğinin su kaynakları üzerindeki etkileri göz önüne alındığında, MAR tekniklerinin sürdürülebilir su yönetimindeki kritik rolü bir kez daha ortaya çıkmaktadır.

MAR uygulamalarında verilerin değerlendirilmesi ve ağırlıklandırılması AHP yöntemiyle gerçekleştirilmektedir. Ancak MAR alanlarının belirlenmesinde AHP yönteminin birçok avantajı bulunmasına rağmen, uzman görüşüne dayalı olması ve subjektif değerlendirmelere açık olması gibi sınırlamaları da literatürde tartışılmaktadır (Saaty, 1980).

İstanbul, Türkiye'nin kuzeybatısında yer alan, Avrupa ve Asya kıtalarını birleştiren stratejik bir şehirdir. Türkiye'nin en büyük metropolü ve aynı zamanda kültürel, ekonomik ve sosyal anlamda merkezi konumunda olan İstanbul, toplamda 5343 km²'lik bir yüzey alanına sahiptir. Avrupa ve Asya kıtalarını birleştiren İstanbul Boğazı, şehri doğal bir şekilde iki bölgeye ayırır. İstanbul'un yüzey alanının 1709 km²'lik kısmı Avrupa yakasında, 3634 km²'lik kısmı ise Asya yakasında yer almaktadır. İstanbul, hızla artan nüfusu ve iklim değişikliği nedeniyle su kaynakları üzerinde giderek artan bir baskı ile karşı karşıya kalmaktadır. Bu bağlamda, MAR, kentin sürdürülebilir su yönetimi stratejilerinin önemli bir potansiyel çözümü olarak öne çıkmaktadır. MAR uygulamaları, yağış sularının yeraltı suyu rezervuarlarına yönlendirilerek depolanmasını sağlayarak, kurak dönemlerde su temininde istikrarın artırılmasına yardımcı olabilir. Ayrıca, yeraltı su seviyelerinin korunması, deniz suyu girişiminin önlenmesi ve taşkın kontrolü gibi potansiyel faydalar sunarak İstanbul'un su güvenliğini artırabilir. Bu nedenle, İstanbul özelinde MAR projelerinin geliştirilmesi ve uygulanması, su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi açısından önemli bir potansiyel taşımaktadır.

1.1. Yönetilir Akifer Beslemesi (Managed Aquifer Recharge-MAR)

Yeraltı suyu, dünyanın en önemli tatlı su kaynaklarından biridir ve yaklaşık 2,5 milyar insanın günlük yaşamında hayati bir rol oynamaktadır. Günümüzde yeraltı suyu kaynakları, aşırı çekim, kirlilik, iklim değişikliği gibi faktörler nedeniyle büyük bir baskı altındadır. İklim değişikliğinin su kaynakları üzerindeki etkileri, su döngüsünde değişiklikler, kuraklık ve seller gibi aşırı sonuçlar, kutup ve dağ buzullarının erimesi, toprak neminde değişiklikler gibi olumsuz sonuçlar doğurmaktadır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021). Ayrıca, tarımsal faaliyetler için kaynaklardan aşırı su çekilmesi ve suyun verimli kullanılmaması gibi nedenlerle birçok tatlı su ekosistemi, ekonomik ve ekolojik değerini yitirmektedir (Uyduranoğlu Öktem vd., 2014) Bu sorunların çözümü için geliştirilen yöntemlerden biri olan Yönetilen Akifer Beslemesi (Managed Aquifer Recharge-MAR), doğal veya yapay yollarla akiferlerinin yeniden beslenmesini sağlayarak su kaynaklarını daha sürdürülebilir hale getirmeyi hedeflemektedir. MAR projeleri, Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA'lar) ile özellikle SKA 6 (Temiz Su ve Sanitasyon), SKA 11 (Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar) ve SKA 13 (İklim Eylemi) kapsamında, suyun güvenli, sürdürülebilir ve etkili bir şekilde yönetilmesi için temel çözümler sunabilir olduğundan doğrudan ilişkilidir. Bu tür uygulamalar, suyun kontrollü bir şekilde akiferlere yönlendirilmesiyle, su depolama, taşkın yönetimi, su kalitesinin iyileştirilmesi ve ekolojik sistemlerin desteklenmesi gibi çok çeşitli faydalar sunmaktadır. Bu yöntem, özellikle su kıtlığı yaşayan bölgelerde, şehirleşmenin yoğun olduğu alanlarda ve iklim değişikliğiyle mücadelede etkili bir araç olarak kullanılmaktadır.

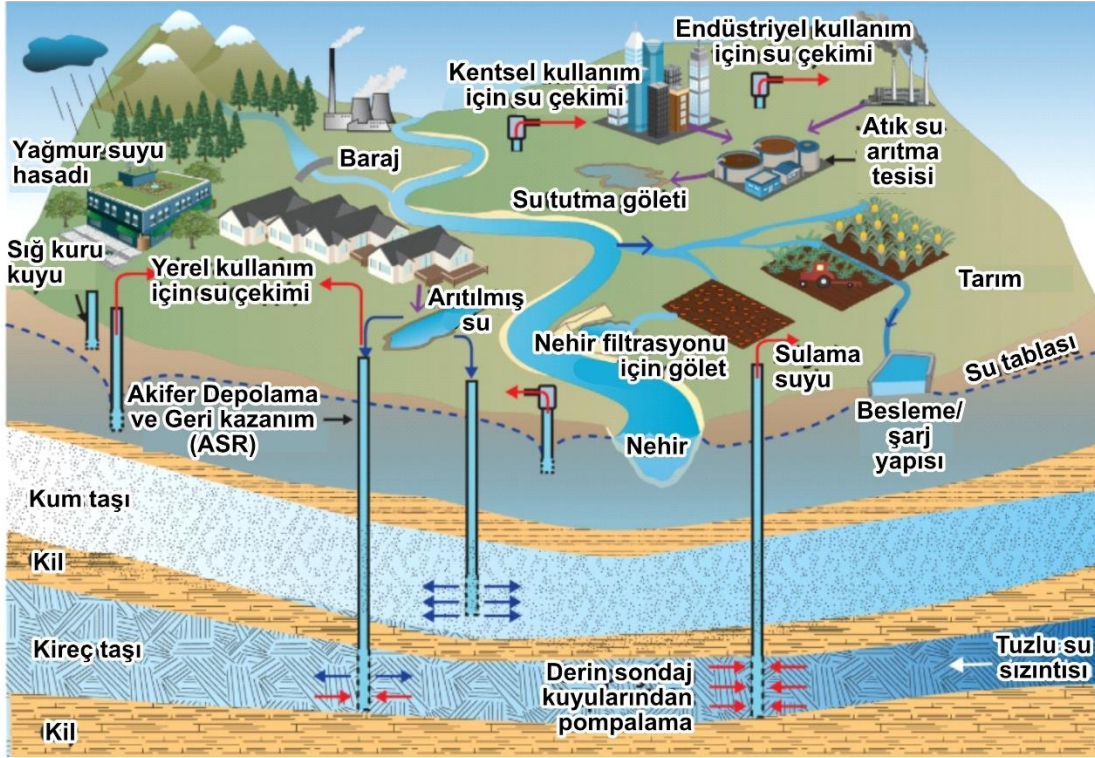
Yönetilen Akifer Beslemesi, akiferlerin planlı ve kontrollü bir şekilde suyla beslenmesini ifade etmektedir. Bu süreçte yüzey suları, kentlerde yağmur hasadıyla toplanan sular, arıtılmış atık sular veya diğer su kaynakları kullanılarak yeraltı suyu seviyeleri yükseltilmekte ve akiferler korunmaktadır. İklim değişikliği etkilerinin ve bölgesel su sıkıntılarının gözlendiği çağda olduğumuz göz önünde bulundurulursa, MAR yöntemlerinin, suyun yeniden kullanılabilirliğini artırması ve doğal kaynakları koruyarak ekonomik ve ekolojik faydalar sağlaması, önümüzdeki yıllarda daha da çok önem kazanacaktır. Bu yüzden şimdiden uygun alanların güvenilir verilere dayanarak tespit edilmesinin ileride yapılacak uygulama projeleri için büyük adımlar olacağı düşünülmektedir. MAR yöntemleri hem kentsel hem de kırsal alanlarda uygulanabilmekte (Alam vd., 2021; Dillon vd., 2022) olup, etkili çözümler sunduğu alanlar ve katkıları Tablo 1’de özetlenmiştir.

Tablo 1. MAR uygulamalarının çözüm sunduğu alanlar

Amaç	Çözümler
İçme ve Kullanma Suyu Temini	Yeraltı suyu rezervlerini artırarak şehirlerin içme ve kullanma suyu ihtiyacını karşılamak için kullanılır. Özellikle su kıtlığı yaşayan kentlerde sürdürülebilir su yönetimi için önemli bir stratejidir.
Tarımsal Sulama	Tarım alanlarında suyun mevsimsel olarak depolanmasını sağlayarak sulama suyunun sürdürülebilirliğini artırır. Kurak dönemlerde su eksikliğini gidermek ve aşırı yeraltı suyu çekimini azaltmak için uygulanır.
Sanayi ve Endüstriyel Kullanım	Endüstriyel üretimde su talebini karşılamak için MAR yöntemleriyle su rezervleri oluşturulabilir. Su geri kazanımı ve yeniden kullanımı süreçlerinde yeraltı suyu yönetimini destekler.
Sel Yönetimi ve Taşkın Kontrolü	Aşırı yağışlar ve taşkın riskine karşı suyu kontrollü bir şekilde yeraltına yönlendirerek taşkın yönetimine katkı sağlar. Kentsel alanlarda yüzey akışını azaltarak sel hasarlarını minimize edebilir.
Kıyı Bölgelerinde Tuzlu Su Girişiminin Önlenmesi	Aşırı yeraltı suyu çekimi nedeniyle kıyı bölgelerinde oluşan tuzlu su girişimini dengelemek için tatlı su ile besleme yapılabilir. Bu yöntem, kıyı bölgelerinde içme ve sulama suyunun tuzlanmasını önlemek için kullanılır.
Ekosistem Koruma ve Sulak Alanların Desteklenmesi	Sulak alanların sürdürülebilirliğini sağlamak için MAR yöntemleriyle yeraltı suyu seviyeleri dengede tutulabilir. Tatlı su ekosistemlerinin korunmasına ve biyoçeşitliliğin devamına katkı sağlar.
Kurak ve Yarı Kurak Bölgelerde Su Kaynaklarının Güçlendirilmesi	Su kıtlığı yaşayan bölgelerde yağışlı dönemlerde suyun yeraltına yönlendirilmesiyle uzun vadeli su rezervleri oluşturulabilir. Mevsimsel su kıtlığını dengeleyerek su arz güvenliğini artırır.

1.2. Yönetilir Akifer Beslemesi Yöntemleri (MAR) ve Uygulamaları

MAR, uygulandığı bölgenin jeolojik yapısına, hidrojeolojik özelliklerine ve mevcut su kaynaklarına bağlı olarak farklı yöntemlerle uygulanabilir (Şekil 1). MAR, sürdürülebilir su yönetimi için yenilikçi ve etkili bir yöntemdir. Bu yöntem, suyun sadece kısa vadeli ihtiyaçlarını karşılamakla kalmaz, aynı zamanda uzun vadede su kaynaklarının korunmasına, iklim değişikliğine uyuma ve çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlar. Özellikle su kıtlığı ve aşırı su kullanımı gibi sorunlarla mücadelede kritik bir araç olan MAR, doğal kaynakların korunması ve toplumsal faydaların artırılması açısından büyük bir potansiyele sahiptir.



Şekil 1. Farklı bölgelerde farklı amaçlara yönelik MAR uygulamaları (Alam ve diğ., 2021).

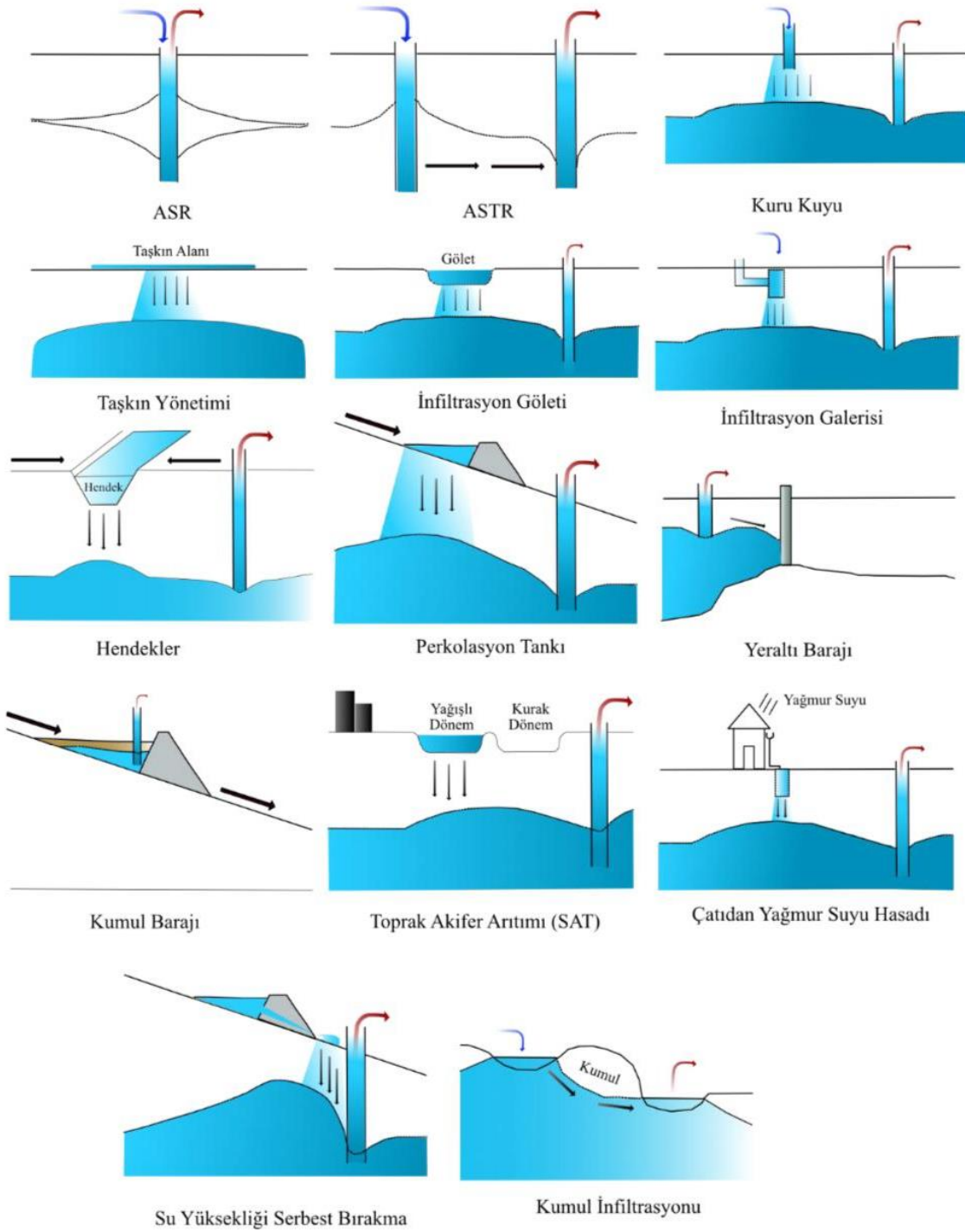
MAR uygulamaları metodolojik olarak farklı teknikleri içermektedir. Bu teknikler temel olarak doğal süreçleri esas alan ve mühendislik yaklaşımlarına dayanan insan müdahalelerini kapsayan uygulamaları içermektedir. Doğal süreçleri esas alan MAR yöntemleri suyun doğal filtrasyon ve yeraltına sızma süreçlerini hızlandırarak yeraltı suyu rezervlerini beslemeye yönelik çözümler sunmaktadır. Örneğin, en yaygın kullanılan yöntemlerden biri infiltrasyon havuzlarıdır (*infiltration ponds*). Bu uygulama suni besleme havuzları olarak görev yapar ve yağış veya yüzey suyu kaynaklarının kontrollü bir şekilde belirli alanlarda biriktirilerek yeraltına sızdırılmasını sağlamaktadır. Benzer şekilde, nehir kıyısı beslemesi (*riverbank filtration*) de nehir veya göl kenarındaki geçirgen akiferleri kullanarak suyun yeraltına süzülmesini destekleyen tekniklerdendir. Bu yöntem, suyun mikrobiyal kirleticilerden doğal olarak arındırılmasını sağlayarak özellikle içme suyu temini için önemli bir alternatif teşkil etmektedir.

Mühendislik çözümleri içeren MAR uygulamaları ise daha çok, suyun kontrollü bir biçimde enjeksiyonu ve depolanmasını esas almaktadır. Örneğin, enjeksiyon kuyuları (*injection wells*) suyun doğrudan akiferlere basınçlı olarak enjekte edilmesini sağlamaktadır. Benzer şekilde,

yeraltı barajları (*subsurface dams*) da özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde suyun yeraltında uzun süre tutulabilmesini sağlayıp, mevsimsel su arzı değişkenliklerine göre sürdürülebilir su kullanımını desteklemektedir. Bu bağlamda, farklı MAR uygulamaları ve bu uygulamaların temel amaçları ile hangi alanlar için uygun oldukları Tablo 2’de özetlenmiştir. Ayrıca, farklı bölgelerde uygulanan MAR tekniklerinin temsili bir görseli Şekil 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Farklı MAR teknikleri ve uygulama yöntem ve alanları

MAR Tipi	Amaç	Yöntem	Uygun Alanlar
Akifer Depolama ve Geri Kazanım (ASR - <i>Aquifer Storage and Recovery</i>)	Yeraltı suyunu depolamak ve kurak dönemlerde su sağlamak	İhtiyaç halinde tekrar kullanmak üzere, kuyular aracılığıyla suyun derin yeraltına enjekte edilmesidir.	Kentsel ve kıyı bölgeleri
Akifer Depolama, Transfer ve Geri Kazanım (ASTR - <i>Aquifer Storage, Transfer, and Recovery</i>)	Daha geniş su paylaşım sistemleri kurmak	ASR uygulamasının bir başka versiyonudur. Su bir kuyudan enjekte edilir, başka bir kuyudan pompaj yoluyla geri alınmasıdır.	Dağlık veya geçiş bölgeleri
Kuru Kuyular (<i>Dry Well</i>)	Yeraltı su seviyesini artırmak ve yüzey akışını azaltmak	Yeraltı suyu seviyesinin artırılması için kullanılan bir yöntemdir.	Kurak bölgeler, taşkın riski olan yerler
İnfiltrasyon Galerisi (<i>Infiltration Gallery</i>)	Yüzey sularını yeraltına aktararak su seviyelerini artırmak	Geçirgen yüzeylerde galeriler açılır, su bu galeriler aracılığıyla yeraltına sızdırılır.	Kentsel alanlar ve kıyı bölgeleri
Nehir Filtrasyonu (<i>Bank Filtration</i>)	Su kalitesini artırmak ve suyu depolamak	Nehir suyunun yeraltı su tabakasına süzülmesi için filtreleme sistemleri kullanılır.	Nehir kenarı ve deltalar
İnfiltrasyon Göleti/Havuzu (<i>Infiltration Pond</i>)	Yeraltı suyunu yenilemek ve taşkınları kontrol etmek	Geçirgen topraklarda geniş havuzlar oluşturulur ve su bu alanlarda tutularak, yeraltına sızdırılması sağlanmaktadır.	Tarımsal alanlar ve düşük eğimli bölgeler
Kumul Filtrasyonu (<i>Dune Filtration</i>)	İçme suyunun doğal yollarla filtrelenmesi	Su, kumullar aracılığıyla yeraltına sızdırılır ve doğal filtreleme yapılır.	Sahil bölgeleri ve kumul alanları
Toprak Akifer Arıtımı (SAT - <i>Soil Aquifer Treatment</i>)	Su kalitesini iyileştirmek ve suyu yeniden kullanmak	Kısmen arıtılmış atık suyun, yüzeyden toprak yoluyla filtrelenerek yeraltına sızdırılmasıdır.	Kentsel alanlar ve kıyı bölgeleri
Perkolasyon Tankları (<i>Percolation Tank</i>)	Yağışlı dönemlerde su toplamak, yeraltı su seviyesini artırmak	Yağmur suyunu toplamak ve depolamak için sığ depolar oluşturulup, yeraltına yönlendirildiği depolama tanklarıdır.	Kurak ve yarı kurak bölgeler
Yeraltı Barajları (<i>Subsurface Dam</i>)	Su kaybını önlemek ve suyu depolamak	Akiferlerde geçirimsiz bariyerler oluşturularak suyun yeraltında depolanmasını içerir.	Kurak ve yarı kurak bölgeler
Kum Barajı (<i>Sand Dam</i>)	Su depolamak ve taşkınları kontrol etmek	Kum barajları inşa edilerek suyun biriktirilmesi sağlanır ve biriktirilen su yeraltına yönlendirilir.	Yüksek eğimli bölgeler ve kurak bölgeler
Su Yüksekliği Serbest Bırakma (<i>Recharge Release</i>)	Su seviyelerini yükseltmek ve su depolama sağlamak	Suyun doğrudan yeraltına bırakılması ve doğal olarak emilmesi sağlanarak, yeraltı suyu beslenir.	Kurak bölgeler, sulama alanları
Hendekler (<i>Trenches</i>)	Erozyonu önlemek ve yeraltı suyunu beslemek	Yağmur suyunu toplamak ve yönlendirmek için açık hendekler kazılır ve suyun yeraltına yönlendirilmesi sağlanır.	Eğimli araziler ve yarı kurak bölgeler
Barajlar ve Setler (<i>Barriers and Bunds</i>)	Sel kontrolünü sağlamak ve yeraltı suyunu beslemek	Yağmur suyunun akış yönü değiştirilir veya suyun akışı yavaşlatılarak birikmesini sağlayan bariyerlerin kurulmasıdır.	Dağlık ve eğimli bölgeler
Taşkın Yöntemi (<i>Flooding</i>)	Sel kontrolünü sağlamak ve yeraltı suyunu beslemek	Yağmur suyu veya sel suyunun kontrollü şekilde belirli bir alan üzerine yönlendirilerek, yüzey akışının yeraltına sızdırılmasıdır.	Düz araziler ve sel baskınına eğilimli alanlar
Akış Toplama (<i>Runoff Harvesting</i>)	Suyun korunması ve yeraltı su depolama	Yağıştan gelen yüzey akışını biriktirerek toplanan yüzey suyunun yeraltına sızdırılmasıdır.	Kurak ve yarı kurak bölgeler
Çatı Tipi Yağmur Suyu Hasadı (<i>Rooftop Rainwater Harvesting</i>)	Suyun korunması ve yeraltı su seviyesini destekleme	Binaların çatı yüzeylerinde biriken yağmur suyunun oluklar ve borular ile depolara yönlendirilmesidir	Konut ve ticari binalar



Şekil 2. Farklı MAR uygulamalarının temsili gösterimi (Kaynak: Alam vd., 2021)

2. AMAÇ VE KAPSAM

İstanbul'da yeraltı suyu depolama ve zenginleştirme projeleri için potansiyel alanların belirlenmesi, su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi açısından büyük bir öneme sahiptir. Hızla artan nüfus, iklim değişikliği ve plansız kentleşme gibi faktörler, kentin su kaynakları

üzerinde ciddi baskılar oluşturmaktadır. Türkiye'nin en büyük metropolü ve ekonomik faaliyetlerin merkezi olan İstanbul'da, giderek artan su talebine karşılık kuraklık riskinin artması ve mevcut su kaynaklarının yetersizliği, alternatif su yönetimi stratejilerinin uygulanmasını zorunlu hale getirmiştir.

MAR projeleri, yeraltı su kaynaklarının doğal yollarla beslenmesini sağlayarak mevcut su varlıklarının daha etkin kullanımına olanak tanımakta ve su yönetimi açısından sürdürülebilir çözümler sunmaktadır. İstanbul'un jeolojik, hidrojeolojik ve çevresel özelliklerini dikkate alarak MAR projelerine uygun bölgelerin belirlenmesi, uzun vadeli bir su yönetim planının oluşturulmasına katkı sağlayacaktır.

Bu doğrultuda, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamında Çok Kriterli Karar Verme Analizleri (Multi-Criteria Decision Analysis – MCDA) kullanılarak İstanbul'da MAR potansiyeli taşıyan alanlar belirlenmiştir. "İstanbul İli Genelinde Yönetilen Akifer Beslemesi (MAR) Potansiyel Alanlarının Çok Kriterli Karar Verme Analizi ile Belirlenmesi" projesi kapsamında, kapsamlı veriler toplanmış, sınıflandırılmış ve CBS tabanlı analizler gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemi kullanılarak MAR için en uygun bölgeler belirlenmiştir.

Elde edilen bulgular, iklim değişikliği etkileri altında İstanbul'da su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi için MAR tekniklerinin kritik bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Bu çalışma, İstanbul'un gelecekteki su güvenliğini sağlamak amacıyla MAR projelerinin uygulanabilirliğini bilimsel bir çerçevede değerlendirmekte ve karar vericilere yol göstermektedir.

3. VERİ VE METODOLOJİ

3.1. Veri Türlerinin İncelenmesi ve Düzenlenmesi

Proje kapsamında idareden (İBB Deprem ve Zemin İncele Müdürlüğü), İSKİ ve diğer kurumların bünyesinde üretilen aşağıdaki verilerin ve raporların dijital ortamda temini talep edilmiştir.

- İBB Hidrojeoloji haritası ve raporu
- İBB Jeoloji haritası ve raporu
- İSKİ içme suyu kuyuları/kaynakları lokasyon verisi, kuyu logları ve kaynak suyu debileri
- Kuyu statik seviyeleri
- İSKİ mevcut yeraltı suyu kalitesi verisi
- Yüzey su kaynakları verisi
- Yüzey suyu drenaj ağı
- İçme suyu barajları ve koruma alanları
- DSİ Marmara havzası hidrojeolojik etüt raporu, su kalite ve seviye izleme verileri
- DSİ kuyu envanteri
- İstanbul Su Talebi ve Kullanımı verileri
- Ekolojik Olarak Hassas Alan verileri: Korunan alanlar, sulak alanlar ve korunması gereken habitatlar.
- Yüksek çözünürlüklü Sayısal Yüzey Modeli ve Sayısal Arazi Modeli
- Çevre Düzeni Planı
- Nazım İmar Planı

- İlçe sınırları
- Altyapı verileri: Yollar, enerji, barajlar, kanallar ve diğer su altyapıları.
- Nüfus verisi ya da nüfus yoğunluk haritası
- Güncel Arazi Kullanımı ve Arazi Örtüsü (LULC) haritası
- Arazi Mülkiyeti ve Kullanım Hakları verisi
- Kirlenici kaynakları (Atık depolama alanları, Endüstriyel Alanlar vb.)
- Güncel ve mevsimsel en az 4 bantlı (RGB+NIR) uydu verileri ya da
- Güncel ve mevsimsel (RGB+NIR) HGM ortofotoları
- Büyük Toprak Grubu verisi
- MGI verileri (yağış, evapotranspirasyon, sıcaklık, nem)

Kurumdan CBS ortamında temin edilen veriler ve koordinat bilgileri incelenmiş, türlerine göre aşağıda tasnif edilmiştir.

Jeoloji/Hidrojeoloji Verileri

- Jeoloji ve Hidrojeoloji haritaları (TM27, TM30)
- Yapısal Unsurlar (Tabakalanma, Kıvrım, Fay)
- Enine Kesitler
- Hidrojeolojik Ortam Sınırı ve Yer Kodu
- Yeraltıları İşletmeleri (İMP 2007 - 22 adet) Harita
- YAS İşletmesine Kapalı Alanlar Sınırı (DSİ 2021)
- Kuyular (İMP 2007 - 1.049 adet)
- Su Sondaj Kuyusu - İSKİ Master Plan - Ek3
- Su Sondaj Kuyusu (DSİ 2021 - 2.564 adet)
- Avrupa Mikrobölgeleme Sondajları
- Anadolu Mikrobölgeleme Sondajları
- Su Depoları (İSKİ 2021 - 174 adet) Harita
- Çeşme (İMP 2007 - 745 adet)
- Tarihi Çeşme (İSKİ 2021 - 1.208 adet)
- Tarihi Bentler (İMP 2007)
- Kaynak (İMP 2007 - 2.077 adet)
- Kaynak (İSKİ Master Planı 2021 - 8 adet)
- Memba Suyu İşletmeleri (İMP2007 - 64 adet) Harita

Hidroloji Verileri

- Akarsu ve Kuru dere (İBB 2020)
- Drenaj Ağı (İMP 2007)
- İçme Suyu Havza Koruma Sınırı (İSKİ 2021) Harita
- DSİ Rasat İstasyonu Harita
- Baraj-Gölet (İBB, DSİ, İSKİ, GOOGLE, 2021)

Meteoroloji Verileri

- Meteorolojik Gözlem İstasyonu ve Kodu (MGM 2021- 49 adet)

Yerleşim

- İl ve ilçe sınırları haritası

Diğer Veriler

- Madencilik Sonrası Gölcük Alanı (İMP 2007)

Proje kapsamında, MAR alanlarının belirlenmesi sürecinde, bir havza veya bölgedeki yüzey akış potansiyelini değerlendirmek amacıyla Eğri Numarası (Curve Number CN) verisi ayrıca temin edilmiştir. Bu veri, 300×300 m çözünürlüklü küresel arazi örtüsü ve 250×250 m çözünürlüklü toprak verileri kullanılarak global ölçekte üretilen grid tabanlı bir veri setidir (Jaafar ve diğ., 2019).

Buna ek olarak, Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) verisi kullanılarak eğim haritası, drenaj ağı verisi kullanılarak ise drenaj yoğunluğu haritası türetilmiştir.

3.2. Veri Koordinat ve Raster Dönüşümleri

Veriler incelendiğinde, farklı koordinat sistemleri kullanıldığı tespit edilmiştir (örneğin, TR_Lambert_Conformal_Conic_Projection, GCS_WGS_1984, ITRF_1996_TM30 gibi). Analiz sürecinde, bu veriler İstanbul'un bulunduğu bölgeyi kapsayacak şekilde UTM WGS 84 35N koordinat sistemine dönüştürülmüştür. Bu dönüşüm, verilerin uyumlu hale getirilmesini ve analiz sürecinin daha tutarlı bir şekilde yürütülmesini sağlamıştır. Koordinat dönüşümü işlemi sonrasında veriler analiz için 5x5 metre mekansal çözünürlüklü raster veri formatına dönüştürülmüştür.

3.3. Metod

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), çok kriterli karar verme süreçlerinde kullanılan, kriterlerin göreceli önemini belirlemeye ve alternatifler arasında en uygun seçimi yapmaya olanak tanıyan matematiksel bir yöntemdir. Bu yöntem, karmaşık problemlerin bir hiyerarşik yapıya dönüştürülmesini sağlayarak karar vericilerin sorunları sistematik bir şekilde analiz etmesine yardımcı olur (Saaty, 1980). AHP, farklı disiplinlerden gelen parametreleri bir araya getirerek karar verme sürecini kolaylaştırmaktadır. AHP yöntemi, bir problemi hiyerarşik bir yapıya ayırarak çözer. En üstte hedef, altında ana kriterler (hidrolojik, jeolojik, topoğrafik vb.), onların altında alt kriterler ve en altta alternatifler bulunur. Bu yapı, kriterlerin önem derecelerine göre değerlendirilmesini ve en uygun alternatifin belirlenmesini sağlar. Bu yapı, karar verme sürecinin farklı seviyelerini açıkça tanımlar.

Kriterler ve alt kriterler, çift karşılaştırmalar yöntemiyle birbirlerine göre değerlendirilmektedir. Karar vericiler Saaty (1980)'in önerdiği 1-9 ölçeğini kullanarak kriterlerin göreceli önemini belirlemektedir (Tablo 3). Karşılaştırma matrislerinden kriterlerin ağırlıkları hesaplanmaktadır (Saaty, 1980).

Tablo 3 AHP karşılaştırma skalası ve açıklamaları

Değer	Açıklamalar
1	İki kriter eşit önemde
3	Bir kriter diğerinden biraz daha önemli
5	Bir kriter diğerinden belirgin şekilde daha önemli
7	Bir kriter diğerinden çok daha önemli
9	Bir kriter diğerinden son derece daha önemli
2, 4, 6, 8	Ara değerler, daha hassas karşılaştırmalar için kullanılır

AHP yönteminin doğruluğunu ve tutarlılığını değerlendirmek amacıyla Tutarlılık Endeksi (Consistency Index-CI) değeri, matrisin en büyük özdeğeri (λ_{max}) ve karşılaştırma matrisindeki kriter sayısı ile hesaplanmaktadır (1). AHP yöntemindeki karşılaştırma matrislerinin tutarlılığı, karar vericilerin karşılaştırma yaparken ne kadar tutarlı olduklarını göstermektedir. Tutarlılık, özellikle matrisin büyüklüğü arttıkça daha önemli olmaktadır.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (1)$$

Ayrıca, AHP'deki tutarlılığı değerlendirmek için Tutarlılık Oranı (Consistency Ratio-CR), Rassal Tutarlılık Endeksi (random consistency index-RI) ile hesaplanmaktadır (2). RI, farklı matris boyutlarına göre rastgele karşılaştırmalardan elde edilen ortalama CI değerlerini temsil etmektedir (Tablo 4). CR, CI ile RI oranı alınarak hesaplanmaktadır. CR ile karar vericilerin değerlendirmelerinin tutarlı olup olmadığı kontrol edilmektedir. CR değeri %10'dan küçükse, değerlendirmeler tutarlı kabul edilmektedir (Saaty, 1980).

Tablo 4 Rassal tutarlılık endeksi (RI) değerleri

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2)$$

MAR alanlarının belirlenmesi, çok kriterli karar verme süreçleri gerektiren karmaşık bir analiz sürecidir. MAR projelerinin temel amacı, yüzey sularının yeraltına sızdırılarak akiferlerin doğal beslenmesini artırmak ve su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimini sağlamaktır. Bu bağlamda, uygun alanların belirlenmesi sürecinde hidrojeolojik ve çevresel faktörlerin titizlikle değerlendirilmesi gerekmektedir.

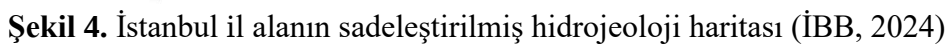
AHP yöntemi ile MAR için uygun bölgelerin tespitinde kullanılan kriterler, suyun yeraltına sızmasını ve depolanmasını doğrudan etkileyen parametreler dikkate alınarak belirlenmiştir. Bu çalışmada kullanılan hidrojeoloji, eğri numarası, drenaj ağı yoğunluğu, arazi kullanımı ve eğim gibi faktörler, MAR alanlarının seçiminde kritik bir rol oynamaktadır. Bu parametreler literatürde yaygın olarak kullanılan diğer ek parametrelerin (toprak türü, yağış miktarı, buharlaşma oranı, yeraltı su seviyesi, yüzey suyu mevcudiyeti) etkisini doğrudan veya dolaylı olarak kapsadığından inceleme alanı ölçeğinde güvenilir ve yeterli çözünürlüğe sahip bu parametreler MAR potansiyel alanların belirlenmesinde öncelikli parametreler olarak seçilmiştir. MAR projeleri için uygun akiferlerin belirlenmesi sürecinde, hidrojeolojik değerlendirmelerde yeraltı su seviyesi de dikkate alınmaktadır. Ancak çalışma ölçeğinde ayrıntılı yeraltı su seviyesi verisi elde etmek oldukça güçtür. Belirlenen çalışma ölçeğinde güvenilir ve güncel yeraltı su seviye veri setinin bulunmaması, bu parametrenin kullanımını da sınırlamaktadır.

Hidrojeoloji

MAR projeleri kapsamında, hidrojeolojik koşullar en kritik belirleyici faktörlerden biridir. Çünkü uygun hidrojeolojik özelliklere sahip olmayan bölgelerde suyun etkin bir şekilde yeraltına sızdırılması mümkün olmayacaktır. MAR için en uygun alanların belirlenmesinde, akiferlerin geçirgenliği, depolama kapasitesi ve doygunluk durumu dikkate alınmaktadır. Özellikle yüksek geçirgenliğe sahip akiferler, MAR projelerinin başarısını doğrudan etkilemektedir. Geçirimli jeolojik formasyonlar suyun hızlı bir şekilde akiferlere sızmasını sağlarken, düşük geçirgenliğe sahip formasyonlar MAR için elverişsizdir. Bu nedenle, hidrojeoloji kriteri MAR projelerinde öncelikli olarak değerlendirilmiş ve bölgenin jeolojik ve hidrojeolojik özellikleri detaylı analiz edilmiştir.

Proje kapsamında 2024 yılında İBB tarafından revize edilmiş İstanbul il Alanının Jeoloji (Şekil 3) ve Hidrojeoloji (Şekil 4) verisi MAR kapsamında AHP analizi için kullanılmıştır. İstanbul ili alanında belirlenen yeraltısuyu ortamları da Tablo 5’de verilmiştir.





Tablo 5 İstanbul il alanının hidrojeolojik ortamları (İBB, 2024)

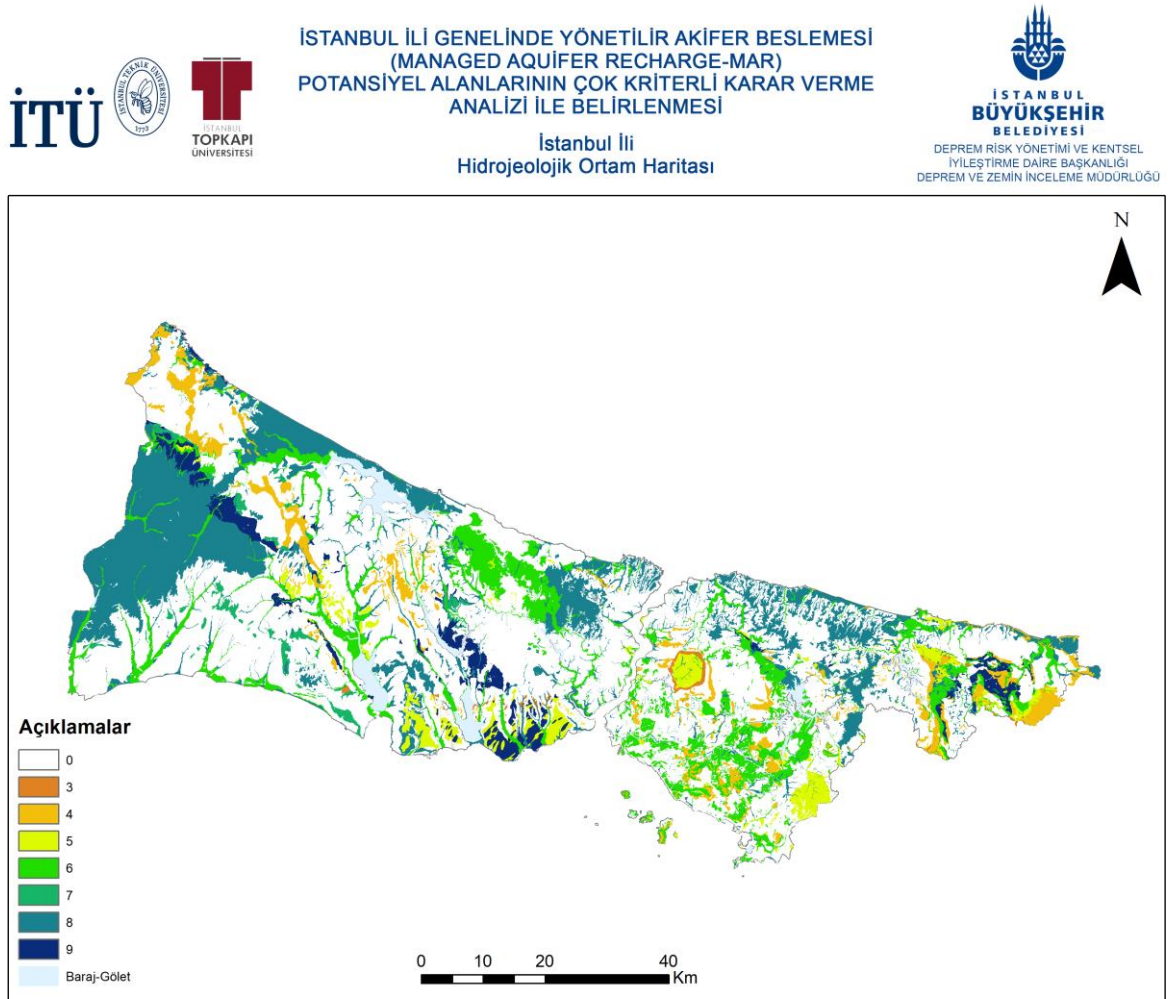
Bölge	Yer Kodu	Tanım Kodu	Hidrojeolojik Ortam Adı
İstanbul ili Batı (Trakya) Yakası Sutasırlar (Akiferler)	B01	108.KSB	İstanbul Eosen Resifal Kireçtaşı Sutasırları Havzası
	B02	33.KS	Cebeciköy Neritik Kireçtaşı Sutasırları
	B03	123.TS	Batı İstanbul Neojen Sutasırları
	B04	147.TS	Gümüşyaka Alüvyon Sutasırları
	B05	123.TS	Terkos Neojen Sutasırları
	B06	123.TS	Doğu Gümüşpınar Neojen Sutasırları
	B07	123.TS	Belgrat Neojen Sutasırları
	B08	123.TS	Kamiloba Neojen Sutasırları
	B09	123.TS	Kıraç Neojen Sutasırları
	B10	117.TS	Tepeköy Kum - Çakıl Merceği Sutasırları
	B11	147.TS	Ahlat Dere Alüvyon Sutasırları
	B12	123.TSB	Beylikdüzü Neojen Sutasırları
	B13	147.TS	Tavukçu Dere Alüvyon Sutasırları
	B14	147.TS	Küçüközü Deresi Alüvyon Sutasırları
	B15	123.TS	Bendler Neojen Sutasırları
	B16	147.TS	Zekeriyaköy - Uskumruköy Dereleri Alüvyon Sutasırları
	B17	123.TS	Demirçiköy Neojen Sutasırları
	B18	123.TS	Doğu Demirçiköy Neojen Sutasırları
	B19	123.TS	Çamaşır Dere Neojen Sutasırları
İstanbul ili Batı (Trakya) Yakası Yarısutasırlar (Aktardlar)	b01	64.ksb	Şermat Feldispathi Kuvarsit Yarısutasırları
	b02	64.ks	Çakmakçı Dere Feldispathi Kuvarsit Yarısutasırları
	b03	116.ksb	Silivri - Kumburgaz Marnlı Kumtaşı Yarısutasırları
	b04	119.ks	Kurfallı Çakıltaşı Kumtaşı Yarısutasırları
	b05	119.ks	Selimpasa / Kadıköy Çakıltaşı Kumtaşı Yarısutasırları
	b06	119.ks	Ortaköy Çakıltaşı Kumtaşı Yarısutasırları
	b07	119.ks	Çakılıköy Çakıltaşı Kumtaşı Yarısutasırları
	b08	68.ksb	Kuzeydoğu Çakıl Göleti Metamorfiz Yarısutasırları
	b09	119.ks	Mimaroba Çakıltaşı Kumtaşı Yarısutasırları
	b10	112.ks	Doğu Örcünlü Dere Killi Kireçtaşı Yarısutasırları
	b11	112.ks	Güney Yassıören Killi Kireçtaşı Yarısutasırları
	b12	112.ks	Dursunköy Killi Kireçtaşı Yarısutasırları
	b13	131.ks	Avcılar Marnlı Kireçtaşı Yarısutasırları
	b14	131.ks	Bakırköy - Zeytinburnu Marnlı Kireçtaşı Yarısutasırları
	b15	131.ks	Zeytinburnu Marnlı Kireçtaşı Yarısutasırları
	b16	48.ks	Zekeriyaköy Kumtaşı Yarısutasırları
	b17	14.ksb	Sarıyer Grovak Yarısutasırları
	b18	17.ksb	İstinye Neritik Karbonatlar Yarısutasırları
	b19	146.ts	Büyüçekmece Baraj Önü Alüvyon Yarısutasırları
	b20	146.ts	Büyükcavuşlu Deresi Alüvyon Yarısutasırları
	b21	146.ts	Çanta - Kula Dereleri Alüvyon Yarısutasırları
	b22	146.ts	Fener - Kayalı Dereleri Alüvyon Yarısutasırları
	b23	146.ts	Kabakça - İncegiz Alüvyon Yarısutasırları
	b24	144.ts	İncegiz Göleti Seki Yarısutasırları
	b25	146.ts	Çiftlikköy - Sivasköy Dereleri Alüvyon Yarısutasırları
	b26	146.ts	İncegiz - Örcünlü Dereleri Alüvyon Yarısutasırları
	b27	144.ts	Batı Çatalca Seki Yarısutasırları
	b28	146.ts	Tahtaköprü Deresi Alüvyon Yarısutasırları
	b29	144.ts	İzzettin Seki Yarısutasırları
	b30	146.ts	Kaptançayırı Deresi Alüvyon Yarısutasırları
	b31	144.ts	Güney Nakkaş Seki Yarısutasırları
	b32	146.ts	Tayakadın Deresi Alüvyon Yarısutasırları
	b33	146.ts	Haramidere Alüvyon Yarısutasırları
	b34	146.ts	Eşkinöz Dere Alüvyon Yarısutasırları
	b35	121.ts	Arnavutköy Neojen Yarısutasırları
	b36	121.ts	Tayakadın - Güktürk Neojen Yarısutasırları
	b37	146.ts	Bolluca Deresi Alüvyon Yarısutasırları
	b38	146.ts	Ayamama Deresi Alüvyon Yarısutasırları
	b39	153.ts	Habipler Dolgu Yarısutasırları
	b40	121.ts	Ağaçlı Neojen Yarısutasırları
	b41	121.ts	Doğu Ağaçlı Neojen Yarısutasırları
	b42	146.ts	Çirpıcı - Ayvalı Dereleri Alüvyon Yarısutasırları
	b43	146.ts	Alibeyköy - Kağıthane Dereleri Alüvyon Yarısutasırları
	b44	121.ts	Kilyos Neojen Yarısutasırları
	b45	146.ts	Çayırbaşı Deresi Alüvyon Yarısutasırları
İstanbul ili Doğu (Anadolu) Yakası Sutasırlar (Akiferler)	D01	19.KSB	Beykoz Biyoklastik Kireçtaşı Sutasırları
	D02	19.KSB	Kavacık Biyoklastik Kireçtaşı Sutasırları
	D03	10.KS	Kayıdağ Kuvarsit Çakıltaşı Sutasırları
	D04	11.KSB	Taşdelen Kuvarsit Sutasırları
	D05	53.KS	İshaklı Dolomitik Kireçtaşı Sutasırları
	D06	11.KSB	Ömerli Kuvarsit Sutasırları
	D07	19.KSB	Pendik - Aydınlı Biyoklastik Kireçtaşı Sutasırları
	D08	19.KSB	İcmeler Biyoklastik Kireçtaşı Sutasırları
	D09	97.KS	Kurna Biyoklastik Kireçtaşı Sutasırları
	D10	97.KSB	Kızılca - Şile Biyoklastik Kireçtaşı Sutasırları
	D11	53.KSB	İstanbul Triyas Dolomitik Kireçtaşı Sutasırları Havzası
	D12	124.TS	Anadolu Feneri Neojen Sutasırları
	D13	124.TS	Mahmutşevketpaşa Neojen Sutasırları
	D14	124.TS	Doğu Riva Neojen Sutasırları
	D15	124.TS	Küçükçekir - Adalar Dereleri Neojen Sutasırları
	D16	124.TS	Kılıçlı - Avcıkoru Neojen Sutasırları
	D17	124.TS	Yukarı Riva - Çayağzı Dereleri Neojen Sutasırları
	D18	124.TS	Güney Kurna Neojen Sutasırları
	D19	124.TSB	Doğu İskele Dere Neojen Sutasırları
İstanbul ili Doğu (Anadolu) Yakası Yarısutasırlar (Aktardlar)	D20	124.TSB	Batı Doğancah Dere Neojen Sutasırları
	D21	147.TS	Alaçah - Karadeniz Kıyısı Alüvyon Sutasırları
	D22	124.TS	Sofular Neojen Sutasırları
	D23	124.TS	Kuzey Kızılca Neojen Sutasırları
	D24	124.TSB	Alaçah - Yeşilvadi Neojen Sutasırları
	D25	124.TS	Ulupelit Neojen Sutasırları
	D26	124.TS	Güney Bağcıdere Neojen Sutasırları
	D27	124.TS	Kuzey Göçbeyli Neojen Sutasırları
	d01	27.ksb	Üsküdar - Ataşehir Killi Kireçtaşı Yarısutasırları
	d02	27.ks	Fenerbahçe Killi Kireçtaşı Yarısutasırları
	d03	25.ks	Kadıköy Mikritik Kireçtaşı Yarısutasırları
	d04	27.ksb	Vaniköy Killi Kireçtaşı Yarısutasırları
	d05	8.ks	Batı Çamlıca Kuvarsarenit Yarısutasırları
	d06	17.ksb	Doğu Çamlıca Neritik Karbonatlar Yarısutasırları
	d07	7.ks	Kınalıada Feldispathi Kuvarsarenit Yarısutasırları
	d08	7.ks	Heybeliada Feldispathi Kuvarsarenit Yarısutasırları
	d09	7.ks	Büyükdere Feldispathi Kuvarsarenit Yarısutasırları
	d10	8.ks	Doğu Beykoz Kuvarsarenit Yarısutasırları
	d11	8.ksb	Doğu Kavacık Kuvarsarenit Yarısutasırları
	d12	90.ks	Çavuşbaşı Metamorfiz Yarısutasırları
	d13	8.ksb	Ümraniye - Taşdelen Kuvarsarenit Yarısutasırları
	d14	17.ksb	Sancaktepe Neritik Karbonatlar Yarısutasırları
	d15	8.ksb	Aydos - Yakacık Kuvarsarenit Yarısutasırları
	d16	21.ksb	Kartal Mikritik Kireçtaşı Yarısutasırları
	d17	8.ksb	Tuzla Kuvarsarenit Yarısutasırları
	d18	8.ks	Doğu Paşaköy Kuvarsarenit Yarısutasırları
	d19	8.ks	Fatih - Kurna Kuvarsarenit Yarısutasırları
	d20	14.ksb	Emirli - Kurna Grovak Yarısutasırları
	d21	8.ksb	Sırapınar Kuvarsarenit Yarısutasırları
	d22	14.ksb	Çayağzı Dere Grovak Yarısutasırları
	d23	47.ksb	Kuzey Kömürlük Kıvrımlı Denizel Karbonatlar Yarısutasırları
	d24	14.ksb	Kömürlük - Ulupelit Grovak Yarısutasırları
	d25	8.ks	Güney Bağcıdere Kuvarsarenit Yarısutasırları
	d26	8.ks	Batı Göçbeyli Kuvarsarenit Yarısutasırları
	d27	14.ks	Göçbeyli Grovak Yarısutasırları
	d28	14.ksb	Yeşilvadi - Kocacı Grovak Yarısutasırları
	d29	106.ks	Şile Kireçli Kumtaşı - Çakıltaşı Yarısutasırları
	d30	47.ksb	Ovacık - Tekeköy Kıvrımlı Denizel Karbonatlar Yarısutasırları
	d31	76.ks	Doğu Darlık Kumtaşı - Çakıltaşı Yarısutasırları
	d32	8.ks	Batı Yaka Kuvarsarenit Yarısutasırları
	d33	40.ksb	Yaka Volkanitli Çakıltaşı - Kumtaşı Yarısutasırları
	d34	40.ksb	Batı Hacıllı Volkanitli Çakıltaşı - Kumtaşı Yarısutasırları
	d35	43.ksb	Doğu Hacıllı - Sungurlu Volkanit Yarısutasırları
	d36	96.ks	Kabakoz Marnlı Kıvrımlı Kireçtaşı Yarısutasırları
	d37	96.ks	Ağva Marnlı Kıvrımlı Kireçtaşı Yarısutasırları
	d38	96.ks	Çelebi Marnlı Kıvrımlı Kireçtaşı Yarısutasırları
	d39	133.ts	Ataşehir Neojen Yarısutasırları
	d40	133.ts	İnkılup Neojen Yarısutasırları
	d41	89.ts	Çavuşbaşı Graniti Arenit Yarısutasırları
	d42	146.ts	Aşağı Riva Alüvyon Yarısutasırları
	d43	146.ts	İshaklı Alüvyon Yarısutasırları
	d44	146.ts	Yukarı Riva Alüvyon Yarısutasırları
	d45	133.ts	Doğu Polonezköy Neojen Yarısutasırları
	d46	138.ts	Dragos Neojen Yarısutasırları
	d47	137.ts	Ferhatpaşa Neojen Yarısutasırları
	d48	137.ts	Sultanbeyli Neojen Yarısutasırları
	d49	133.ts	Güney Paşaköy Neojen Yarısutasırları
	d50	133.ts	Balıca Neojen Yarısutasırları
	d51	37.ts	Sancaktepe Graniti Arenit Yarısutasırları
	d52	146.ts	Kumbaba - Yeniköy Dere Alüvyon Yarısutasırları
	d53	146.ts	Göksu Deresi Alüvyon Yarısutasırları
	d54	146.ts	Yeşilçay Deresi Alüvyon Yarısutasırları

Çalışma kapsamında hidrojeolojik ortam sınıfları ağırlandırmak amacıyla sınıfların ağırlıklarına göre alt sınıflara ayrılmıştır. Ayrıca ağırlıklandırmalar İstanbul Jeoloji

haritasındaki formasyon bilgilerine göre detaylandırılarak gerçekleştirilmiştir. Tablo 6’da hidrojeolojik ortam sınıflarının ağırlıklandırma sınıfları verilmiştir. Şekil 5’te ise hidrojeoloji haritası için alt sınıflara göre sınıflandırılmış hidrojeoloji haritası görülmektedir.

Tablo 6 Hidrojeolojik ortamlar ağırlıklandırma sınıfları

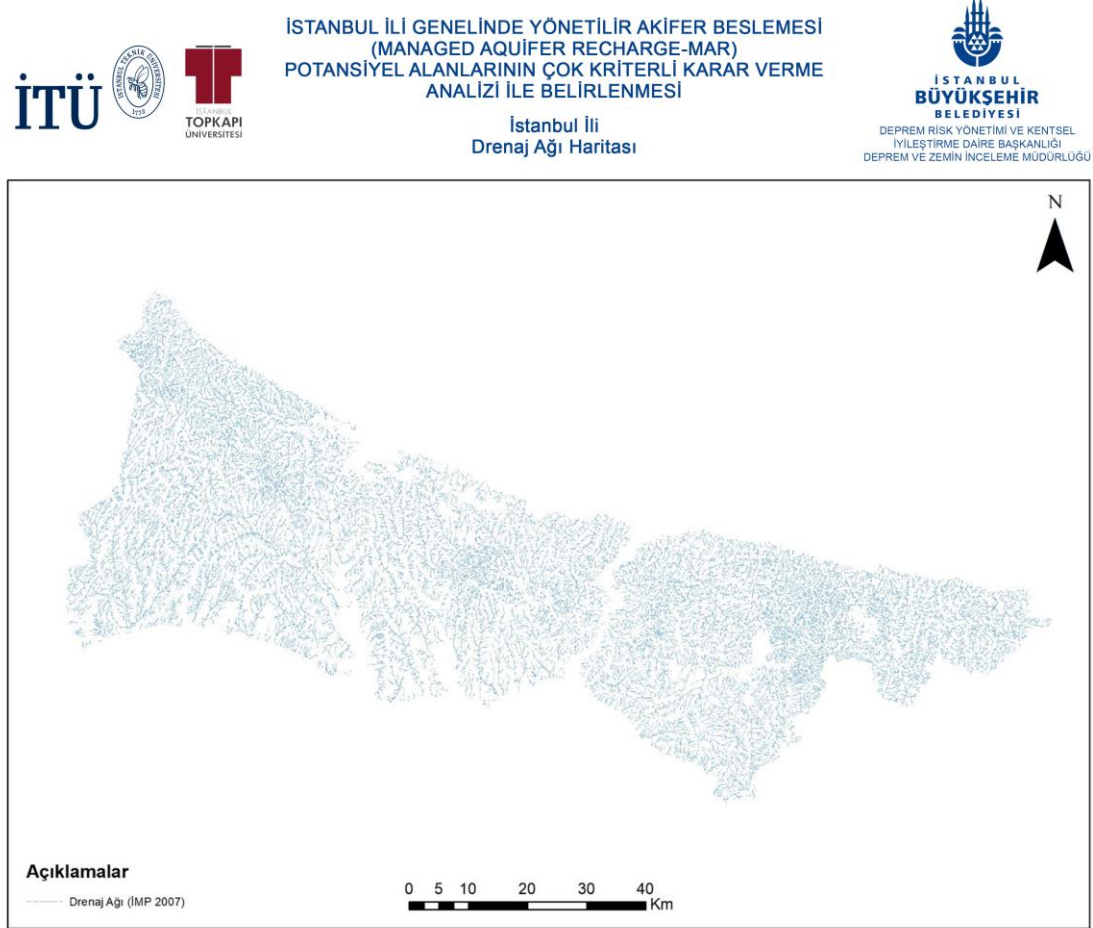
Hidrojeolojik Ortam Sınıfları	Ağırlıklandırma Sınıfları
Geçirimli Taneli Ortam (Gçt)	7 – 8
Yarıgeçirimli Taneli Ortam (gçt)	5 - 6
Geçirimli Kaya Ortam (Gçk)	9
Yarıgeçirimli Kaya Ortam (gçk)	4 - 6
Diğer (Yarıgeçirimsiz Ortam (gz), Geçirimsiz Ortam (Gz), Bataklık, Sazlık, Liman, İskele)	0



Şekil 5. Yeniden sınıflandırılmış hidrojeolojik ortam haritası

Bir havza veya bölgedeki yüzey sularını taşıyan akarsu, dere ve nehirlerin birleşiminden oluşan hidrografik sistem drenaj ağı olarak tanımlanmaktadır. Drenaj ağı, suyun doğal yollarla havza dışına taşınmasını sağlar ve yüzey akışı dinamiklerini göstermektedir. Drenaj ağı yoğunluğu, bir bölgedeki akarsu ve dere sistemlerinin yoğunluğunu belirten bir göstergedir. Bir havzadaki toplam drenaj ağı uzunluğunun havza alanına oranı ile drenaj yoğunluğu belirlenmektedir. Drenaj ağı yoğunluğu, bölgesel su hareketini anlamak ve suyun yeraltına yönlendirilmesini optimize etmek amacıyla MAR projelerinde temel kriterlerden biri olarak değerlendirilmiştir. Drenaj yoğunluğu, dolaylı olarak zeminin geçirgenliği, topoğrafya, yağış özellikleri gibi faktörlerle ilişkilidir. MAR çalışması için yüksek drenaj yoğunluğuna sahip bölgeler yüksek miktarlarda yüzey suyu toplanabilecek alanlar olarak değerlendirilmiş olup daha yüksek öncelik verilerek ağırlıklandırılmıştır.

Şekil 6'daki çalışmada İBB Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü'nden temin edilen drenaj ağı verisi ile drenaj yoğunluğu verisi türetilmiş ve MAR kapsamında AHP analizi için kullanılmıştır.

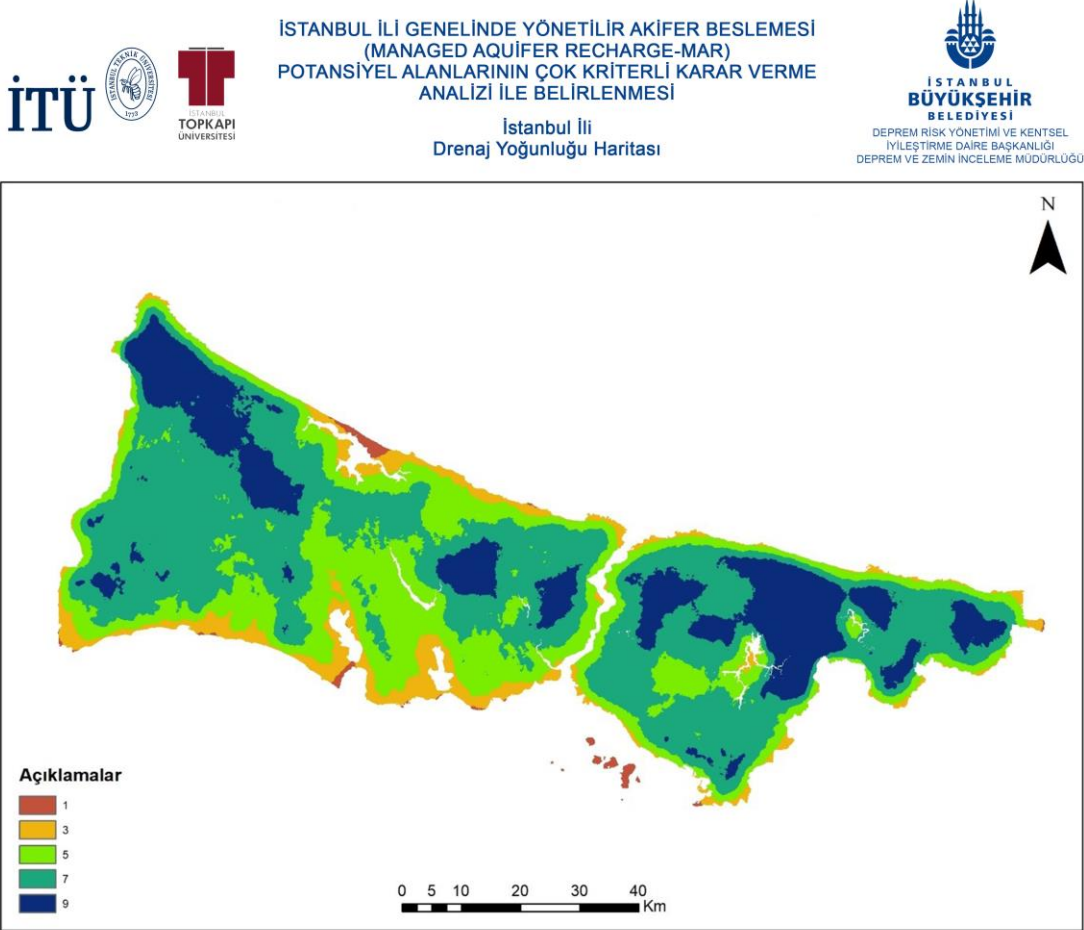


Şekil 6. İstanbul il alanının drenaj ağı haritası

Çalışma kapsamında drenaj yoğunluğu değerlerini ağırlandırmak amacıyla değerler doğal kırılım (natural break) ile alt değerlerde sınıflara ayrılmıştır. Tablo 7'de drenaj yoğunluğu değerlerinin sınıflarının ağırlıklandırma sınıfları yer almaktadır. Şekil 7'de drenaj yoğunluğu haritası için alt sınıflara göre sınıflandırılmış drenaj yoğunluğu haritası görülmektedir.

Tablo 7 Drenaj yoğunluğu ağırlıklandırma sınıfları

Drenaj Yoğunluğu Değer Aralıkları	Ağırlıklandırma Sınıfları
<0.79	1
0.79 – 1.57	3
1.58 – 2.36	5
2.37 – 3.15	7
>3.16	9



Şekil 7. Yeniden sınıflandırılmış drenaj yoğunluğu haritası

Eğri Numarası

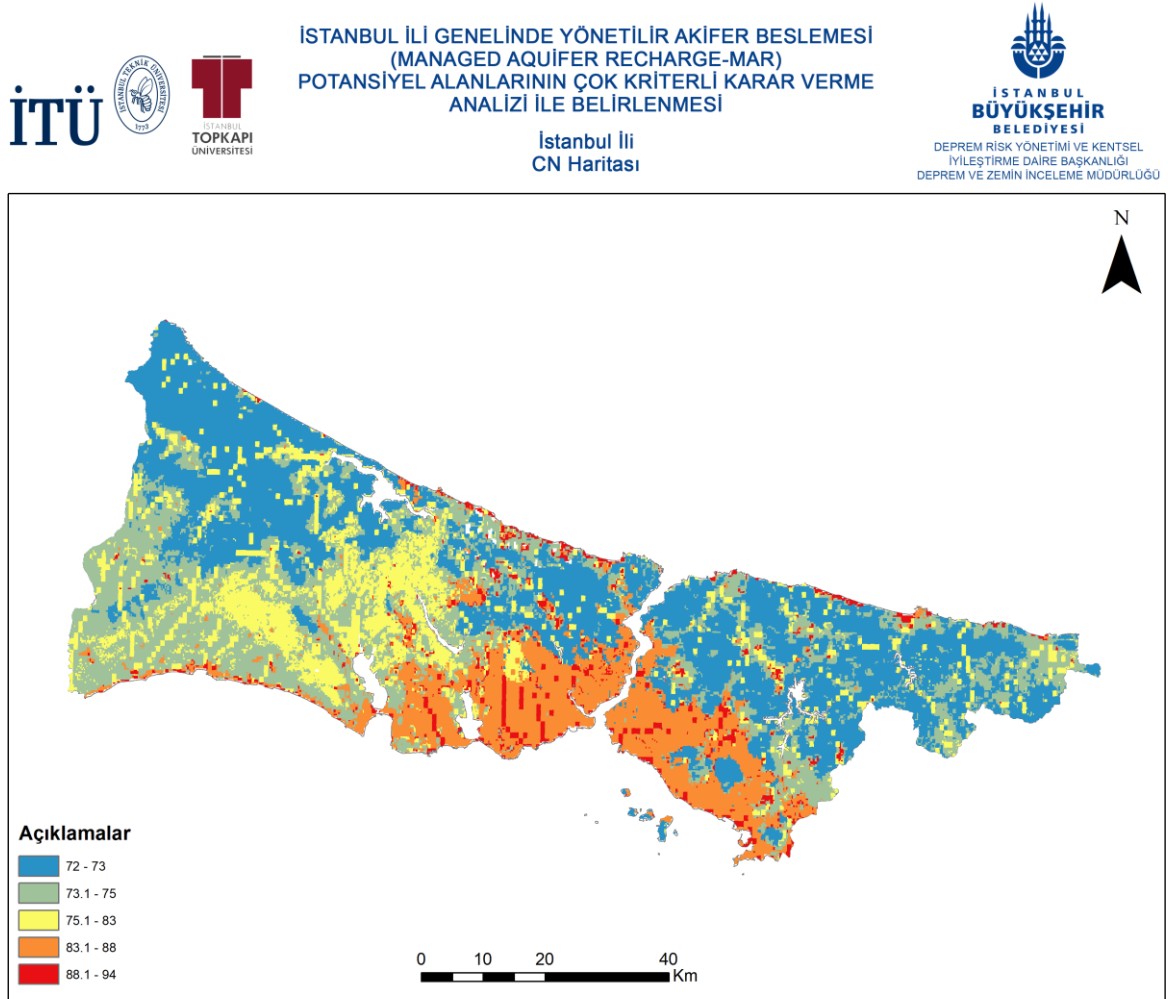
Eğri Numarası (CN), Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı'nın (USDA) Doğal Kaynakları Koruma Servisi (NRCS) tarafından geliştirilmiş bir hidrolojik parametredir. CN, bir havza veya bölgedeki yüzey sularının infiltrasyon kapasitesini ve akış eğilimlerini belirleyen önemli bir hidrolojik parametredir. MAR projeleri açısından CN değeri, suyun yüzeyden ne kadarının sızarak yeraltına ulaştığını belirlemede kritik bir rol oynar. CN değeri, temel olarak arazi kullanımı, toprak tipi ve arazi örtüsü gibi faktörlere dayalı olarak hesaplanır ve 0 ile 100 arasında değişmektedir. Düşük CN değerleri, yüksek infiltrasyon kapasitesini gösterirken, yüksek CN değerleri yüzey akışının baskın olduğunu ve suyun yeraltına sızmasının sınırlı olduğunu ifade eder. MAR projeleri için düşük CN değerine sahip bölgeler tercih edilmektedir, çünkü bu alanlarda yüzey akışından çok infiltrasyon süreci baskındır. CN yöntemi, özellikle kısa süreli yağış olayları sırasında oluşan yüzey akışının tahmininde yaygın olarak kullanılmaktadır. Yüzey akış miktarı (mm) (Q), toplam yağış miktarı (mm) (P), başlangıç kayıpları (infiltrasyon, yüzey depolama, vb.) (I_a), maksimum su depolama kapasitesi (mm) (M)

ile Formül 3'teki formülizasyon ile CN değeri hesaplanmaktadır (Mishra vd., 2003; Scanlon vd., 2007; Hawkins vd., 2009).

$$Q = \frac{(P-I_a)^2}{P-I_a+S} \quad (3)$$

CN verisi, yeraltı suyu rezervlerini yenilemek ve sürdürülebilir su yönetimi sağlamak amacıyla doğal veya yapay yöntemlerle yüzey suyunun yeraltına yönlendirilmesi planlanmasında ve etkinliğinde kritik bir rol oynamaktadır. Yüzey akışının yeraltına yönlendirilmesine açısından CN verisi sayesinde bölgelerin yeraltı suyu beslemesine daha uygun olduğunu belirlemek ve fazla yüzey suyunun yeraltında depolanması için gerekli olan sızma alanlarının tanımlanması mümkün olmaktadır (Bouwer, 2002; Dillon, 2005). Eğri numarası MAR alanlarının belirlenmesinde önemli bir kriter olarak ele alınmış ve uygun infiltrasyon koşullarına sahip bölgeler önceliklendirilmiştir.

Şekil 8'deki Beyrut Amerikan Üniversitesi tarafından üretilen CN verisi MAR kapsamında AHP analizi için kullanılmıştır (Url- 1). Bu veri, 300×300 m çözünürlüklü küresel arazi örtüsü ve 250×250 m çözünürlüklü toprak verileri kullanılarak global ölçekte üretilen grid tabanlı bir veri setidir (Jaafar ve diğ., 2019).



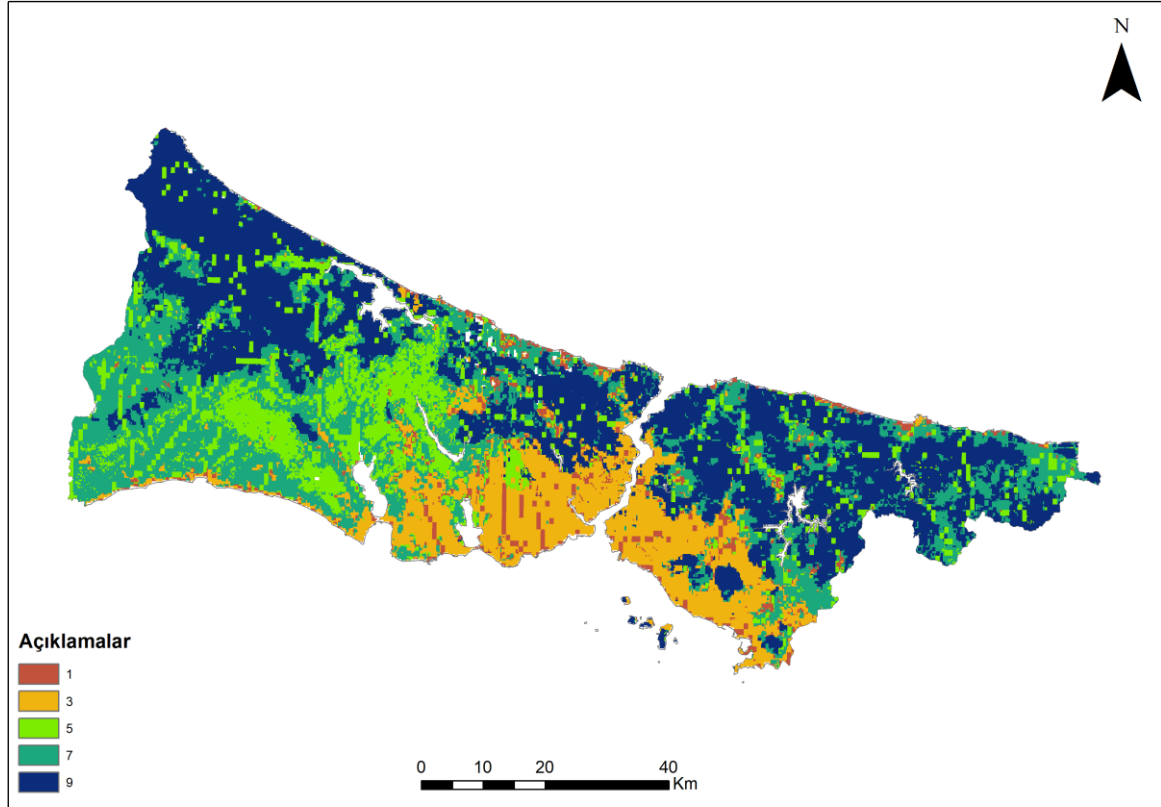
Şekil 8. İstanbul ili eğri numarası (CN) haritası

Çalışma kapsamında CN değerleri ağırlıklandırmak amacıyla değerler doğal kırılım (natural break) ile alt değerlerde sınıflara ayrılmıştır. Tablo 8'de CN değerlerinin sınıflarının

ağırlıklandırma sınıfları yer almaktadır. Şekil 9’da CN haritası için alt sınıflara göre sınıflandırılmış CN haritası görülmektedir.

Tablo 8 Eğri Numarası (CN) ağırlıklandırma sınıfları

CN Değer Aralıkları	Ağırlıklandırma Sınıfları
>88	1
83-88	3
75-83	5
73-75	7
<73	9



Şekil 9. Yeniden sınıflandırılmış CN haritası

Arazi Kullanımı

Arazi kullanımı, suyun yüzey akışı, infiltrasyonu ve buharlaşma oranlarını etkileyen önemli bir faktördür. MAR projeleri kapsamında, doğal ve geçirgen yüzeylerin infiltrasyonu artırıcı etkisi olduğu için tercih edilmektedir. Ormanlık alanlar, çayır gibi ekilebilir olmayan doğal alanlar MAR için daha uygun alanlar olarak öne çıkarken, kentleşmiş ve yoğun yapılaşmaya sahip alanlar genellikle düşük infiltrasyon kapasitesine sahiptir. Sert zeminlerin (beton, asfalt vb.)

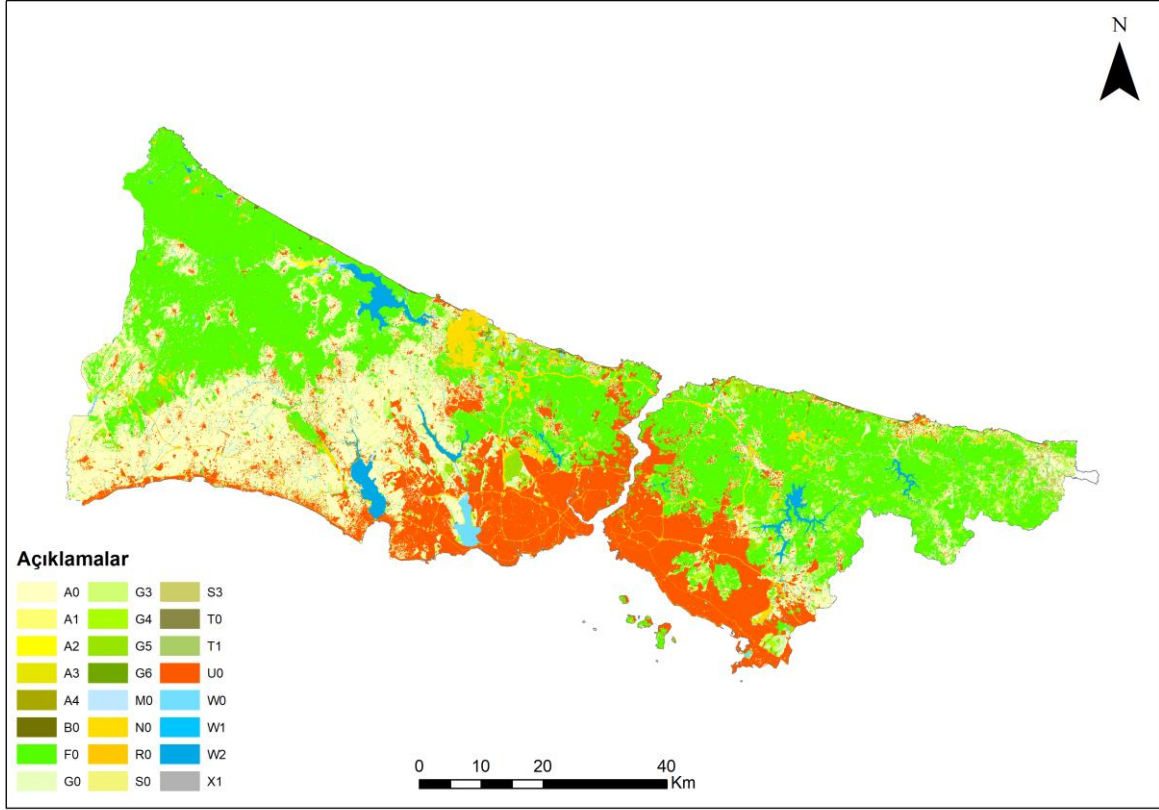
yaygın olduğu kentleşmiş bölgelerde, suyun büyük bir kısmı yüzey akışı ile taşınmakta ve yeraltına sızması sınırlı olmaktadır. Bu nedenle, MAR için uygun alanların belirlenmesi sürecinde doğal ve yarı-doğal alanlara öncelik verilmekte, geçirimsiz yüzeylerin yoğun olduğu bölgeler ise düşük öncelikli olarak değerlendirilmektedir. Buna ek olarak insan kaynaklı faktörler, arazi kullanımı ve su kaynaklarının yönetimi üzerinde doğrudan etkilidir. Sanayi, tarımsal faaliyetler ve kentleşme gibi faaliyetler, suyun kalitesini doğrudan etkileyebilir. Örneğin, ağır sanayi, yoğun kentleşme ve kimyasal kirliliğe maruz kalan bölgelerde MAR projelerinin uygulanması, su kalitesi açısından sakıncalı olabilir. Bu proje kapsamında arazi kullanımı kirlilik yükü açısından değerlendirilerek ağırlıklandırılmış, kirlenme riski yüksek olan arazi sınıfları düşük puanla ağırlıklandırılmıştır.

Proje kapsamında yüksek çözünürlüğe ve detaya sahip olması sebebiyle Land Parcel Identification System (LPIS) verisi, arazi kullanımı verisi olarak MAR kapsamında AHP analizi için kullanılmıştır. LPIS, Avrupa Birliği (AB) tarafından tarımsal alanların izlenmesi ve yönetimi için geliştirilmiş bir coğrafi bilgi sistemi (CBS) tabanlı araçtır. LPIS, özellikle Ortak Tarım Politikası (Common Agricultural Policy - CAP) çerçevesinde, tarımsal desteklerin doğru, etkin ve şeffaf bir şekilde dağıtılmasını sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Sistem, arazi parsellerinin sınırlarını belirlemek, arazi kullanım türlerini tespit etmek ve zaman içinde değişiklikleri izlemek için yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri, hava fotoğrafları ve çeşitli coğrafi veri katmanlarından yararlanır. LPIS, tarımsal alanların hassas bir şekilde haritalanmasını sağlayarak her bir parselin sınırlarını ve özelliklerini tanımlar. Arazi sahipleri ve kiracıları tarafından yapılan tarımsal faaliyetlerin düzenlenmesi için önem arz etmektedir. CAP çerçevesinde çiftçilere verilen doğrudan ödemelerin ve diğer desteklerin etkin yönetimini kolaylaştırır. Sistem, destek başvurularının uygunluğunu değerlendirirken arazi verilerini referans alır. Arazi kullanımı ile ilgili çevresel etkileri analiz etmek ve sürdürülebilir tarımsal uygulamaları teşvik etmek için kritik bir veri kaynağıdır. Sistem, biyolojik çeşitlilik, toprak sağlığı ve su kaynakları gibi çevresel faktörlerin izlenmesinde de kullanılır (Papadakis vd., 2016, Luketic vd., 2015; Şimşek vd., 2022). Tarım ve Orman Bakanlığı bünyesinde 2016 yılı verileri ile 1/5000 ölçekli 30x30 cm mekânsal çözünürlüklü hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri üzerinden fiziksel bloklar çizilerek arazi örtüsü sınıfları belirlenerek LPIS verisi üretilmiştir (Şimşek, 2023). Tablo 9’da LPIS metodolojisine göre sınıflandırılmış 24 adet arazi kullanımı ve örtüsü sınıfları görülmektedir.

Tablo 9 İstanbul ili LPIS sınıfları ve açıklamaları

Arazi Örtüsü/Kullanım Sınıfları	Sınıf Kodu	Açıklamalar	Kapladığı Alan (km ²) / Yüzdesi (%)
Ekilebilir Alanlar (A)	A0	Ekilebilir Arazi	899.52 / 16.58
	A1	Dağınık ağaçlı ekilebilir arazi	0.26 / 0.09
	A2	Pirinç tarlaları	6.44 / 0.20
	A3	Karma tarım alanları	1.19 / 0.10
Çayır ve ekilebilir olmayan alanlar (G)	G0	Çayır	420.16 / 7.78
	G3	%50-90 Çayır / %10-50 Odunsu bitki örtüsü	176.10 / 3.32
	G4	%25-50 Çayır / %50-75 Odunsu bitki örtüsü	88.95 / 1.72
	G5	%50-90 Çayır, %10-50 Çıplak alan bitki örtüsü	134.77 / 2.55
	G6	%25-50 Çayır, %50-75 Çıplak alan bitki örtüsü	10.25 / 0.28
Çıplak ve kayalık alanlar (B)	B0	Bare areas - Doğal çıplak alanlar	14.04 / 0.35
Ormanlık alanlar (F)	F0	Ormanlık/ağaçlık alanlar > %75	2179.75 / 40.04
Yapay alanlar (P)	N0	Yapılaşma olmayan suni alanlar	138.59 / 2.62
	R0	Yollar ve demiryolları	164.19 / 3.09
	U0	Suni yapılaşma alanları	994.43 / 18.31
Sera (D)	A4	Seralar	2.53 / 0.13
Sürekli çalı alanları (S)	S0	Makilik çalılık alanlar	7.57 / 0.22
	S1	Üzüm bağları	-
	S2	Çay alanları	-
	S3	Fındık alanları	17.32 / 0.40
Meyve ağaçları ve ağaçlık alanlar (T)	T0	Sürekli ağaçlık alanlar (özellikle meyve ağaçları)	28.47 / 0.60
	T1	Zeytin ağaçları	0.15 / 0.09
Su (W)	M0	Doğal sulak alanlar	7.71 / 0.23
	W0	Water standing - Su kaynakları	31.09 / 0.65
	W1	Water flowing - Nehir ile ilişkili nehir kenarları	31.35 / 0.65

Şekil 10'daki LPIS verisi MAR kapsamında AHP analizi için yeniden sınıflandırılmıştır.



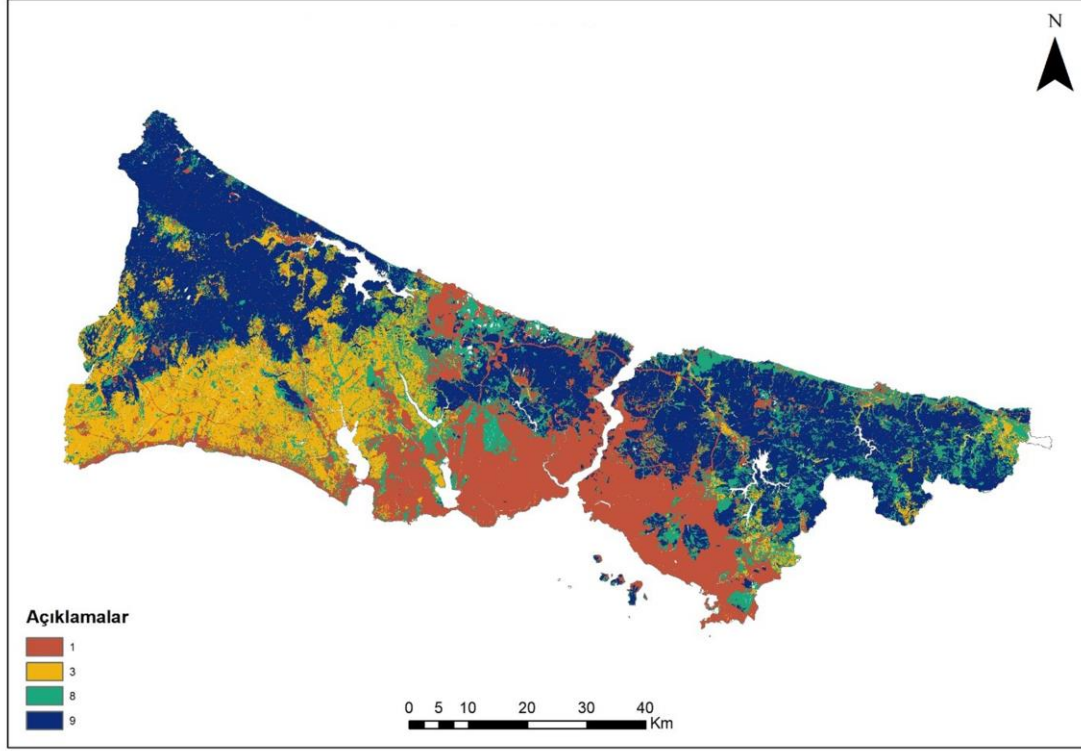
Şekil 10. İstanbul ili LPIS haritası

Çalışmada LPIS verisine ait arazi sınıfları incelenerek alt sınıflar ana başlıklar altında birleştirilerek Tablo 10'daki şekilde yeni sınıf numaraları ile sınıflandırılmıştır. Endüstriyel alanlar su kaynakları açısından kirletici etmen olabileceğinden dolayı MAR alanları için endüstri alanlarına olan mesafe önem arz edebilmektedir. LPIS verisi sınıfları incelendiğinde endüstri alanlarının diğer sınıflardan ayrı olarak sınıflandırılmadığı görülmektedir. Bu kapsamda, Coordination of Information on the Environment (CORINE) 2018 arazi kullanımı/örtüsü verisi temin edilerek bu veride endüstri alanı olarak sınıflandırılan alanlar LPIS verileri ile ilişkilendirilmiştir. LPIS verisine ait tüm sınıflar içerisinde endüstri alanlarını bulunan alanlar çalışma kapsamında endüstri alanı olarak ilişkilendirilerek alt sınıf olarak sınıflandırılmıştır.

Çalışma kapsamında LPIS değerleri ağırlıklandırmak amacıyla sınıfların ağırlıklarına göre alt değerlerde sınıflara ayrılmıştır. Tablo 10'da LPIS değerlerinin sınıflarının ağırlıklandırma sınıfları görülmektedir. Şekil 11'de LPIS haritası için alt sınıflara göre sınıflandırılmış LPIS haritası görülmektedir.

Tablo 10 Yeniden sınıflandırılmış LPIS sınıfları ve açıklamaları

Arazi Örtüsü/Kullanım Sınıfları	Sınıf Kodu	Açıklamalar	Sınıf No	Ağırlıklandırma Sınıfı
Tarımsal alanlar	A0	Tarım alanları	1	3
	A1	Dağınık ağaçlı ekilebilir arazi		
	A3	Karma tarım alanları		
	T0	Sürekli ağaçlık alanlar		
	T1	Zeytin ağaçları		
	S3	Fındık alanları		
Sulu tarım alanı	A2	Pirinç tarlaları	2	1
Endüstri alanları	-	Corine verisinde endüstri sınıfındaki alanlar ile LPIS verisinde çakıştırılan alanlar	3	1
	A4	Seralar		
Yerleşim alanları	N0	Yapılaşma olmayan suni alanlar	4	1
	R0	Yollar ve demiryolları		
	U0	Suni yapılaşma alanları		
Ormanlık alanlar	F0	Ormanlık/ağaçlık alanlar > %75	5	9
Ekilebilir olmayan alanlar	B0	Doğal çıplak alanlar	6	8
	G0	Çayır		
	G3	Çayır / %10-50 Odunsu bitki örtüsü		
	G4	%25-50 Çayır / %50-75 Odunsu bitki örtüsü		
	G5	%50-90 Çayır, %10-50 Çıplak alan bitki örtüsü		
	G6	%25-50 Çayır, %50-75 Çıplak alan bitki örtüsü		
	S0	Makilik çalılık alanlar		
Su alanları	M0	Doğal sulak alanlar	7	-
	W0	Su kaynakları		
	W1	Nehir ile ilişkili nehir kenarları		
Veri Yok	X1	Veri olmayan alanlar (Bulut veya gölge vs.)	8	-

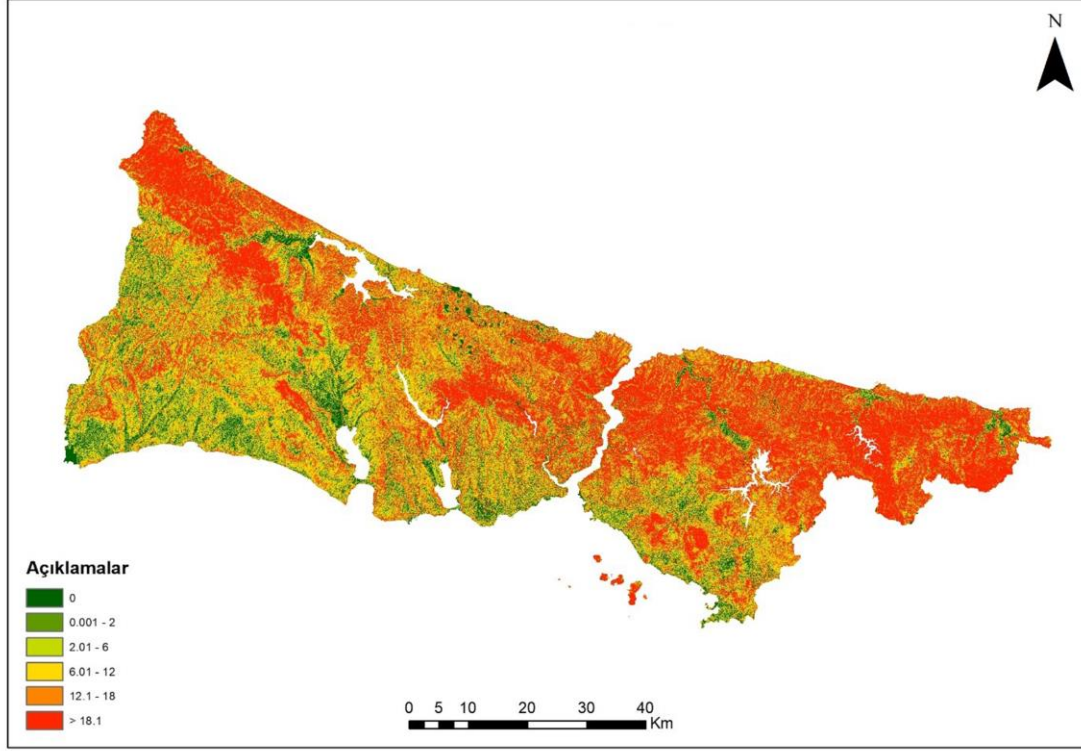


Şekil 11. Yeniden sınıflandırılmış LPIS haritası

Eğim

Eğim, suyun yüzeydeki hareket hızını belirleyen temel faktörlerden biridir ve MAR projelerinde dikkate alınması gereken kritik parametrelerden biridir. Eğim verisinin, yeraltı suyu beslemesine uygunluk açısından yüzey akış, infiltrasyon ve su toplama kapasitesi gibi hidrolojik süreçler için değerlendirildiği bilinmektedir (Yeh vd., 2016; Sallwey vd., 2019; Çelik vd., 2024). Düşük eğimli bölgeler, suyun yüzeyde daha uzun süre kalmasını sağlayarak infiltrasyon oranlarını artırırken, yüksek eğimli bölgelerde su hızla yüzey akışına geçerek MAR için uygun olmayan koşullar oluşturur. Eğim verisi, uydu görüntüleri veya Light Detection and Ranging (LIDAR) gibi fotogrametri yöntemlerle elde edilen SYM verisinden türetilmektedir.

Şekil 12’de İBB Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü’den temin edilen SYM verisi ile eğim verisi (%) türetilmiş ve MAR kapsamında AHP analizi için kullanılmıştır.

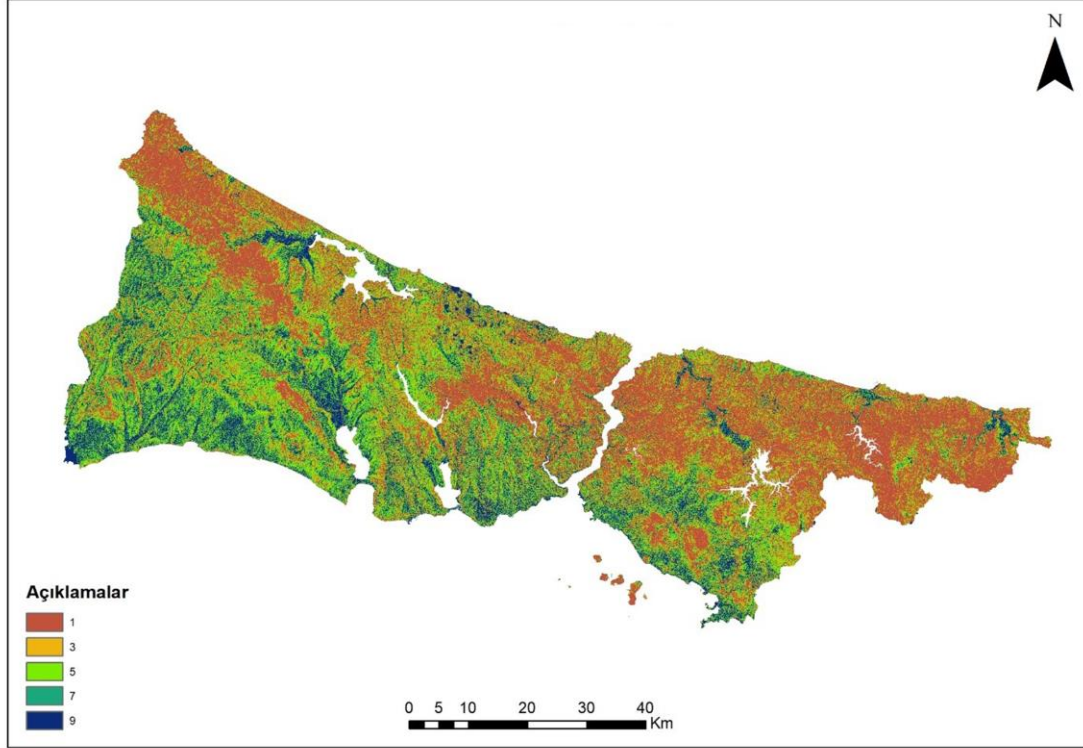


Şekil 12. İstanbul ili eğim (%) haritası

Çalışma kapsamında eğim değerleri ağırlıklandırmak amacıyla değerler doğal kırılım (natural break) ile alt değerlerde sınıflara ayrılmıştır. Tablo 11’de eğim değerlerinin sınıflarının ağırlıklandırma sınıfları görülmektedir. Şekil 13’de eğim haritası için alt sınıflara göre sınıflandırılmış Eğim haritası görülmektedir.

Tablo 11 Eğim ağırlıklandırma sınıfları

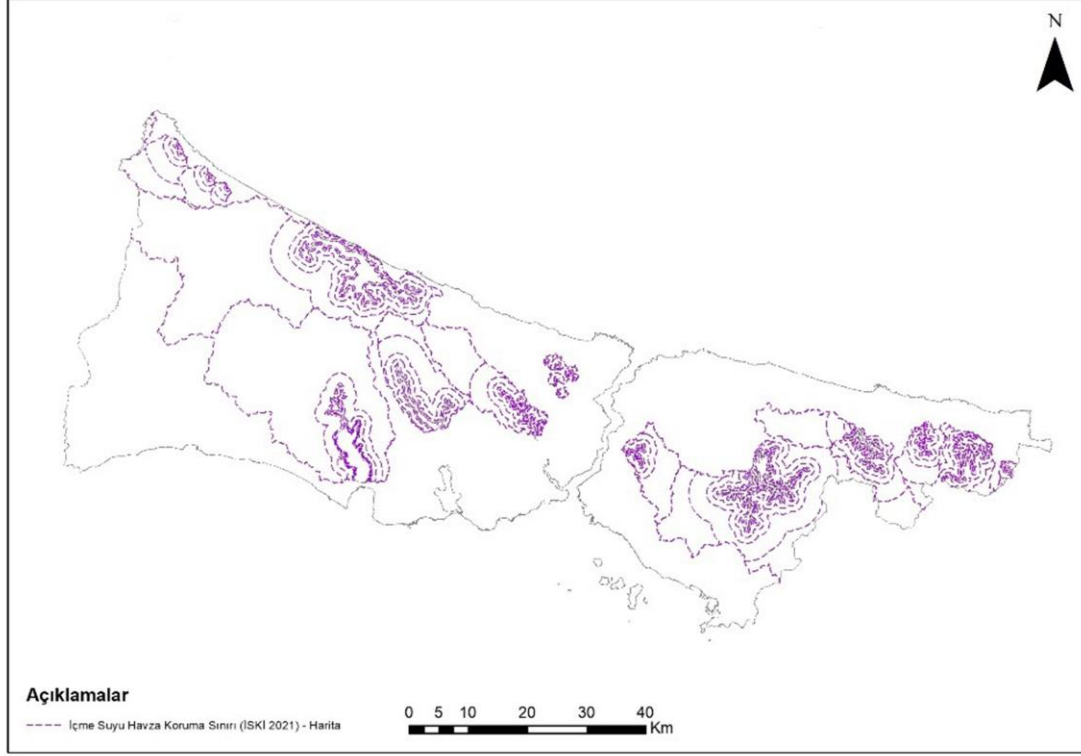
Eğim Değer Aralıkları (%)	Ağırlıklandırma Sınıfları
>18	1
12-18	3
6-12	5
2-6	7
<2	9



Şekil 13. Yeniden sınıflandırılmış eğim haritası

Havza alanı

Havza alanı, bir su kaynağını besleyen ve yağışla gelen suyun belirli bir akış noktasına (örneğin bir nehir, göl veya baraj) yönlendiği topografik alanı ifade eder. Şekil 14'teki çalışmada İBB Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü'nden temin edilen İstanbul ili İçme Suyu Havza Koruma Sınırı verisi ile havza alanı verisi türetilmiş ve MAR kapsamında AHP analizi sonrasında uygun alanların ilişkilendirilmesi amacıyla kullanılmıştır.



Şekil 14. İstanbul ili içme suyu havza koruma sınırları

3. SONUÇLAR

3.1. İstanbul İli MAR Uygulama Alanları

Bu çalışmada, MAR projeleri için uygun alanların belirlenmesinde AHP yöntemi kullanılarak çok kriterli bir değerlendirme gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında hidrojeoloji, Eğri Numarası (CN), drenaj ağı yoğunluğu, arazi kullanım durumu ve eğim verileri dikkate alınarak uygun alan haritası oluşturulmuştur. Hiyerarşik analiz sonucunda her bir kriterin MAR alanları üzerindeki etkisi belirlenmiş ve kriterlerin göreceli ağırlıkları hesaplanmıştır (Tablo 12).

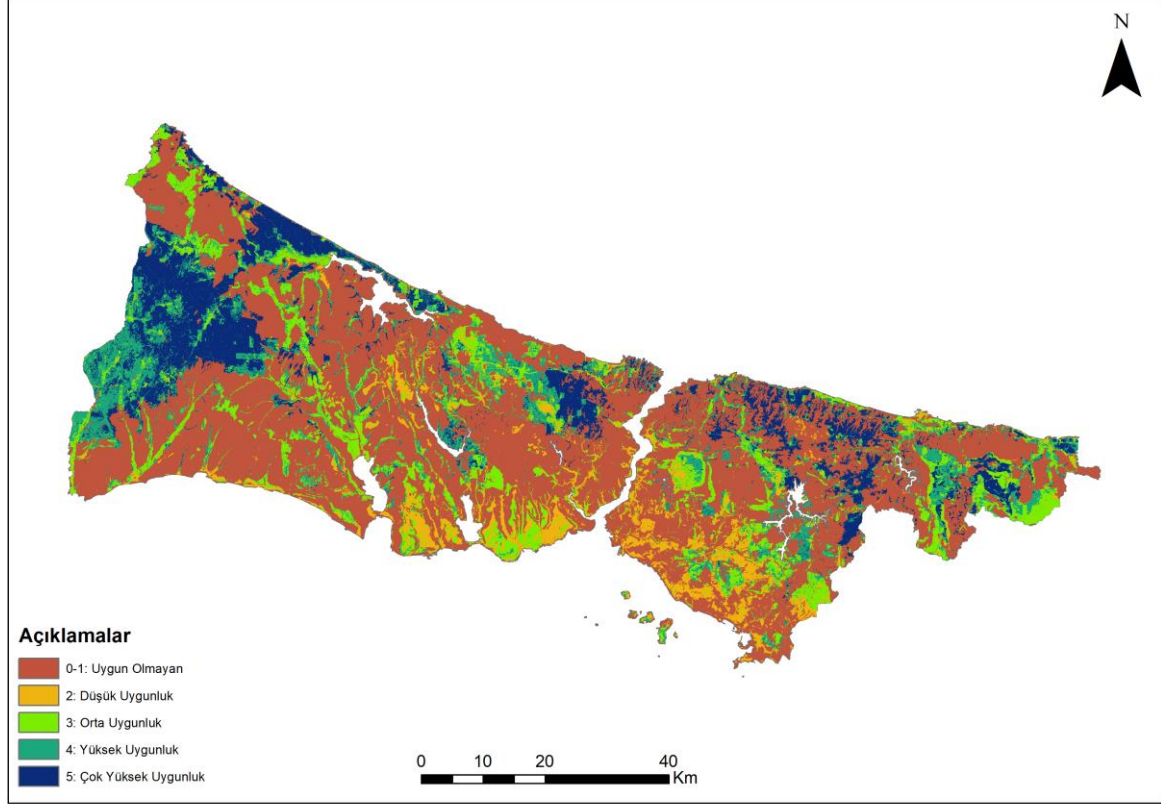
AHP ile MAR uygun alanlarının sınıflandırılmasında uygun olmayan alanlar (yarı geçirimsiz-geçirimsiz hidrojeolojik ortamlar:0) başlangıçta analize entegre edilmemiştir. Bu alanlar nihai MAR uygunluk haritaları oluşturulurken gruplandırmaya dahil edilmiş, MAR uygunluk endeksinde (0-1) uygun olmayan-çok düşük uygunluk, (2) düşük uygunluk, (3) orta derecede uygunluk, (4) yüksek uygunluk ve (5) çok yüksek uygunluk olarak sınıflandırılmıştır.

Tablo 12 MAR uygun alanlar için verilerin ağırlıklandırılması

Kriterler	Hidrojeoloji	Eğri Numarası (CN)	Drenaj Yoğunluğu	Arazi Kullanım/Örtüsü	Eğim
Hidrojeoloji	1.00	2.00	5.00	3.00	4.00
Eğri Numarası (CN)	0.50	1.00	2.00	3.00	2.00
Drenaj Yoğunluğu	0.20	0.50	1.00	0.50	1.00
Arazi Kullanım/Örtüsü	0.33	0.33	2.00	1.00	2.00
Eğim	0.25	0.50	1.00	0.50	1.00

AHP sonucunda tutarlılık değerlerinin belirlenmesi amacıyla CI ve CR hesaplanmıştır. Çalışmada, CI ve CR değerleri sırasıyla 0.032 ve 0.029 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen CR değeri 0.1'in altında olduğu için yapılan çalışmanın tutarlılık sınırları içerisinde olduğu görülmüştür. Şekil 15'te AHP analizi sonucunda MAR uygun alanların gösterimi görülmektedir.

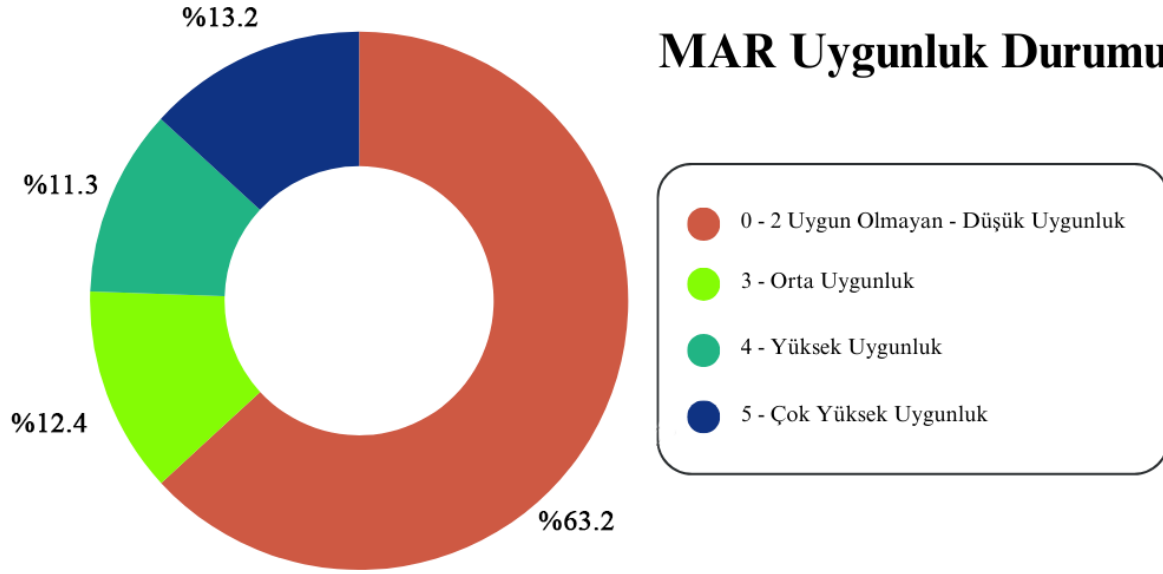
Kriterler arasındaki ağırlıklandırma, MAR alanlarının seçiminde belirleyici bir faktör olarak farklı parametrelerin MAR uygulamaları üzerindeki etkisi sistematik bir şekilde analiz edilmiştir. Hidrojeolojik ortam geçirgenliği, MAR için en kritik faktör olarak öne çıkmıştır. Düşük CN değerlerine sahip, doğal ve geçirgen alanlar MAR projelerine uygunluk açısından ayrıca öne çıkmıştır. Buna ilave olarak drenaj yoğunluğunun yüksek ve eğimin düşük olduğu geçirimli alanlar ayrıca suyun yeraltına sızma potansiyelini artırarak MAR için uygun ortamlar olarak ortaya çıkmıştır. Çalışmada ayrıca yerleşim-sanayi alanları gibi yapay alanlar ile tarım alanlarının MAR uygun alanların belirlenmesinde sınırlayıcı faktörler arasında bulunduğu görülmüştür.



Şekil 15. İstanbul ili MAR uygunluk haritası

İstanbul

MAR Uygunluk Durumu



Şekil 16. İstanbul il alanının MAR uygunluk durumu

Çalışma sonucunda İstanbul il alanının MAR uygunluk açısından %63.2'sinin (3374.46 km²) uygun olmayan-düşük uygunluğa sahip alan özelliğinde olduğu, %12.4'ünün (662.36 km²) orta derecede uygunluğa, %24.5'inin (1306.18 km²) ise yüksek-çok yüksek uygunluğa sahip olduğu görülmüştür (Şekil 16). Anadolu yakasının %34.08'i (633.98 km²), Avrupa yakasının ise %38.43'ü (1334.56 km²) MAR açısından uygun alanlardan (orta-yüksek-çok yüksek) oluşmaktadır.

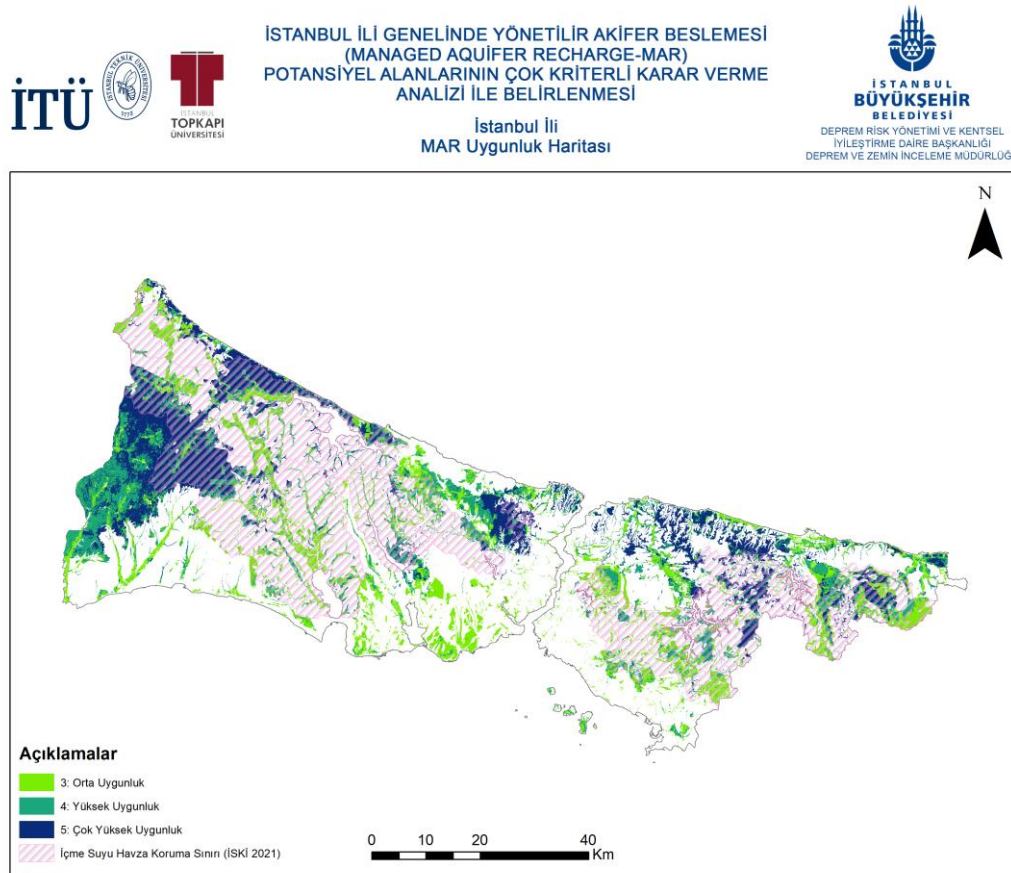
İstanbul'un Avrupa yakasında MAR için yüksek potansiyele sahip alanlar Avrupa yakasının batısında, Karadeniz kıyı şeridi boyunca, Küçükçekmece gölünün kuzeyinde ve Belgrad ormanlarında, Silivri, Çatalca, Arnavutköy, Eyüpsultan ve Sarıyer ilçe sınırları içerisinde yoğunlaşmaktadır. Avrupa yakasında İstanbul Eosen Resifal Kireçtaşı Akiferi ve Batı İstanbul, Terkos, Bendler ve Tayakadın-Göktürk vb gibi geniş yayılıma sahip Neojen Akiferleri MAR için en uygun hidrojeolojik ortamlar olarak öne çıkmaktadır.

İstanbul'un Anadolu yakasında MAR için yüksek potansiyele sahip MAR alanları ise Anadolu yakasının kuzey ve doğusunda ağırlıklı olmak üzere Riva-Şile-Ağva hattında, Çekmeköy'ün kuzeyinde, Beykoz, Şile, Ağva, Pendik ve Maltepe ilçeleri sınırları içinde dağınık küçük kütleler halinde yayılım sergilemektedir. Anadolu yakasında ana olarak Neojen Akiferleri (Ulupelit, Güney Bıçkidere, Kuzey Göçbeyli, Alaçalı-Yeşilvadi, Kuzey Kızılca, Sofular, Batı Doğancalı Dere, Doğu İskele Dere, Güney Kurna, Küçük kum-Adaklar Dereleri, Kılıçlı-Avcıkoru, Doğu Riva, Yukarı Riva, Mahmutşevketpaşa, Anadolu Feneri, Balıca) olmak üzere İstanbul Triyas Dolomitik Kireçtaşı, Ovacık-Tepeköy Kırıntılı Denizel Karbonatlar Akiferi MAR için en uygun hidrojeolojik ortamları oluşturmaktadır.

MAR açısından uygun alanlar arazi sınıflarına göre ayrıca değerlendirilmiştir. Orta derece uygunluğa sahip MAR alanlarının %23.11'i (153.08 km²) yerleşim alanı-endüstri alanı, %28.09'unu (186.09 km²) tarım alanları, %32.8'ini (28.73 km²) ise doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan) arazi sınıfı üzerinde yer almaktadır.

Yüksek-çok yüksek uygunluğa sahip MAR alanların ise %47.54'ünü (620.96 km²) doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan), %19.14'ünü (250.05 km²) tarım alanları, %12.88'ini (168.21 km²) ise yerleşim alanı-endüstri alanı arazi sınıfı üzerinde bulunmaktadır. Kentsel alanlar içinde kalan uygun MAR alanlarında (321 km²), yağmur hasadı, rekreasyonlar alanlarda infiltrasyon göletleri oluşturmak, dere yataklarının doğal yapıyı bozmadan ıslahı ve taşkın göletleri oluşturmak gibi uygulamalar ile yeraltı sularının beslenimi artırılabilir.

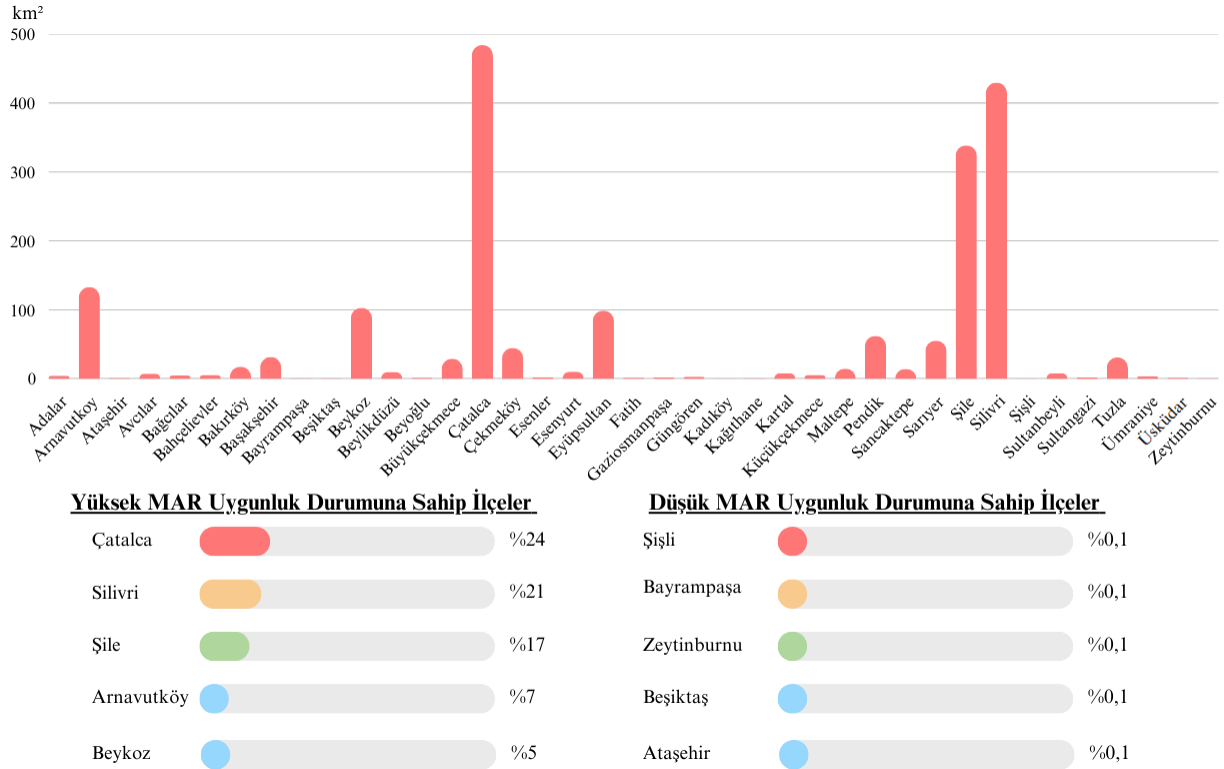
İçme suyu havzaları, su kaynaklarının sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi ve korunması için belirli sınırlar içinde tanımlanmış bölgelerdir. Bu havzaların korunması hem su kalitesinin hem de miktarının sürdürülebilirliğini sağlamak için yasal düzenlemeler ve yönetim planları çerçevesinde yürütülmektedir. Şekil 17’de MAR uygun alanları ile içme suyu havza koruma sınırları görülmektedir. MAR açısından orta-yüksek ve çok yüksek uygunluk derecesi sergileyen alanların %52.1’i (1025.77 km²) içme suyu havza koruma sınırları içerisinde olduğu görülmektedir. MAR açısından uygun alanların büyüklüğü ile ön planda yer alan içme suyu havzaları sırasıyla Terkos (175.84 km²), Büyükçekmece (134.86 km²), Ömerli (101.25 km²) ve Sazlıdere (24.44 km²) havzalarıdır. İçmesuyu havzalarında kalan MAR alanları, kirlenmeye ve bozulmaya karşı koruma altına alınmalı ve bu alanlarda doğal beslenimi engelleyici faaliyetlerden kaçınılmalıdır.



Şekil 17. MAR uygunluk derecesi orta ve üzeri olan alanların içme suyu havza sınırları içindeki dağılımı

3.2. İstanbul İlçeleri MAR Uygulama Alanları

İstanbul ili kapsamında çok kriterli karar verme metodolojisi ile gerçekleştirilen MAR uygun alanların belirlenmesi sonucunda İstanbul iline ait 39 ilçe için uygun alanların ilçe sınırlarına göre değerlendirmeleri gerçekleştirilmiştir. Şekil 18’de 39 ilçeye ait MAR uygun alan boyutları ile orta-yüksek-çok yüksek ve düşük (uygun olmayan alanlar dahil) MAR uygunluk derecelerine sahip ilçeler gösterilmiştir. Orta-yüksek-çok yüksek derecede MAR uygun alanı yüksek ilçeler sırasıyla 484.07 km² ile Çatalca, 429.1 km² ile Silivri, 338.45 km² ile Şile, 132.75 km² ile Arnavutköy, 102.87 km² ile Beykoz ve 98.88 km² ile Eyüpsultan ilçeleridir. Orta-yüksek-çok yüksek derecede MAR uygun alanı düşük olan ilçeler sırasıyla 0.40 km² ile Şişli, 0.60 km² ile Bayrampaşa, 0.63 km² ile Zeytinburnu, 0.80 km² ile Beşiktaş ve 0.93 km² ile Ataşehir ilçeleridir.



Şekil 18. İlçelere göre MAR uygunluk durumu (İlçe bazlı % değerleri İstanbul genelindeki MAR Uygun alanların ilçedeki payını temsil etmektedir)

Adalar

Adalar ilçesi, İstanbul'un güneyinde Marmara Denizi'nde kıyıdan yaklaşık 3 km açıktaki bulunan, Büyükada, Heybeliada, Burgazada, Kınalıada, Sedef Adası, Sivriada, Yassıada, Kaşık Adası ve Tavşan Adası olmak üzere toplam 9 adadan oluşur. Adalar ilçesi 11,28 km² yüzölçümüne sahiptir.

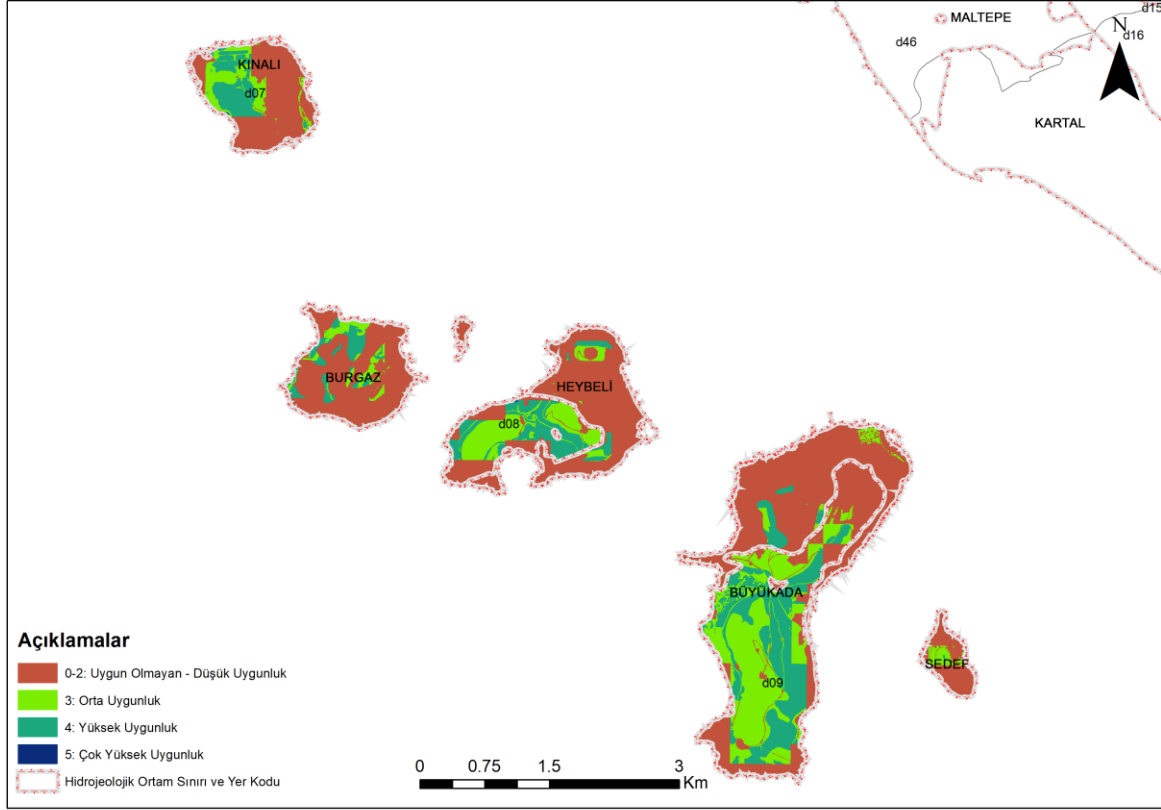
Şekil 19'da Adalar ilçesi MAR uygun alanlar haritası görülmektedir. Adalar ilçesinde orta ve üzeri uygunluk derecesine sahip alanlar ilçenin yüz ölçümünün %37.9'unu kapsamaktadır.

Şekil 20'de Adalar ilçesi MAR uygun alanlarının sınıflarına göre oranları görülmektedir. Adalar ilçesinde uygun olmayan-düşük uygunluk derecesine sahip alan (0-2) 7.00 km², orta derecede uygunluğa sahip alan (3) 2.30 km², yüksek uygunluk endeksine sahip alan (4) 1.96 km², çok yüksek uygunluk sergileyen alan (5) ise 0.001 km² dir. İlçe alanının %20.4'ü orta, %17.5'i ise yüksek-çok yüksek derecede uygun MAR alanlarına sahiptir.

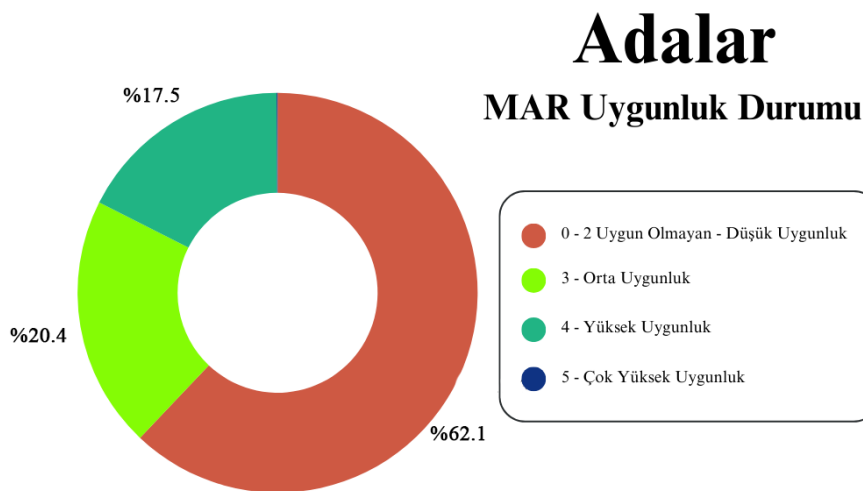
İlçede orta derece uygunluğa sahip MAR alanlarının %16.8'ini (0.38 km²) yerleşim alanı-endüstri alanı, %0.5'ini (0.01 km²) tarım alanları, %82.7'sini (1.90 km²) ise doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan) oluşturmaktadır.

Yüksek-çok yüksek uygunluğa sahip MAR alanların ise %98.8'ini (1.95 km²) doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan), %0.1'ini (0.001 km²) tarım alanları, %1.1'ini (0.02 km²) ise yerleşim alanı-endüstri alanı oluşturmaktadır.

Adalar ilçesinde MAR için uygun hidrojeolojik ortamlar sınırlı olup Kınalı, Heybeliada ve Büyükada feldispatlı kuvarsarenit akitardlarından oluşmaktadır. Su depolama kapasiteleri kısıtlıdır. Orta derece uygunluğa sahip bu alanlar ağırlıklı olarak ormanlık bitki örtüsü ile kaplı olup Adalar ilçesinin yüksek kesimlerinde yer almaktadır. Doğal arazi örtüsüne sahip MAR'a uygun alanlar (3.85 km²) ilçe yüzölçümünün %34.1'ini oluşturmaktadır.



Şekil 19. Adalar ilçesi MAR uygunluk haritası



Şekil 20. Adalar ilçesi MAR uygunluk durumu

Arnavutköy

Arnavutköy ilçesi, batıda Çatalca, güneyde Büyükçekmece, Esenyurt ve Başakşehir, doğuda da Eyüpsultan ilçeleriyle komşu ve İstanbul'un Karadeniz'e kıyısı olan ilçelerindendir. Arnavutköy ilçesi 506.52 km² yüzölçümüne sahiptir.

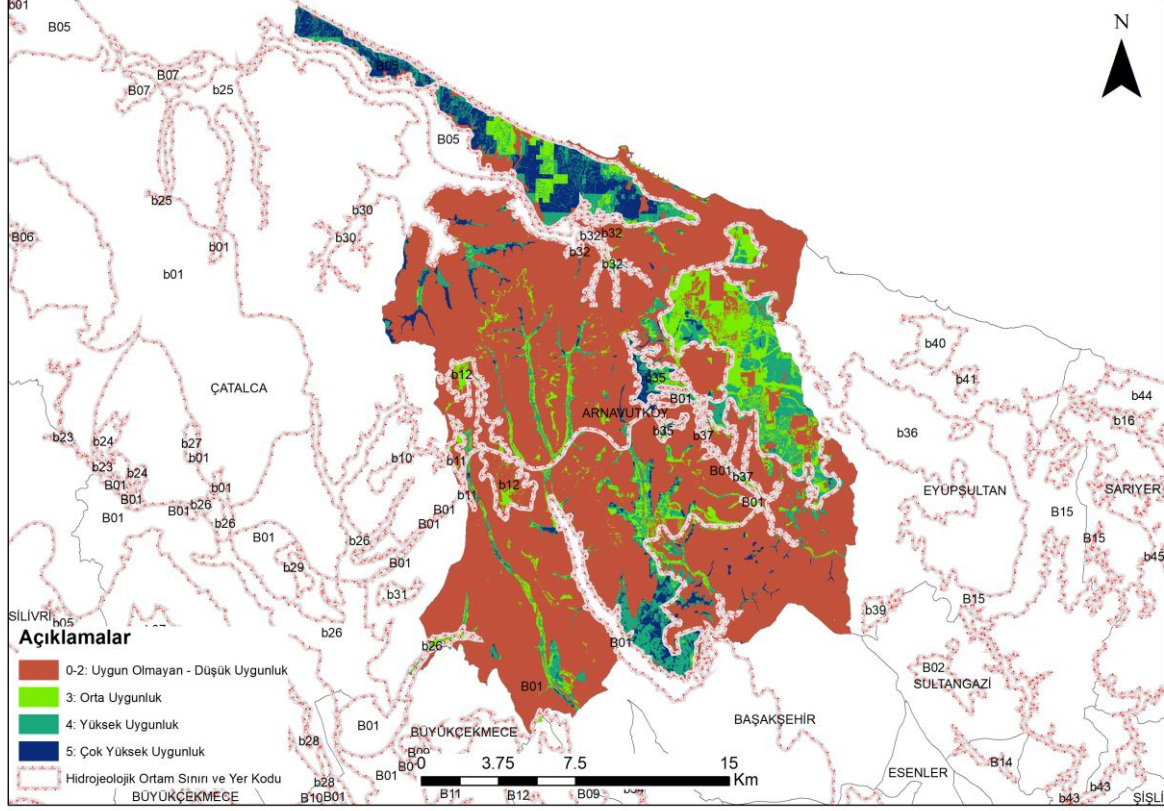
Şekil 21'de Arnavutköy ilçesi MAR uygun alanlar haritası görülmektedir. Arnavutköy ilçesinde orta ve üzeri uygunluk derecesine sahip alanlar ilçe yüzölçümünün %26.2'sini oluşturmaktadır.

Şekil 22'de Arnavutköy ilçesi MAR uygun alanlarının sınıflarına göre oranları görülmektedir. Arnavutköy ilçesinde uygun olmayan-düşük uygunluk derecesine sahip alan (0-2) 373.76.km², orta derecede uygunluğa sahip alan (3) 49.89 km², yüksek uygunluk endeksine sahip alan (4) 55.61 km², çok yüksek uygunluk sergileyen alan (5) ise 27.65 km² dir. İlçe alanının %9.8'i orta, %16.4'ü ise yüksek-çok yüksek derecede uygun MAR alanlarına sahiptir.

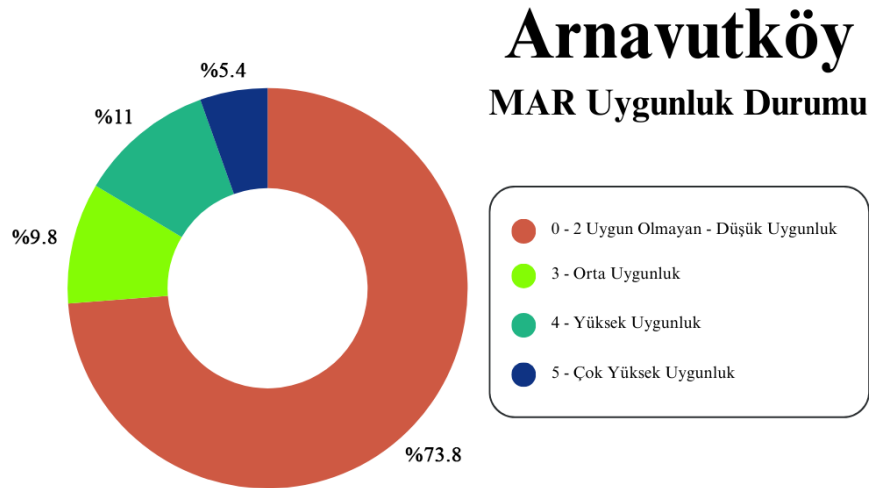
İlçede orta derece uygunluğa sahip MAR alanlarının %50.5'ini (24.98 km²) yerleşim alanı-endüstri alanı, %13.2'sini (6.51 km²) tarım alanları, %36.3'ünü (17.93 km²) ise doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan) oluşturmaktadır.

Yüksek-çok yüksek uygunluğa sahip MAR alanların ise %85.8'ini (71.41 km²) doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan), %9.6'sını (8.01 km²) tarım alanları, %4.6'sını (3.76 km²) ise yerleşim alanı-endüstri alanı oluşturmaktadır.

Arnavutköy ilçesinde MAR için uygun hidrojeolojik ortamları Terkos ve Sazlıdere Baraj havzaları içinde kalan Arnavutköy ve Tayakadın-Göktürk Neojen akitardları, Tayakadın ve Bolluca dereleri alüvyon akitardları ile Terkos Neojen akiferi ve İstanbul Eosen Resifal Kireçtaşı Akiferi oluşturmaktadır. MAR'a uygun alanların %21.6'sı yerleşim alanları ile örtülüdür. Doğal arazi örtüsüne sahip MAR'a uygun bu hidrojeolojik ortamlar (89.34 km²) ilçe yüzölçümünün %17.6'sını oluşturmaktadır.



Şekil 21. Arnavutköy ilçesi MAR uygunluk haritası



Şekil 22. Arnavutköy ilçesi MAR uygunluk durumu

Ataşehir

Ataşehir ilçesi, İstanbul'un doğu yarısında Kocaeli Yarımadası'nın batısında yer almaktadır. Ataşehir ilçesi 25.87 km² yüz ölçümüne sahiptir.

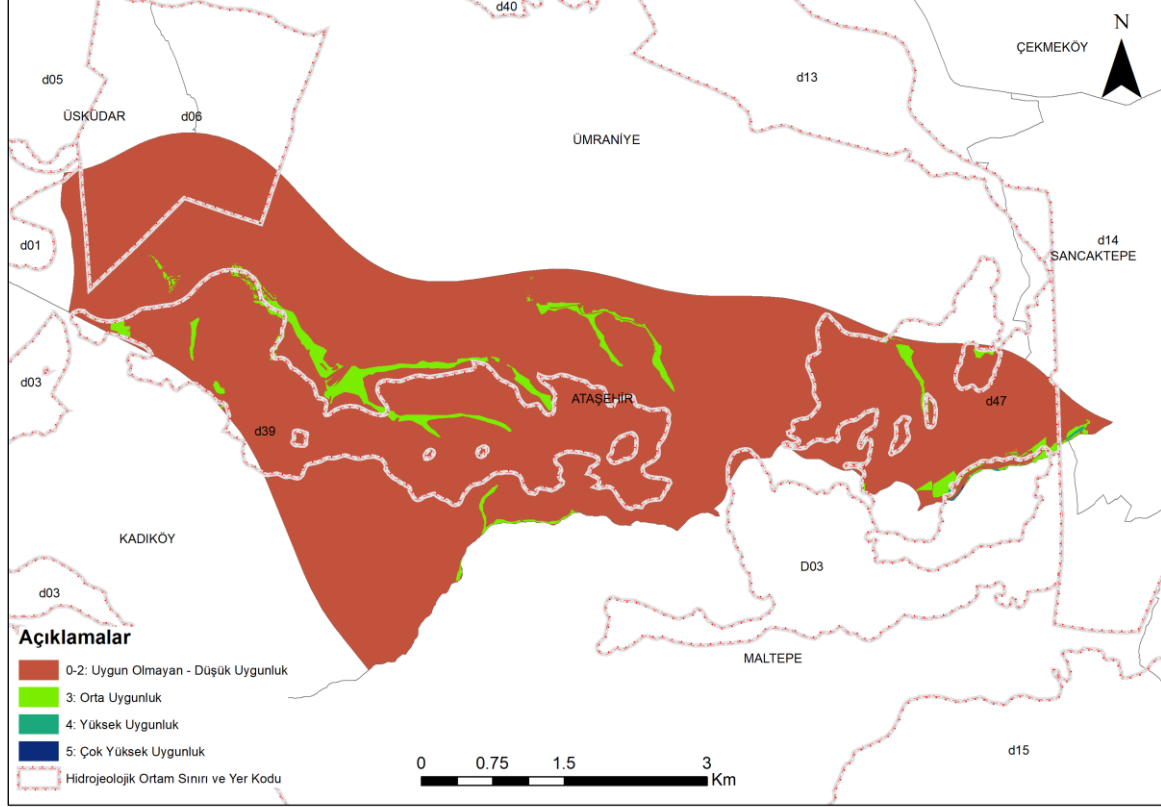
Şekil 23'te Ataşehir ilçesi MAR uygun alanlar haritası görülmektedir. Ataşehir ilçesinde orta ve üzeri uygunluk derecesine sahip alanlar ilçe yüzölçümünün %3.6'sını oluşturmaktadır.

Şekil 24'te Ataşehir ilçesi MAR uygun alanlarının sınıflarına göre oranları görülmektedir. Ataşehir ilçesinde uygun olmayan-düşük uygunluk derecesine sahip alan (0-2) 24.94 km², orta derecede uygunluğa sahip alan (3) 0.91 km², yüksek uygunluk endeksine sahip alan (4) 0.01 km², çok yüksek uygunluk sergileyen alan (5) ise 0.01 km² dir. İlçe alanının %3.5'i orta, %0.1'i ise yüksek-çok yüksek derecede uygun MAR alanlarına sahiptir.

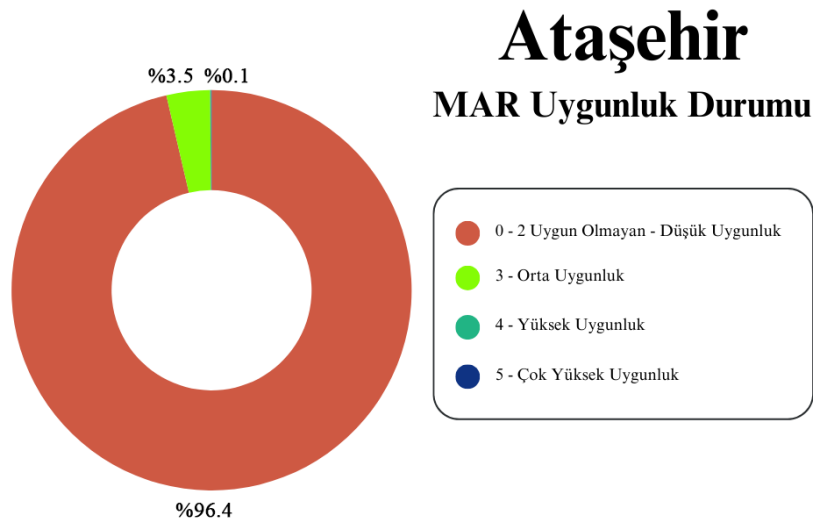
İlçede orta derece uygunluğa sahip MAR alanlarının %86.9'unu (0.79 km²) yerleşim alanı-endüstri alanı, %1.9'unu (0.01 km²) tarım alanları, %11.2'sini (0.10 km²) ise doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan) oluşturmaktadır.

Yüksek-çok yüksek uygunluğa sahip MAR alanların ise %62.7'sini (0.01 km²) doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan), %37.3'ünü (0.006 km²) ise yerleşim alanı-endüstri alanı oluşturmaktadır.

Ataşehir ilçesindeki MAR için uygun hidrojeolojik ortam bulunamamaktadır. Potansiyel MAR alanlarını kentsel alanlar içerisindeki dere yatakları boyunca uzanan alüvyonlar oluşturmaktadır. Bu alanlar depolama kapasitelerinin sınırlı olması ve kentsel kirlenme riski altında bulunmaları nedeniyle MAR uygulamaları için uygun özellikte değildir.



Şekil 23. Ataşehir ilçesi MAR uygunluk haritası



Şekil 24. Ataşehir ilçesi MAR uygunluk durumu

Avcılar

Avcılar ilçesi, İstanbul'un Batısında, Marmara Denizi sahilinde, İstanbul merkezine 27 kilometre uzaklıktadır. Doğusunda Küçükçekmece gölü ve Küçükçekmece ilçesi, batısında Esenyurt ilçesi, kuzeyinde Bahçeşehir ilçesi güneyinde ise Marmara Denizi yer almaktadır. Avcılar ilçesi 42.59 km² yüzölçümüne sahiptir.

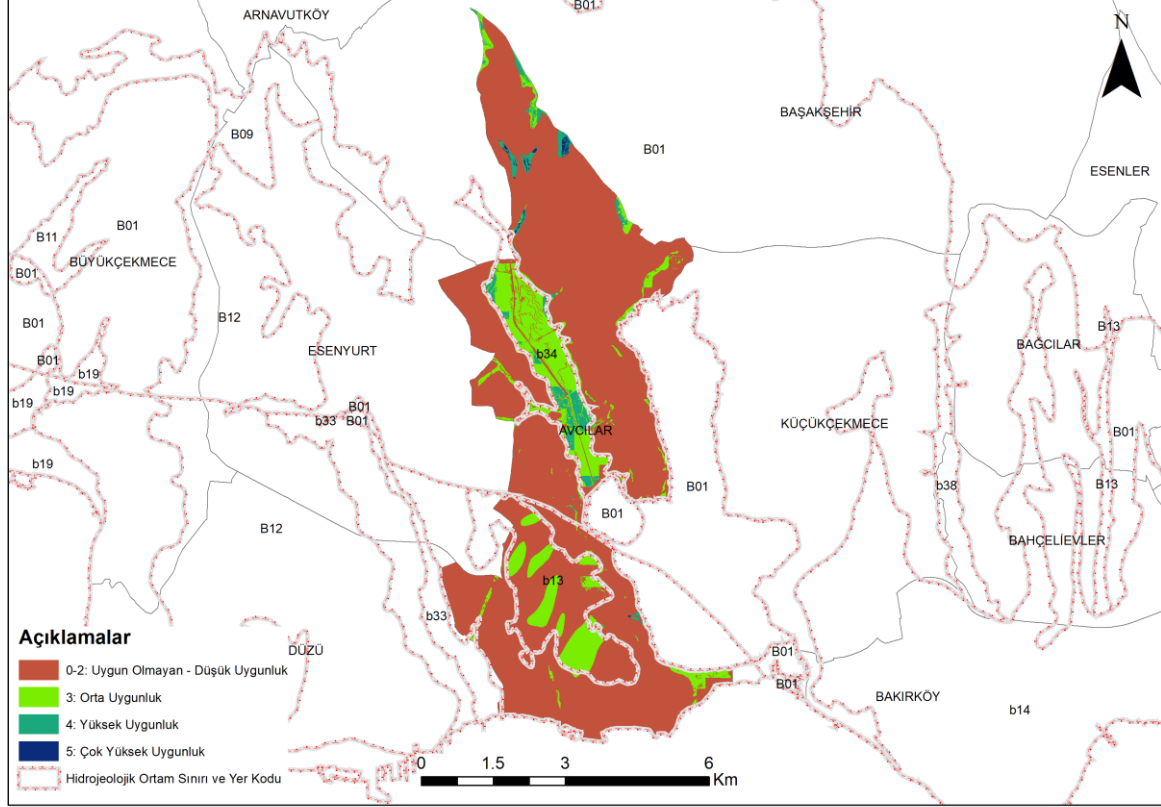
Şekil 25'te Avcılar ilçesi MAR uygun alanlar haritası görülmektedir. Avcılar ilçesinde orta ve üzeri uygunluk derecesine sahip alanlar ilçe yüzölçümünün %17.2'sini oluşturmaktadır.

Şekil 26'da Avcılar ilçesi MAR uygun alanlarının sınıflarına göre oranları görülmektedir. Avcılar ilçesinde uygun olmayan-düşük uygunluk derecesine sahip alan (0-2) 35.27 km², orta derecede uygunluğa sahip alan (3) 5.98 km², yüksek uygunluk endeksine sahip alan (4) 1.24 km², çok yüksek uygunluk sergileyen alan (5) ise 0.08 km²'dir. İlçe alanının %14'ü orta, %3.2'si ise yüksek-çok yüksek derecede uygun MAR alanlarına sahiptir.

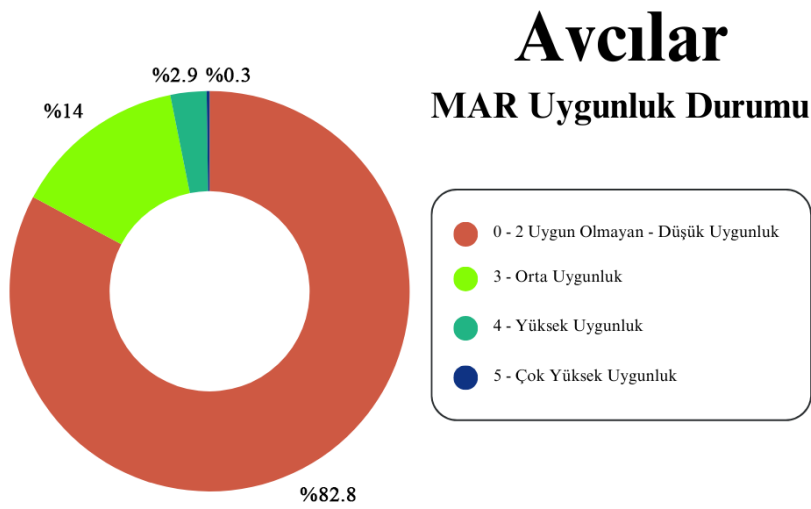
İlçede orta derece uygunluğa sahip MAR alanlarının %41.8'ini (2.5 km²) yerleşim alanı-endüstri alanı, %32.5'ini (0.01 km²) tarım alanları, %25.7'sini (0.10 km²) ise doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan) oluşturmaktadır.

Yüksek-çok yüksek uygunluğa sahip MAR alanların ise %88.5'ini (1.1 km²) doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan), %8.6'sını (0.01 km²) ise tarım alanı, %2.9'unu (0.03 km²) ise yerleşim alanı-endüstri alanı oluşturmaktadır.

Avcılar ilçesindeki MAR açısından uygun hidrojeolojik ortamlar oldukça sınırlı olup Avcılar Marnlı kireçtaşı akitardından ve Eşkinöz dere alüvyonu akitardından oluşmaktadır. İlçedeki Avcılar Marnlı kireçtaşı akitardı potansiyel MAR alanları geçirimsiz kentsel yerleşim alanları çevrili ya da kaplı olması nedeniyle doğal beslenimleri sınırlıdır. Bu alanlar ayrıca kentsel kirlilik tehdidi altındadır. Doğal arazi örtüsüne sahip MAR'a uygun bu hidrojeolojik ortamlar ilçede sınırlı (1.11 km²) olup, ilçe yüzölçümünün %2.58'ini oluşturmaktadır. Küçükçekmece gölünü besleyen Eşkinöz dere alüvyonu sınırlı potansiyele sahip olmakla beraber, çevresi dere kenarı infiltrasyonu için uygun potansiyel taşımaktadır.



Şekil 25. Avcılar ilçesi MAR uygunluk haritası



Şekil 26. Avcılar ilçesi MAR uygunluk durumu

Bağcılar

Bağcılar ilçesi, Mahmutbey, Kirazlı ve Güneşli semtlerinin birleştirilmesiyle oluşmuş, 1992 yılında 3806 sayılı yasa ile Bakırköy'den ayrılarak ilçe statüsü kazanmıştır. Avrupa Yakası'nda yer alan Bağcılar ilçesi 22.40 km² yüzölçümüne sahiptir.

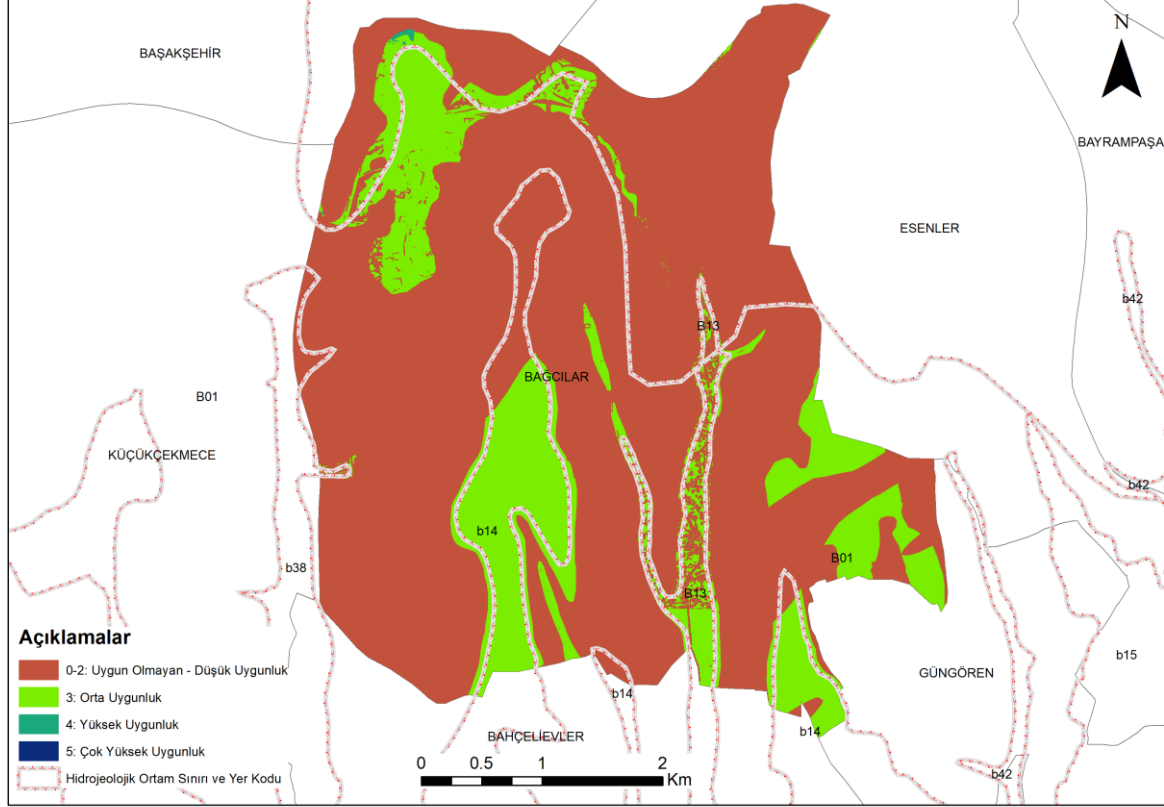
Şekil 27'de Bağcılar ilçesi MAR uygun alanlar haritası görülmektedir. Bağcılar ilçesinde orta ve üzeri uygunluk derecesine sahip alanlar ilçe yüzölçümünün %21'ini kapsamaktadır.

Şekil 28'de Bağcılar ilçesi MAR uygun alanlarının sınıflarına göre oranları görülmektedir. Bağcılar ilçesinde uygun olmayan-düşük uygunluk derecesine sahip alan (0-2) 17.70 km², orta derecede uygunluğa sahip alan (3) 4.68 km², yüksek uygunluk endeksine sahip alan (4) 0.01 km², çok yüksek uygunluk sergileyen alan (5) ise 0.001 km²'dir. İlçe alanının %20.9'u orta, %0.1'i ise yüksek-çok yüksek derecede uygun MAR alanlarına sahiptir.

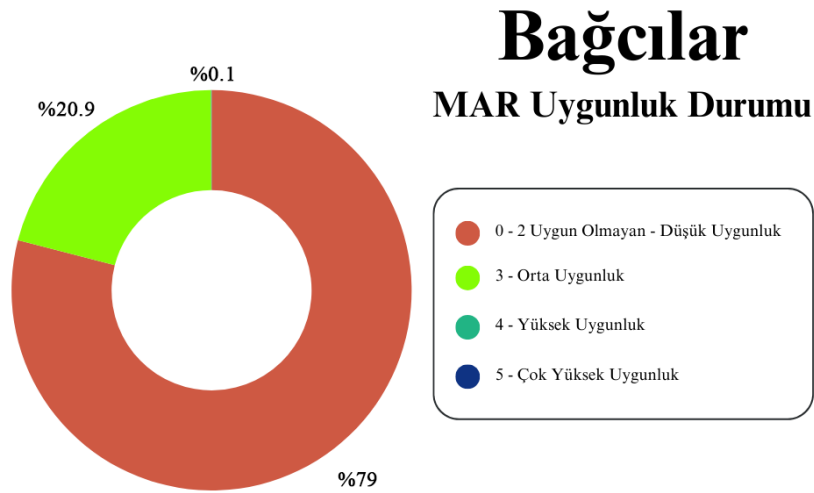
İlçede orta derece uygunluğa sahip MAR alanlarının %99.9'unu (4.68 km²) yerleşim alanı-endüstri alanı, %0.1'ini (0.01 km²) ise doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan) oluşturmaktadır.

Yüksek-çok yüksek uygunluğa sahip MAR alanların ise %84.1'ünü (0.01 km²) doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan), %15.9'unu (0.02 km²) ise yerleşim alanı-endüstri alanı oluşturmaktadır.

Bağcılar ilçesindeki MAR açısından uygun hidrojeolojik ortamlar dere alüvyonlarından (Tavukçu dere Alüvyon akiferi) ve Bakırköy-Zeytinburnu Marnlı Kireçtaşı akitardından oluşmaktadır. Bu alanların geçirimsiz kentsel yerleşim alanlarıyla çevrili ya da kaplı olmaları doğal beslenimlerini kısıtlamaktadır. Ayrıca dereler kentsel kirlilik tehdidi altındadır. Bu nedenle bu alanlar, MAR uygulamaları açısından öncelikli bir alan olarak görülmemiştir.



Şekil 27. Bağcılar ilçesi MAR uygunluk haritası



Şekil 28. Bağcılar ilçesi MAR uygunluk durumu

Bahçelievler

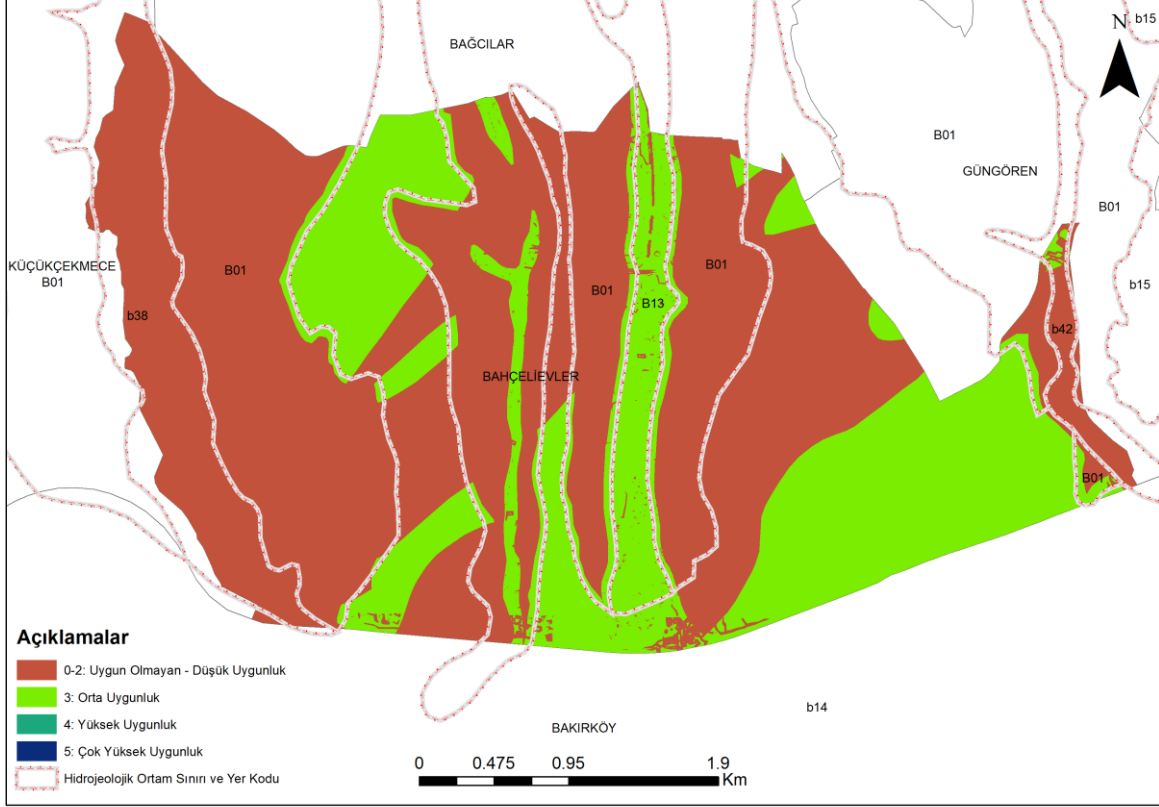
Bahçelievler ilçesi, güneyinde Bakırköy, batısında Küçükçekmece, kuzeyinde Bağcılar ve doğusunda Güngören ilçeleri bulunmakta ve Avrupa yakasında yer almaktadır. Bahçelievler ilçesi 16.7 km² yüzölçümüne sahiptir.

Şekil 29’da Bahçelievler ilçesi MAR uygun alanlar haritası görülmektedir. Bahçelievler ilçesinde orta ve üzeri uygunluk derecesine sahip alanlar ilçe yüzölçümünün %33.5’ünü kapsamaktadır.

Şekil 30’da Bahçelievler ilçesi MAR uygun alanlarının sınıflarına göre oranları görülmektedir. Bahçelievler ilçesinde uygun olmayan-düşük uygunluk derecesine sahip alan (0-2) 11.10 km², orta derecede uygunluğa sahip alan (3) ise 5.59 km²’dir.

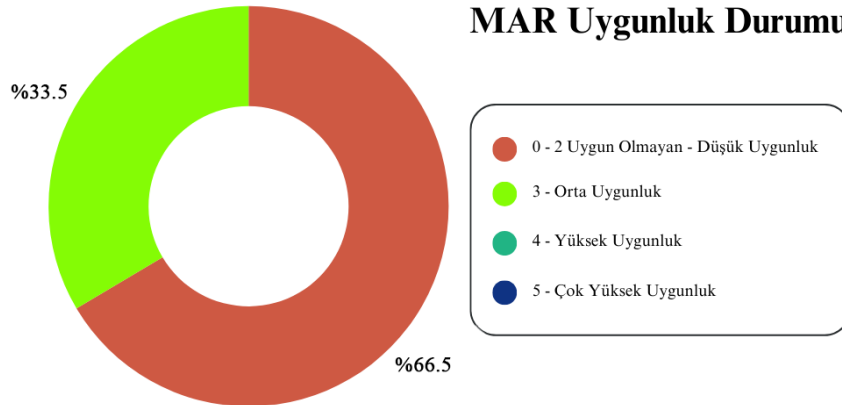
İlçede orta derece uygunluğa sahip MAR alanlarının %99.9’unu (5.59 km²) yerleşim alanı-endüstri alanı, %0.1’ini (0.03 km²) ise doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan) oluşturmaktadır.

Bahçelievler ilçesindeki MAR açısından uygun hidrojeolojik ortamlar dere alüvyonundan (Çırpıcı-Ayvalı dereleri akitardı) ve Bakırköy-Zeytinburnu Marnlı Kireçtaşı akitardından oluşmaktadır. Bu hidrojeolojik ortamların geçirimsiz kentsel yerleşim alanlarıyla çevrili ya da kaplı olmaları doğal beslenimlerini kısıtlamaktadır. Ayrıca dereler kentsel kirliliğe maruz kalma riski taşımaktadır. Bu sebeple, bu ortamlar MAR uygulamaları için öncelikli alan olarak değerlendirilmemiştir.



Şekil 29. Bahçelievler ilçesi MAR uygunluk haritası

Bahçelievler MAR Uygunluk Durumu



Şekil 30. Bahçelievler ilçesi MAR uygunluk durumu

Bakırköy

Bakırköy ilçesi, batısında Küçükçekmece, kuzeyinde Bahçelievler, kuzeydoğusunda Güngören ve doğusundan Zeytinburnu ilçeleri, güneyinde Marmara Deniz bulunmakta ve Avrupa yakasında yer almaktadır. Bakırköy ilçesi 29 km² yüzölçümüne sahiptir.

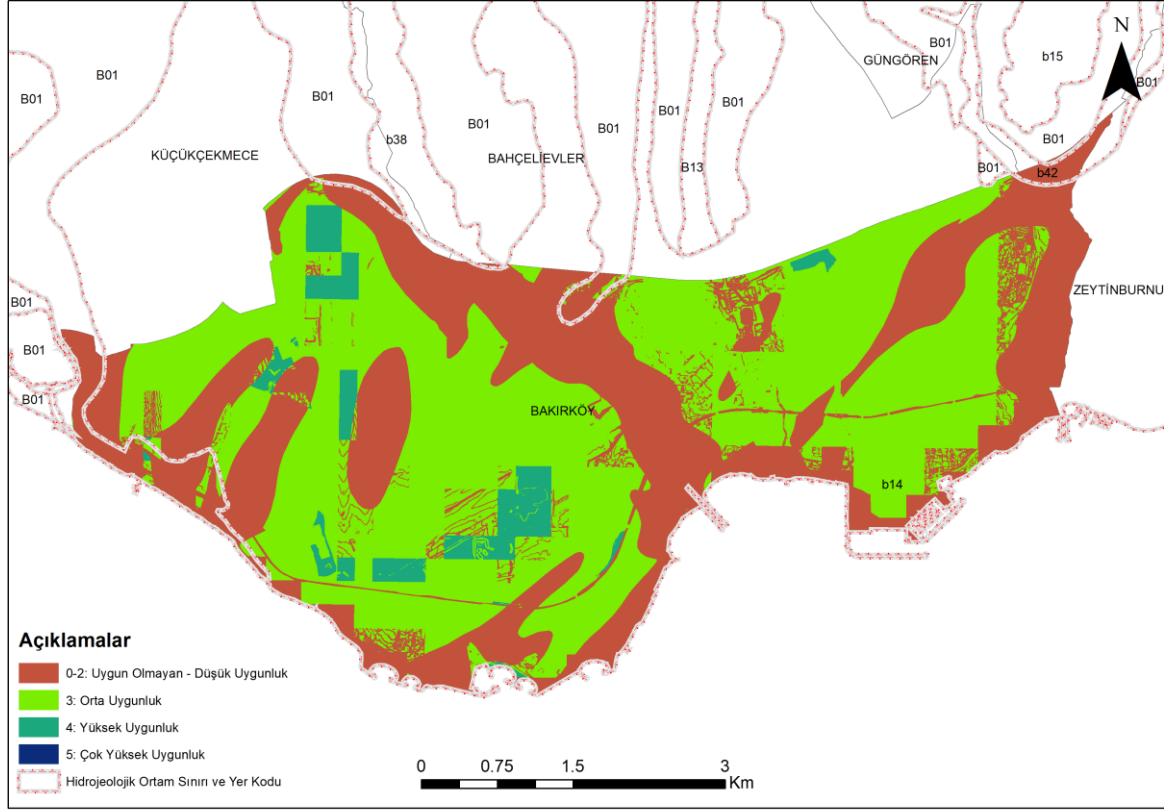
Şekil 31’de Bakırköy ilçesi MAR uygun alanlar haritası görülmektedir. Bakırköy ilçesinde orta ve üzeri uygunluk derecesine sahip alanlar ilçe yüzölçümünün %60.3’ünü kapsamaktadır.

Şekil 32’de Bakırköy ilçesi MAR uygun alanlarının sınıflarına göre oranları görülmektedir. Bakırköy ilçesinde uygun olmayan-düşük uygunluk derecesine sahip alan (0-2) 11.50 km², orta derecede uygunluğa sahip alan (3) 16.23 km², yüksek uygunluk endeksine sahip alan (4) 1.25 km²’dir. İlçe alanının %56.0’ı orta, %4.3’ü ise yüksek derecede uygun MAR alanlarına sahiptir.

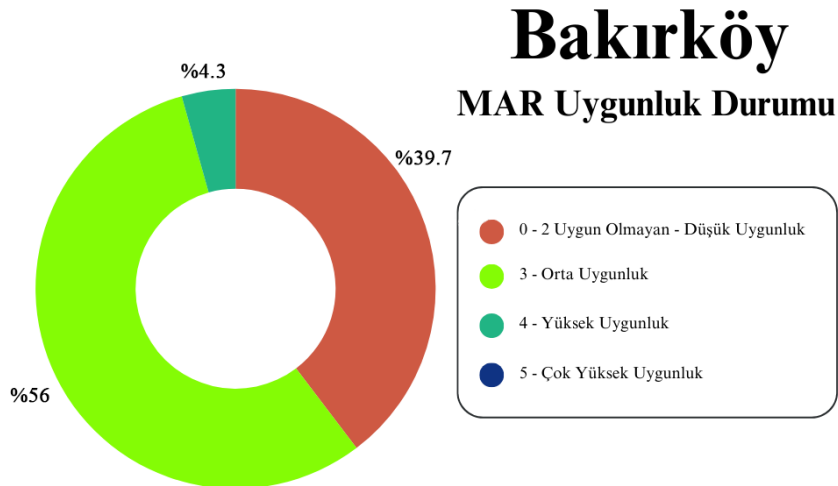
İlçede orta derece uygunluğa sahip MAR alanlarının %98.9’unu (16.06 km²) yerleşim alanı-endüstri alanı, %0.6’sını (0.01 km²) tarım alanları, %0.5’ini (0.06 km²) ise doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan) oluşturmaktadır.

Yüksek-çok yüksek uygunluğa sahip MAR alanların ise %16.0’ını (0.20 km²) doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan), %0.3’ünü (0.001 km²) ise tarım alanı, %83.7’sini (1.04 km²) ise yerleşim alanı-endüstri alanı oluşturmaktadır.

Bakırköy ilçesindeki MAR açısından uygun hidrojeolojik ortamlar İstanbul Eosen Resifal Kireçtaşı Akiferi ve Bakırköy-Zeytinburnu Kireçtaşı Marnlı akıtarından oluşmaktadır. Bakırköy-Zeytinburnu Kireçtaşı Marnlı akıtarının önemli bir bölümü geçirimsiz kentsel yerleşim alanlarıyla çevrili ya da örtülü olmaları doğal beslenimlerini kısıtlamaktadır. İstanbul Eosen Resifal Kireçtaşı Akiferi de basınçlı karakterli olup ilçe sınırları içerisinde doğrudan yüzlek vermemektedir. İlçede MAR uygulamalarına uygun doğal alanlar oldukça sınırlıdır. Doğal arazi örtüsüne sahip MAR’a uygun bu hidrojeolojik ortamlar ilçede sınırlı (1.10 km²) olup, ilçe yüzölçümünün %3.79’unu oluşturmaktadır.



Şekil 31. Bakırköy ilçesi MAR uygunluk haritası



Şekil 32. Bakırköy ilçesi ilçesi MAR uygunluk durumu

Başakşehir

Başakşehir ilçesi, kuzeyinde Arnavutköy, kuzeydoğusunda Sultangazi ve Eyüpsultan, doğusunda Esenler, güneyinde Bağcılar, Küçükçekmece ve Avcılar ile batısında Esenyurt ilçeleri bulunmakta ve Avrupa yakasında yer almaktadır. Başakşehir ilçesi 104.34 km² yüzölçümüne sahiptir.

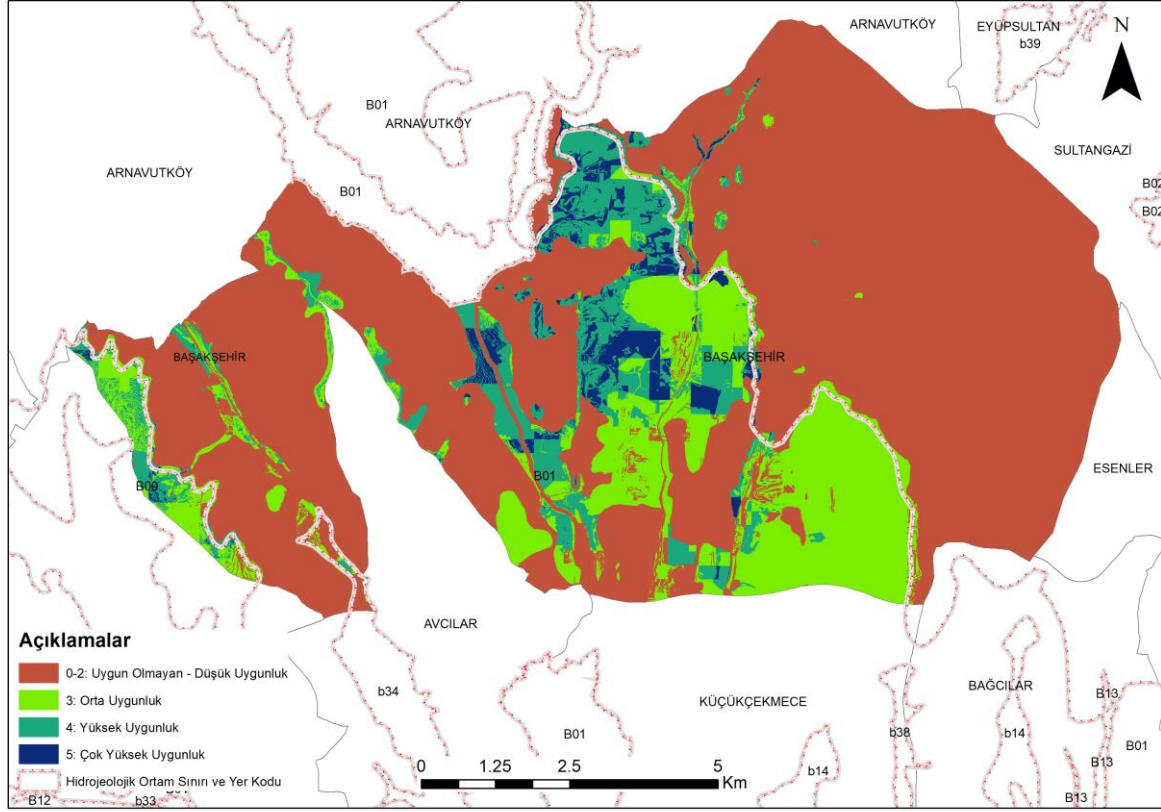
Şekil 33'te Başakşehir ilçesi MAR uygun alanlar haritası görülmektedir. Başakşehir ilçesinde orta ve üzeri uygunluk derecesine sahip alanlar ilçe yüzölçümünün %30.1'ini oluşturmaktadır.

Şekil 34'te Başakşehir ilçesi MAR uygun alanlarının sınıflarına göre oranları görülmektedir. Başakşehir ilçesinde uygun olmayan-düşük uygunluk derecesine sahip alan (0-2) 72.88 km², orta derecede uygunluğa sahip alan (3) 17.86 km², yüksek uygunluk endeksine sahip alan (4) 10.64 km², çok yüksek uygunluk endeksine sahip alan (5) 2.94 km²'dir. İlçe alanının %17.1'i orta, %13.0'ü ise yüksek-çok yüksek derecede uygun MAR alanlarına sahiptir.

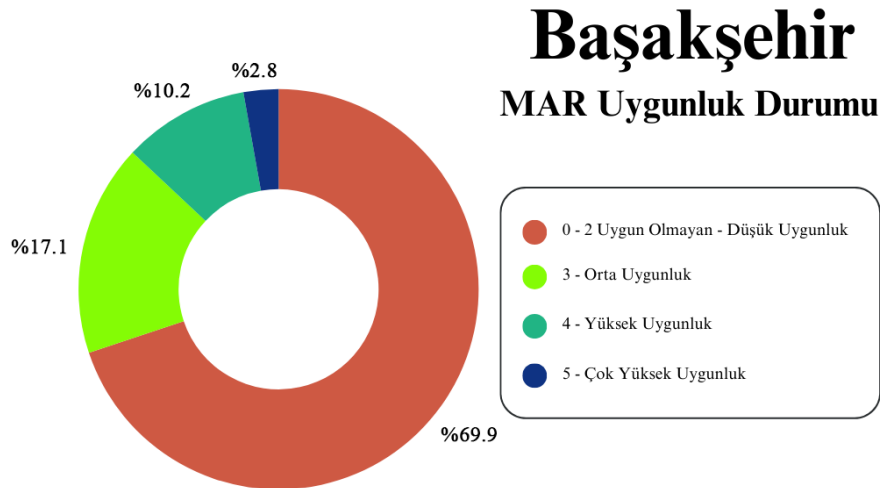
İlçede orta derece uygunluğa sahip MAR alanlarının %87.6'sını (15.65 km²) yerleşim alanı-endüstri alanı, %5.0'ini (0.9 km²) tarım alanları, %7.4'ünü (1.29 km²) ise doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan) oluşturmaktadır.

Yüksek-çok yüksek uygunluğa sahip MAR alanların ise %56.8'ini (0.20 km²) doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan), %17.5'ini (0.001 km²) ise tarım alanı, %25.7'sini (1.04 km²) ise yerleşim alanı-endüstri alanı oluşturmaktadır.

Bahçeşehir ilçesindeki MAR açısından uygun hidrojeolojik ortamlar İstanbul Eosen Resifal Kireçtaşı akiferi ve Kırşehir Neojen akiferinden oluşmaktadır. Doğal arazi örtüsüne sahip MAR'a uygun bu hidrojeolojik ortamlar ilçede sınırlı (1.49 km²) olup, ilçe yüzölçümünün %1.4'ünü oluşturmaktadır.



Şekil 33. Başakşehir ilçesi MAR uygunluk haritası



Şekil 34. Başakşehir ilçesi MAR uygunluk durumu

Bayrampaşa

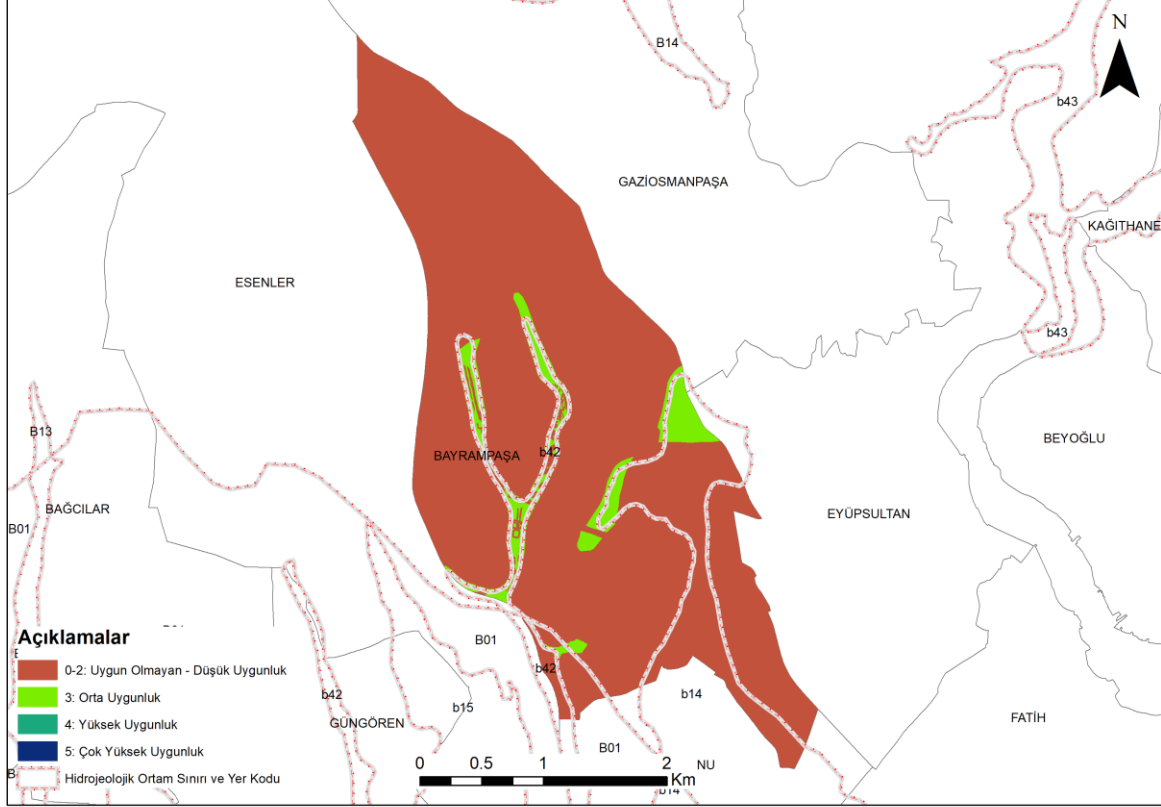
Bayrampaşa ilçesi, güneyinde Zeytinburnu, doğusunda Eyüpsultan ve Gaziosmanpaşa ve batısında Esenler ilçeleri bulunmakta ve Avrupa yakasında yer almaktadır. Bayrampaşa ilçesi 9.54 km² yüzölçümüne sahiptir.

Şekil 35'te Bayrampaşa ilçesi MAR uygun alanlar haritası görülmektedir. Bayrampaşa ilçesinde orta derecede uygunluğa sahip alanlar ilçe yüzölçümünün %6.3'ünü kapsamaktadır.

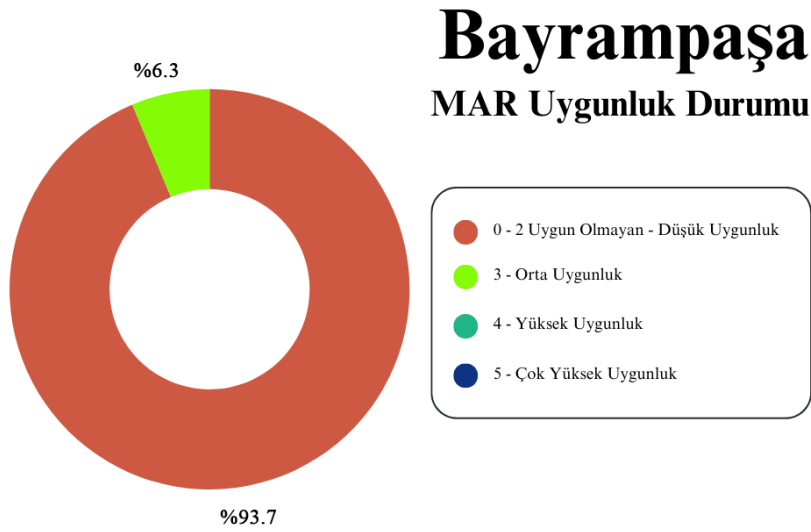
Şekil 36'da Bayrampaşa ilçesi MAR uygun alanlarının sınıflarına göre oranları görülmektedir. Bayrampaşa ilçesinde uygun olmayan-düşük uygunluk derecesine sahip alan (0-2) 8.93 km², orta derecede uygunluğa sahip alan (3) 0.60 km²'dir.

İlçede orta derece uygunluğa sahip MAR alanlarının %100'ünü (0.60 km²) yerleşim alanı-endüstri alanı oluşturmaktadır.

Bayrampaşa ilçesindeki MAR açısından uygun hidrojeolojik ortam sınırlı olup Çırpıcı-Ayvalı dere alüvyon akitardından oluşmaktadır. Bu hidrojeolojik ortamların geçirimsiz kentsel yerleşim alanlarıyla çevrili ya da kaplı olmaları doğal beslenimlerini kısıtlamaktadır. Ayrıca dereler kentsel kirliliğe maruz kalma riski taşımaktadır. İlçede MAR uygulamalarına uygun doğal alanlar bulunmamaktadır.



Şekil 35. Bayrampaşa ilçesi MAR uygunluk haritası



Şekil 36. Bayrampaşa ilçesi MAR uygunluk durumu

Beşiktaş

Beşiktaş ilçesi, 8,4 km uzunluğunda sahili olduğu İstanbul Boğazı'nın Rumeli yakasında yer alan ilçe batısında Şişli ve Kâğıthane, güneybatısında Beyoğlu, kuzeyinde Sarıyer ilçeleri bulunmakta ve Avrupa yakasında yer almaktadır. Beşiktaş ilçesi 18.01 km² yüzölçümüne sahiptir.

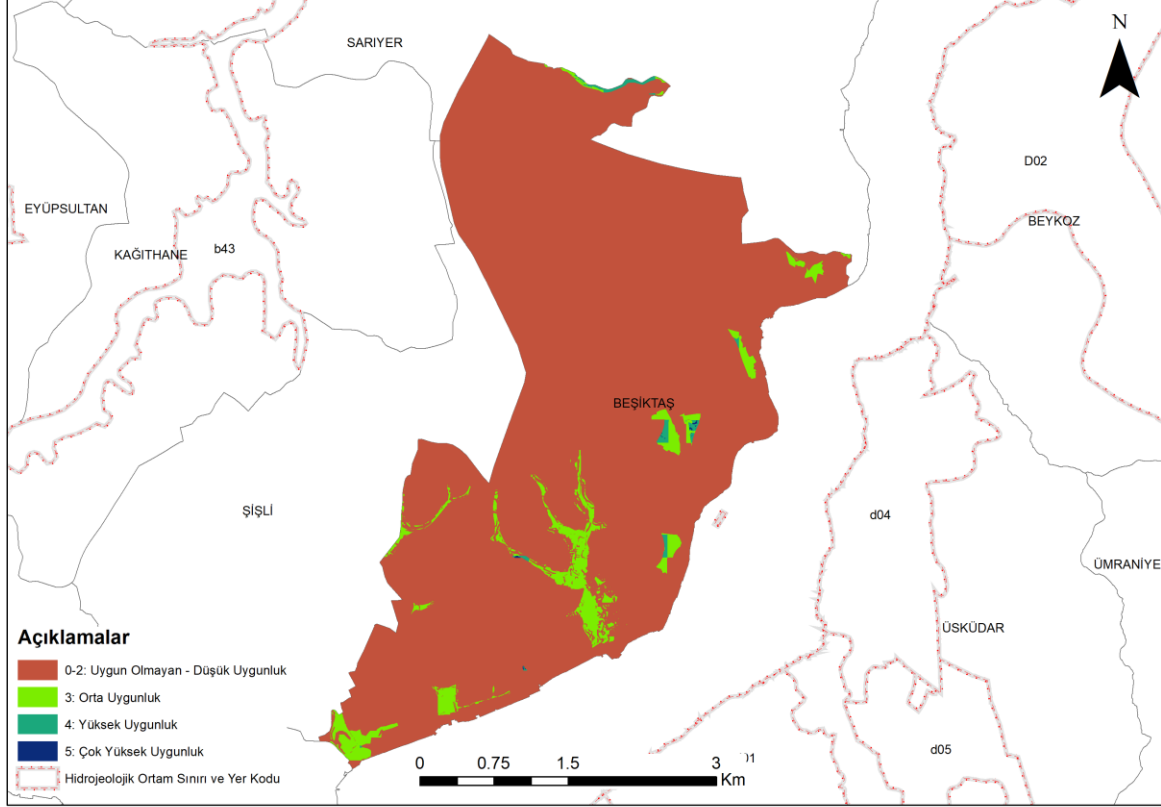
Şekil 37'de Beşiktaş ilçesi MAR uygun alanlar haritası görülmektedir. Beşiktaş ilçesinde orta ve üzeri uygunluk derecesine sahip alanlar ilçe yüzölçümünün %4.5'ini oluşturmaktadır.

Şekil 38'de Beşiktaş ilçesi MAR uygun alanlarının sınıflarına göre oranları görülmektedir. Beşiktaş ilçesinde uygun olmayan-düşük uygunluk derecesine sahip alan (0-2) 17.20 km², orta derecede uygunluğa sahip alan (3) 0.73 km², yüksek uygunluk endeksine sahip alan (4) 0.06 km², çok yüksek uygunluk endeksine sahip alan (5) 0.001 km²'dir. İlçe alanının %4.1'i orta, %0.4'ü ise yüksek-çok yüksek derecede uygun MAR alanlarına sahiptir.

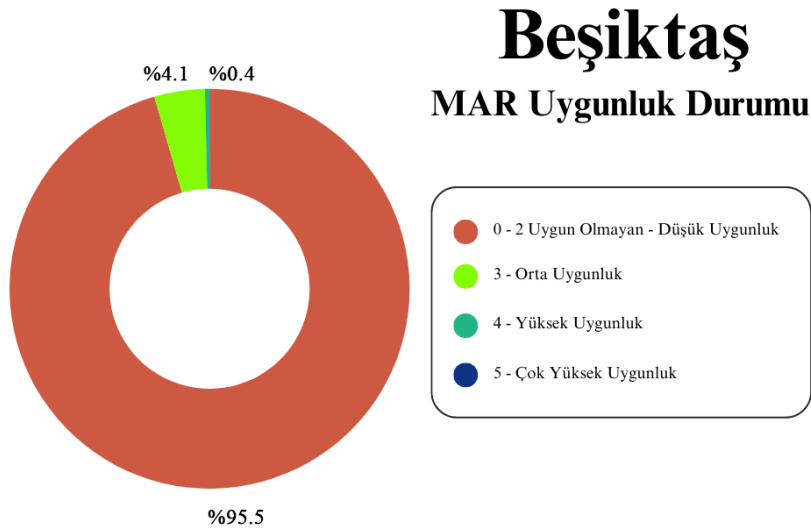
İlçede orta derece uygunluğa sahip MAR alanlarının %72.8'ini (0.53 km²) yerleşim alanı-endüstri alanı, %27.2'sini (0.1 km²) ise doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan) oluşturmaktadır.

Yüksek-çok yüksek uygunluğa sahip MAR alanların ise %60.7'sini (0.04 km²) doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan), %39.3'ünü (0.02 km²) ise yerleşim alanı-endüstri alanı oluşturmaktadır.

Beşiktaş ilçesinde MAR'a uygun hidrojeolojik ortam bulunmamaktadır. Potansiyel alanları dere alüvyonları oluşturmakla beraber olup çevresi veya üzeri yerleşim alanları ile örtülü olması nedeniyle yağıştan beslenimleri sınırlıdır ve kentsel kirlilik tehditi altındadır. Bu nedenle MAR uygulamalarına uygun nitelikte değildir.



Şekil 37. Beşiktaş ilçesi MAR uygunluk haritası



Şekil 38. Beşiktaş ilçesi MAR uygunluk durumu

Beykoz

Beykoz ilçesi, batısında İstanbul Boğazı, doğusunda Şile ilçesi, kuzeyinde Karadeniz ve güneyinde ise Çekmeköy, Üsküdar ve Ümraniye ilçeleri bulunmakta ve Anadolu yakasında yer almaktadır. Beykoz ilçesi 310.34 km² yüzölçümüne sahiptir.

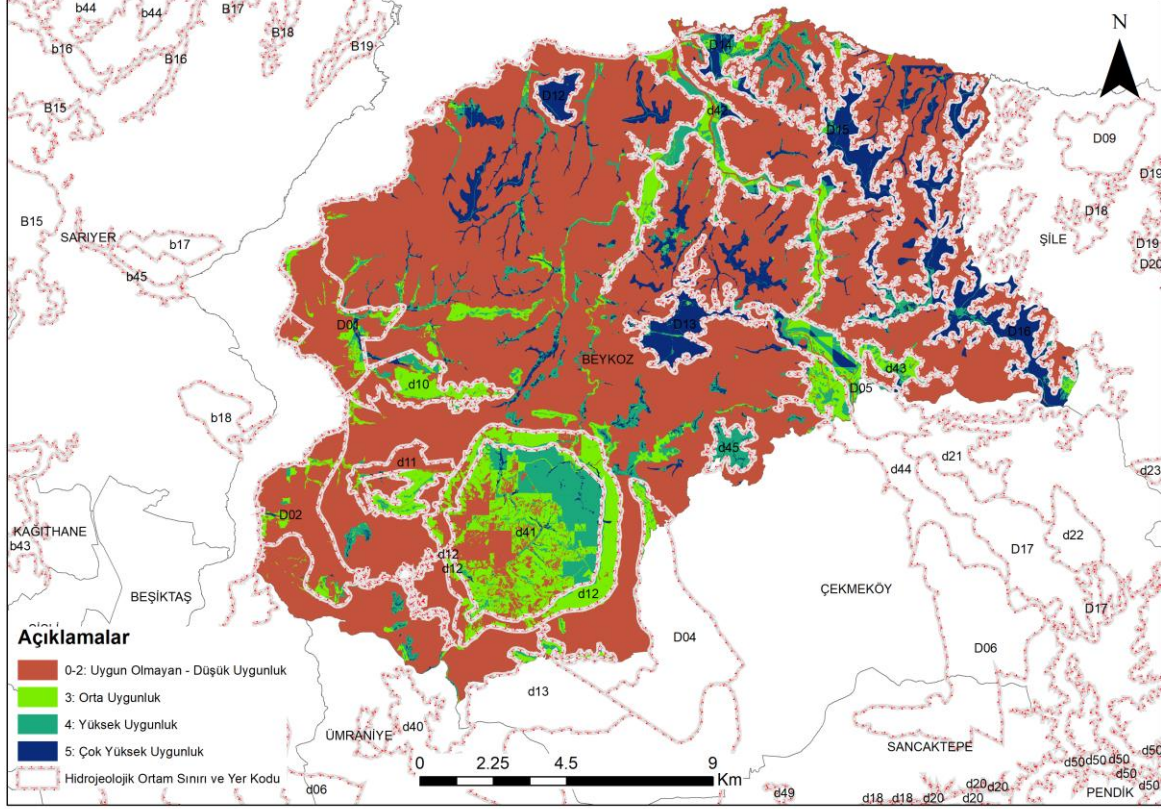
Şekil 39'da Beykoz ilçesi MAR uygun alanlar haritası görülmektedir. Beykoz ilçesinde orta ve üzeri uygunluk derecesine sahip alanlar ilçe yüzölçümünün %33.1'ini oluşturmaktadır

Şekil 40'ta Beykoz ilçesi MAR uygun alanlarının sınıflarına göre oranları görülmektedir. Beykoz ilçesinde uygun olmayan-düşük uygunluk derecesine sahip alan (0-2) 207.47 km², orta derecede uygunluğa sahip alan (3) 36.36 km², yüksek uygunluk endeksine sahip alan (4) 29.25 km², çok yüksek uygunluk endeksine sahip alan (5) 37.24 km²'dir. İlçe alanının %11.7'si orta, %21.4'ü ise yüksek-çok yüksek derecede uygun MAR alanlarına sahiptir.

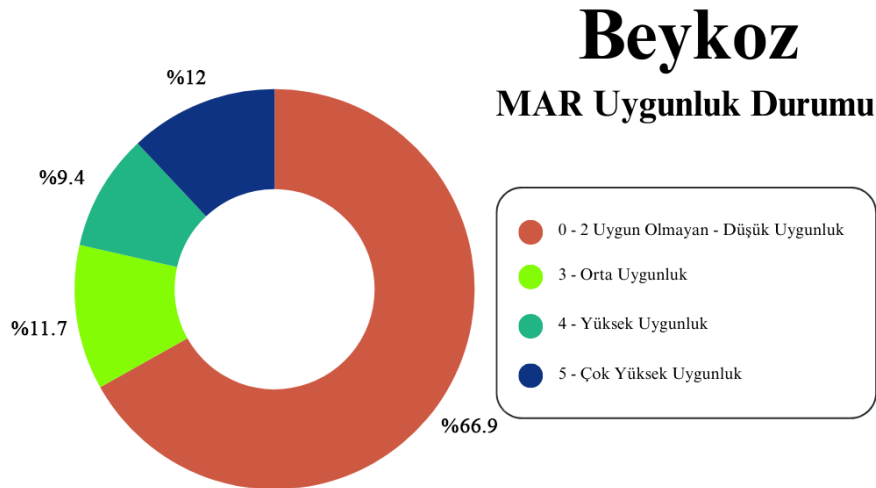
İlçede orta derece uygunluğa sahip MAR alanlarının %24.8'sini (9.01 km²) yerleşim alanı-endüstri alanı, %12.9'unu (4.66 km²) tarım alanları, %62.3'ünü (22.63 km²) ise doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan) oluşturmaktadır.

Yüksek-çok yüksek uygunluğa sahip MAR alanların ise %90.7'sini (60.38 km²) doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan), %3.3'ünü (2.19 km²) ise tarım alanı, %6.0'ını (3.72 km²) ise yerleşim alanı-endüstri alanı oluşturmaktadır.

Beykoz ilçesindeki MAR açısından uygun hidrojeolojik ortamlar Beykoz ve Kavacık Biyoklastik Kireçtaşı akiferleri, İshaklı Dolomitik Kireçtaşı akiferi, Anadolu Feneri, Mahmutşevketpaşa, Doğu Riva, Kılıçlı-Avcıkoru Neojen akiferleri, Küçükçekirten-Adaklar Dereleri Akiferi, Aşağı Riva Alüvyon akitardı, Doğu Polenezköy Neojen akitardı, Doğu Beykoz ve Doğu Kavacık Kuvarsarenti akitardları, Çavuşbaşı Metamorfik akitardı ve Çavuşbaşı Granit Arenit akitardından oluşmaktadır. İlçede doğal alan özelliğindeki MAR'a uygun alanlar (83.01 km²) ilçe yüzölçümünün %26.8'ini oluşturmaktadır.



Şekil 39. Beykoz ilçesi MAR uygunluk haritası



Şekil 40. Beykoz ilçesi MAR uygunluk durumu

Beylikdüzü

Beylikdüzü ilçesi, güneyinde Marmara Denizi, doğusunda Avcılar, batısında Büyükçekmece, kuzeyinde ise Esenyurt ilçeleri bulunmakta ve Avrupa yakasında yer almaktadır. Beylikdüzü ilçesi 38.17 km² yüzölçümüne sahiptir.

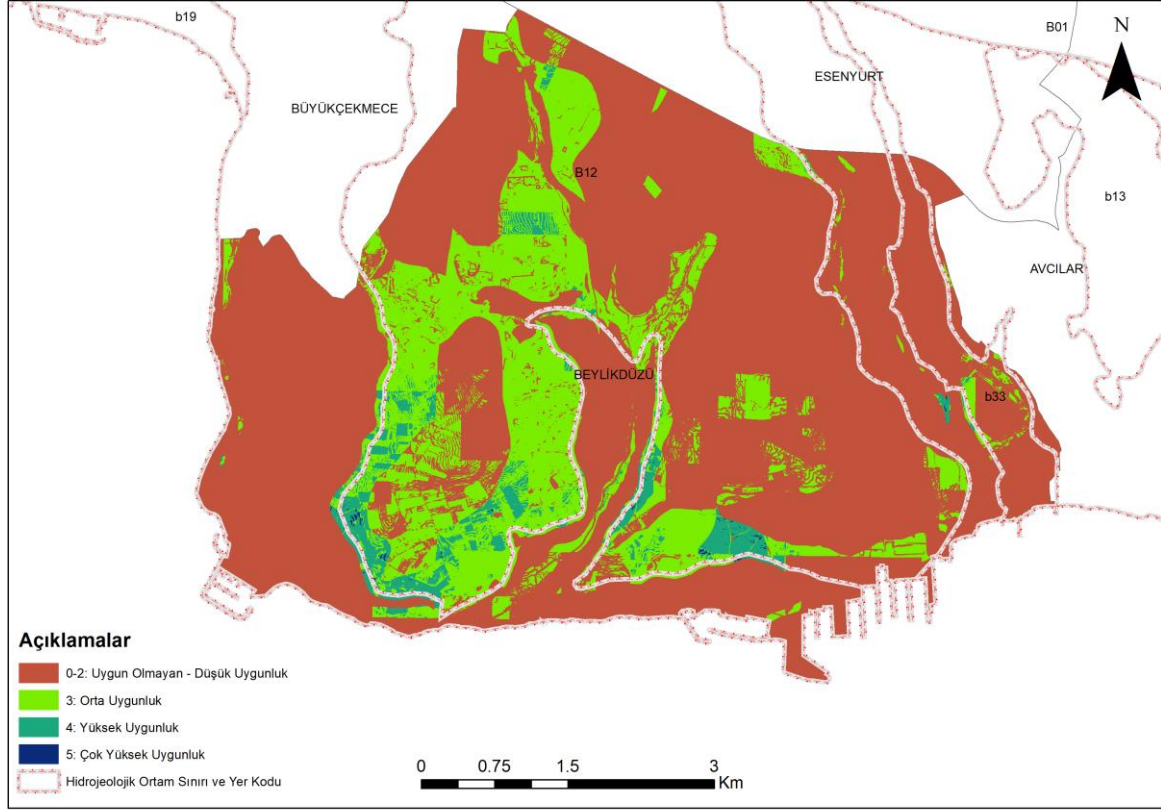
Şekil 41’de Beylikdüzü ilçesi MAR uygun alanlar haritası görülmektedir. Beylikdüzü ilçesinde orta ve üzeri uygunluk derecesine sahip alanlar ilçe yüzölçümünün %25.4’ünü oluşturmaktadır.

Şekil 42’de Beylikdüzü ilçesi MAR uygun alanlarının sınıflarına göre oranları görülmektedir. Beylikdüzü ilçesinde uygun olmayan-düşük uygunluk derecesine sahip alan (0-2) 28.46 km², orta derecede uygunluğa sahip alan (3) 8.26 km², yüksek uygunluk endeksine sahip alan (4) 1.4 km², çok yüksek uygunluk endeksine sahip alan (5) 0.02 km²’dir. İlçe alanının %21.6’sı orta, %3.8’i ise yüksek-çok yüksek derecede uygun MAR alanlarına sahiptir.

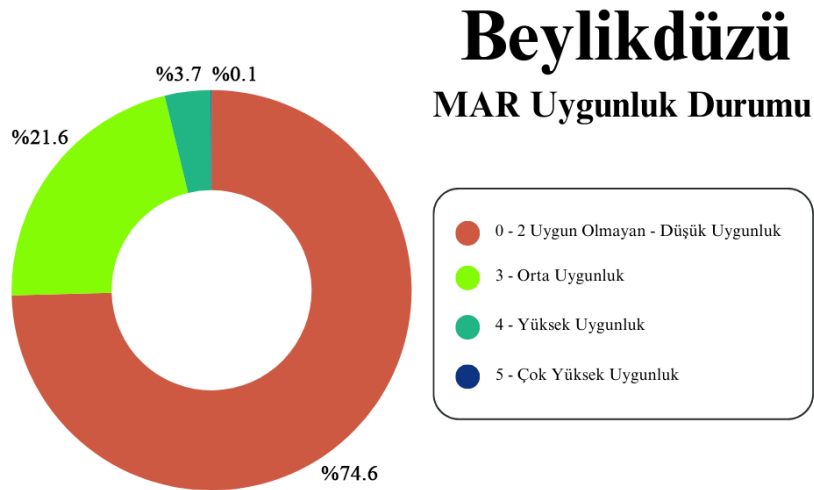
İlçede orta derece uygunluğa sahip MAR alanlarının %80.6’sını (6.65 km²) yerleşim alanı-endüstri alanı, %11.3’ünü (0.93 km²) tarım alanları, %8.1’ini (0.66 km²) ise doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan) oluşturmaktadır.

Yüksek-çok yüksek uygunluğa sahip MAR alanların ise %43.2’sini (0.62 km²) doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan), %30.6’sını (0.44 km²) ise tarım alanı, %26.2’sini (0.37 km²) ise yerleşim alanı-endüstri alanı oluşturmaktadır.

Beykoz ilçesindeki MAR açısından uygun hidrojeolojik ortamlar Beylikdüzü Neojen akiferinden oluşmaktadır. MAR’a uygun alanların %73.0’ı yerleşim alanları ile örtülüdür. Bu alanların yağıştan beslenimi sınırlı olup kentsel kirlilik baskısı altındadır. İlçede doğal alan özelliğindeki MAR’a uygun alanlar (1.28 km²) ise kısıtlı olup, ilçe yüzölçümünün %3.35’ini oluşturmaktadır.



Şekil 41. Beylikdüzü ilçesi MAR uygunluk haritası



Şekil 42. Beylikdüzü ilçesi MAR uygunluk durumu

Beyoğlu

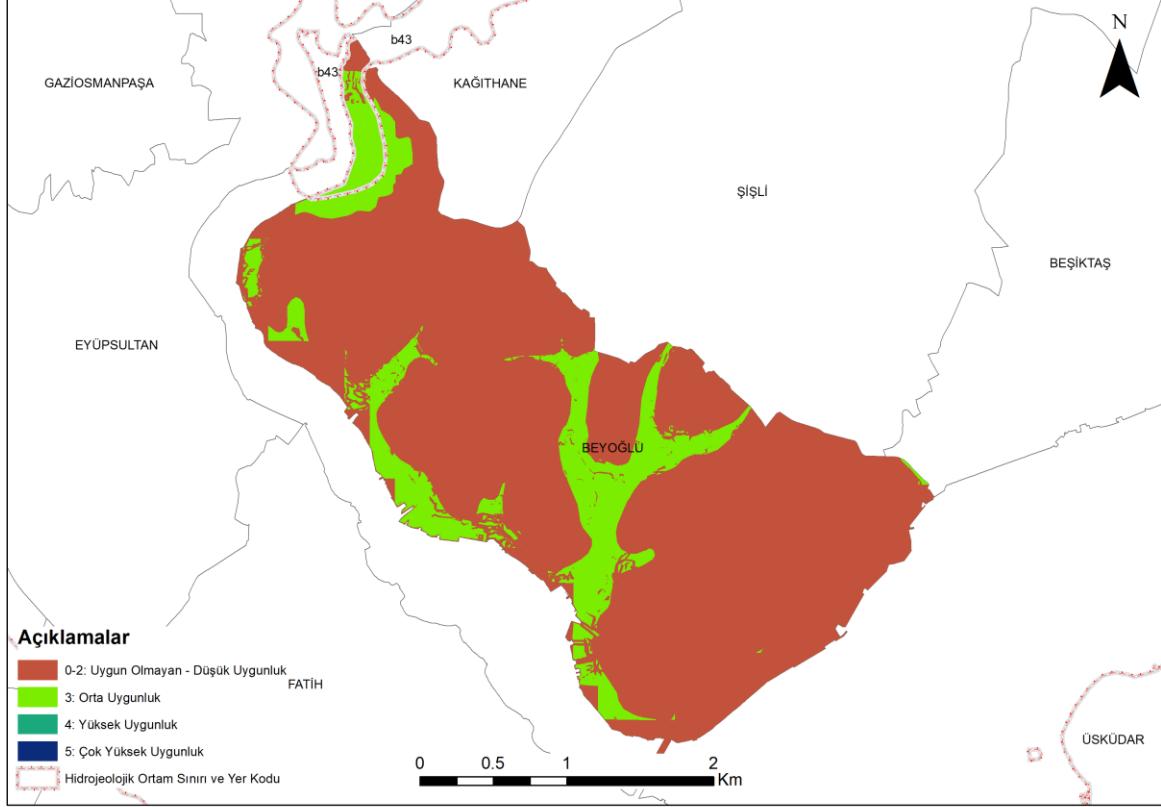
Beyoğlu ilçesi, kuzeybatısında Kâğıthane, kuzeyinde Şişli, doğusunda Beşiktaş ve İstanbul Boğazı, güneyinde ve batısında Haliç bulunmakta ve Avrupa yakasında yer almaktadır. Beyoğlu ilçesi 8.93 km² yüzölçümüne sahiptir.

Şekil 43'te Beyoğlu ilçesi MAR uygun alanlar haritası görülmektedir. Beyoğlu ilçesinde orta ve üzeri derece uygunluğa sahip alanlar ilçe yüzölçümünün %16.1'ini kapsamaktadır.

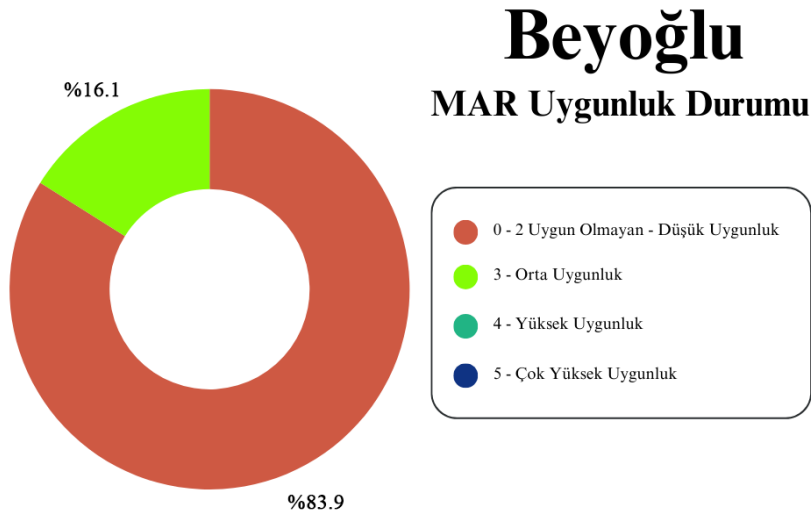
Şekil 44'te Beyoğlu ilçesi MAR uygun alanlarının sınıflarına göre oranları görülmektedir. Beyoğlu ilçesinde uygun olmayan-düşük uygunluk derecesine sahip alan (0-2) 7.49 km², orta derecede uygunluğa sahip alan (3) 1.43 km²'dir.

İlçede orta derece uygunluğa sahip MAR alanlarının %100.0'ını (1.43 km²) yerleşim alanı-endüstri alanı oluşturmaktadır.

Beyoğlu ilçesinde MAR'a uygun hidrojeolojik ortam bulunmamaktadır. İlçedeki potansiyel alanları dere alüvyonları oluşturmakla beraber çevresi veya üzeri yerleşim alanları ile örtülü olması sebebiyle yağıştan beslenimleri sınırlıdır ve kentsel kirlilik tehditi altındadır. Bu nedenle MAR uygulamalarına uygun nitelikte değildir.



Şekil 43. Beyoğlu ilçesi MAR uygunluk haritası



Şekil 44. Beyoğlu ilçesi MAR uygunluk durumu

Büyükçekmece

Büyükçekmece ilçesi, doğusunda Beylikdüzü ve Esenyurt, batısında Silivri, kuzeyinde Çatalca ve Arnavutköy ilçeleri, güneyde Marmara Denizi bulunmakta ve Avrupa yakasında yer almaktadır. Büyükçekmece ilçesi 139.20 km² yüzölçümüne sahiptir.

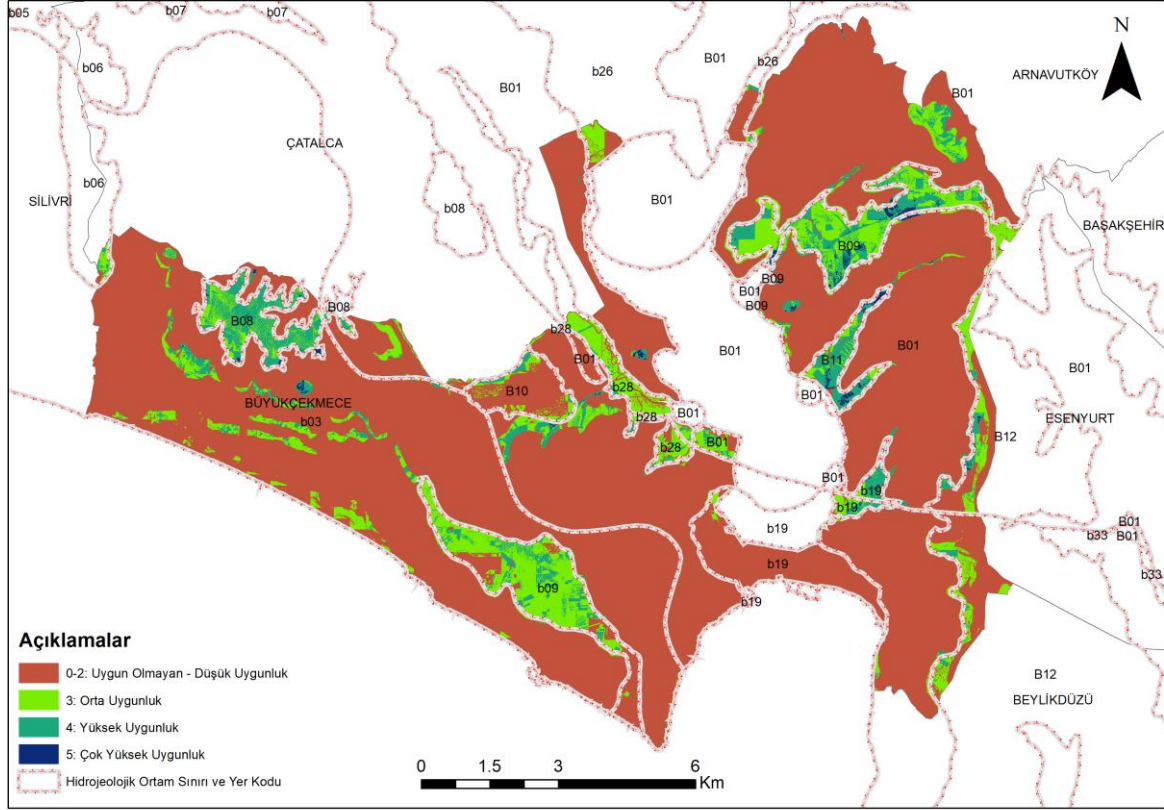
Şekil 45'te Büyükçekmece ilçesi MAR uygun alanlar haritası görülmektedir. Büyükçekmece ilçesinde orta ve üzere uygunluk derecesine sahip alanlar ilçe yüzölçümünün %20.7'sini kapsamaktadır.

Şekil 46'da Büyükçekmece ilçesi MAR uygun alanlarının sınıflarına göre oranları görülmektedir. Büyükçekmece ilçesinde uygun olmayan-düşük uygunluk derecesine sahip alan (0-2) 110.29 km², orta derecede uygunluğa sahip alan (3) 17.45 km², yüksek uygunluk endeksine sahip alan (4) 10.63 km², çok yüksek uygunluk endeksine sahip alan (5) 0.81 km²'dir. İlçe alanının %12.5'i orta, %8.2'si ise yüksek-çok yüksek derecede uygun MAR alanlarına sahiptir.

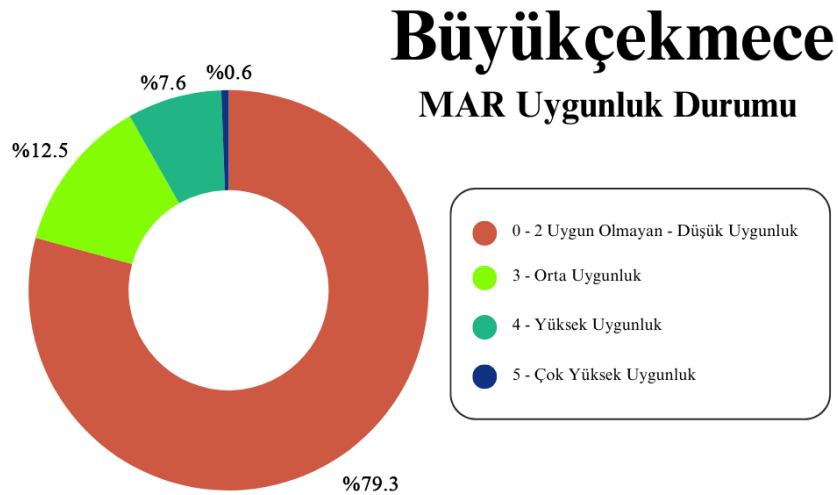
İlçede orta derece uygunluğa sahip MAR alanlarının %32.4'ünü (5.63 km²) yerleşim alanı-endüstri alanı, %57.8'ini (10.09 km²) tarım alanları, %9.8'ini (1.69 km²) ise doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan) oluşturmaktadır.

Yüksek-çok yüksek uygunluğa sahip MAR alanların ise %47.0'sini (5.37 km²) doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan), %46.5'ini (5.27 km²) tarım alanı, %6.5'ini (0.74 km²) ise yerleşim alanı-endüstri alanı oluşturmaktadır.

Büyükçekmece ilçesindeki MAR açısından uygun hidrojeolojik ortamlar Kamiloba ve Kırac Neojen akiferleri, Tepekent-Kum-Çakıl Merceği akiferi, Mimaroba Çakıltaşlı Kumtaşı akitardı, Silivri-Kumburgaz Marnlı Kumtaşı akitardı ve Tahtaköprü deresi alüvyon akitardından oluşmaktadır. MAR'a uygun alanların %22'si yerleşim alanları ile örtülüdür. İlçede doğal alan özelliğindeki MAR'a uygun alanlar (7.36 km²) ise ilçe yüzölçümünün %5.3'ünü oluşturmaktadır.



Şekil 45. Büyükçekmece ilçesi MAR uygunluk haritası



Şekil 46. Büyükçekmece ilçesi MAR uygunluk durumu

Çatalca

Çatalca ilçesi, doğusunda Arnavutköy, batısında Silivri, güneyinde Büyükçekmece ilçeleri kuzeyinde Karadeniz bulunmakta ve Avrupa yakasında yer almaktadır. Çatalca ilçesi 1122.75 km² yüzölçümüne sahiptir.

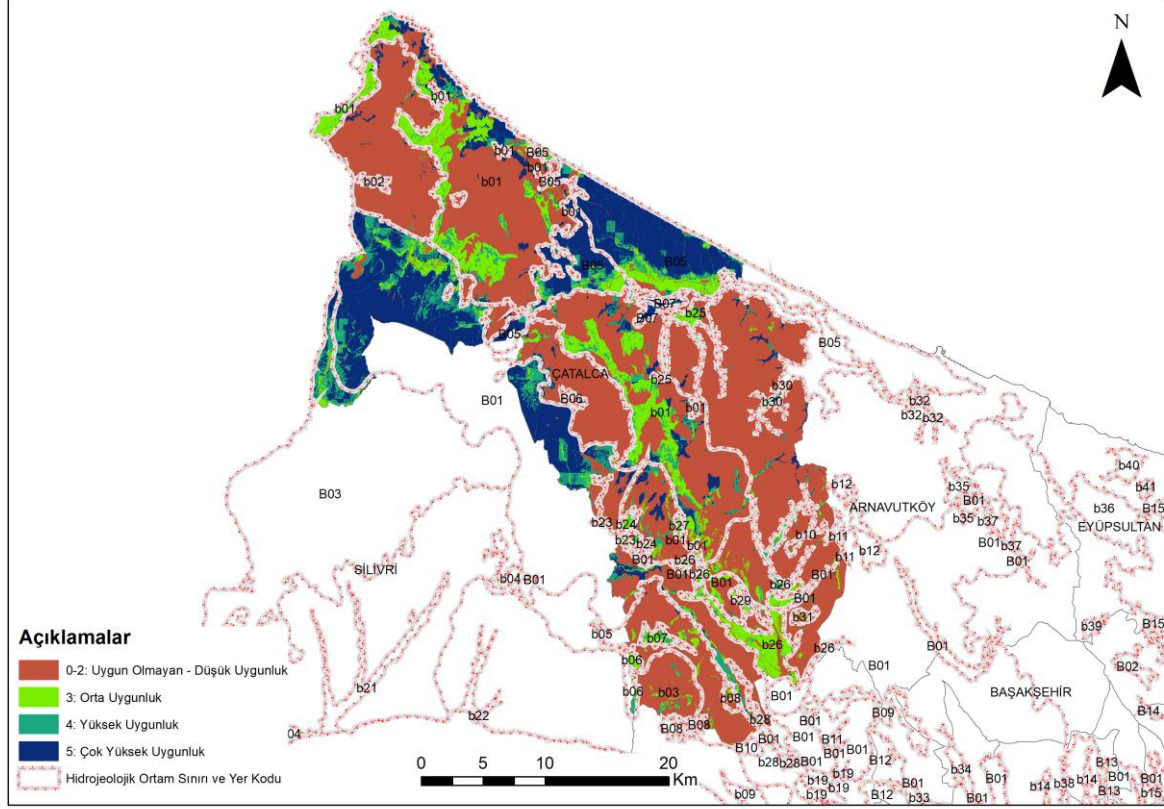
Şekil 47’de Çatalca ilçesi MAR uygun alanlar haritası görülmektedir. Çatalca ilçesinde orta ve üzerine uygunluk derecesine sahip alanlar ilçe yüzölçümünün %43.1’ini oluşturmaktadır.

Şekil 48’de Çatalca ilçesi MAR uygun alanlarının sınıflarına göre oranları görülmektedir. Çatalca ilçesinde uygun olmayan-düşük uygunluk derecesine sahip alan (0-2) 638.68 km², orta derecede uygunluğa sahip alan (3) 159.84 km², yüksek uygunluk endeksine sahip alan (4) 112.39 km², çok yüksek uygunluk endeksine sahip alan (5) 211.82 km²’dir. İlçe alanının %14.2’si orta, %28.9’u ise yüksek-çok yüksek derecede uygun MAR alanlarına sahiptir.

İlçede orta derece uygunluğa sahip MAR alanlarının %6.4’ünü (10.22 km²) yerleşim alanı-endüstri alanı, %38.2’sini (61.00 km²) tarım alanları, %55.4’ünü (88.33 km²) ise doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan) oluşturmaktadır.

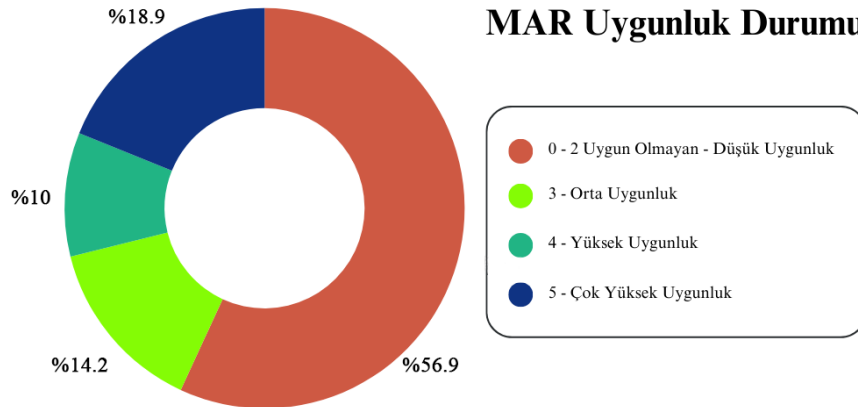
Yüksek-çok yüksek uygunluğa sahip MAR alanların ise %88.3’ünü (285.88 km²) doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan), %8.2’sini (26.36 km²) ise tarım alanı, %3.5’ini (11.14 km²) ise yerleşim alanı-endüstri alanı oluşturmaktadır.

Çatalca ilçesindeki MAR açısından uygun hidrojeolojik ortamlar İstanbul Eosen Resifal Kireçtaşı akiferi, Batı İstanbul, Terkos, Doğu Gümüşpınar ve Belgrat Neojen akiferleri, Şermat ve Çakmakçı dere Feldispatlı Kuvarsit akitardları, Silivri-Kumburgaz Marnlı Kumtaşı akitardı, Çiftlikköy-Sivasköy, Kaptançayı, Kabakça-İncegiz, İncegiz-Örcünlü dereleri alüvyon akitardları, Ortaköy ve Çakılköy Çakıltaşlı Kumtaşı akitardı ve İncegiz Göleti, Güney Nakkaş ve Batı Çatalca seki akitardlarından oluşmaktadır. MAR’a uygun alanların %4’ü yerleşim alanları ile örtülüdür. İlçede doğal alan özelliğindeki MAR’a uygun alanlar (374.21 km²) ise ilçe yüzölçümünün %33.3’ünü oluşturmaktadır.



Şekil 47. Çatalca ilçesi MAR uygunluk haritası

Çatalca MAR Uygunluk Durumu



Şekil 48. Çatalca ilçesi MAR uygunluk durumu

Çekmeköy

Çekmeköy ilçesi, doğusunda Şile, batısında Beykoz, güneyinde Sancaktepe ve Ümraniye ilçeleri kuzeyinde Beykoz ve Şile ilçeleri bulunmakta ve Anadolu yakasında yer almaktadır. Çekmeköy ilçesi 148.02 km² yüzölçümüne sahiptir.

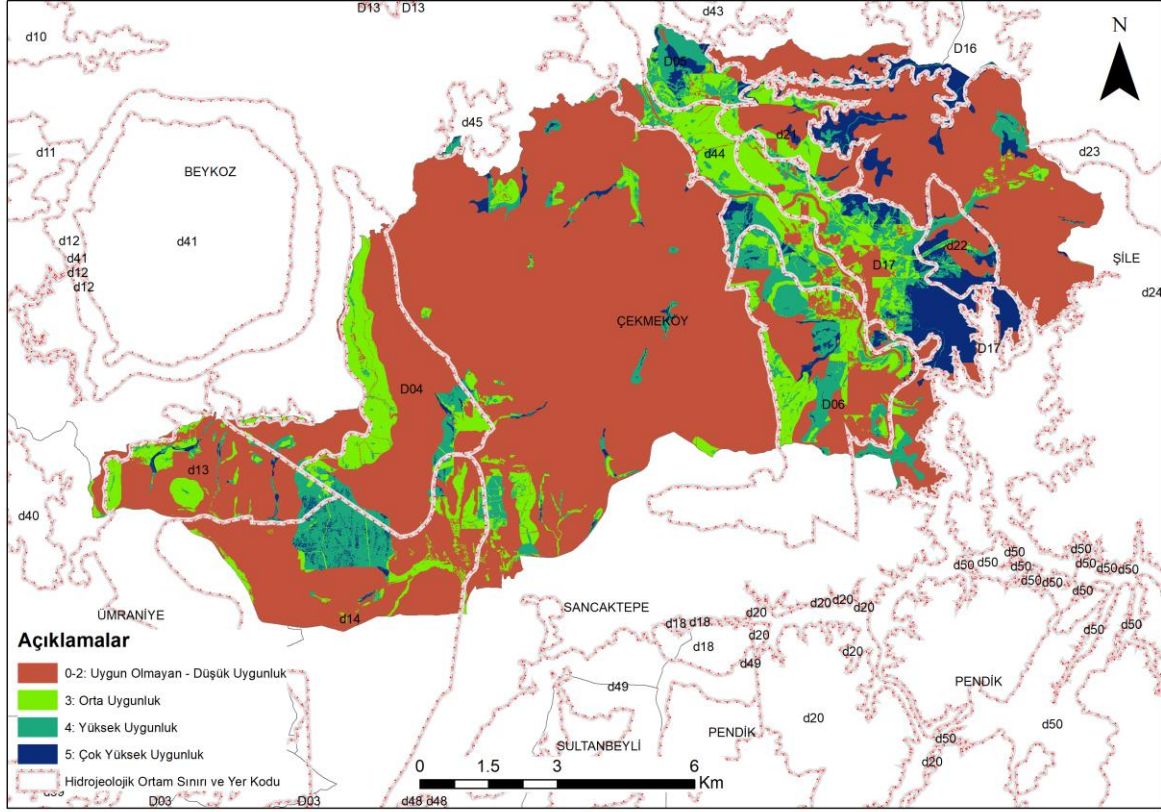
Şekil 49'da Çekmeköy ilçesi MAR uygun alanlar haritası görülmektedir. Çekmeköy ilçesinde orta ve üzeri uygunluk derecesine sahip alanlar ilçe yüzölçümünün %30.3'ünü oluşturmaktadır.

Şekil 50'de Çekmeköy ilçesi MAR uygun alanlarının sınıflarına göre oranları görülmektedir. Çekmeköy ilçesinde uygun olmayan-düşük uygunluk derecesine sahip alan (0-2) 103.26 km², orta derecede uygunluğa sahip alan (3) 19.69 km², yüksek uygunluk endeksine sahip alan (4) 15.18 km², çok yüksek uygunluk endeksine sahip alan (5) 9.87 km²'dir. İlçe alanının %13.3'ü orta, %17.0'si ise yüksek-çok yüksek derecede uygun MAR alanlarına sahiptir.

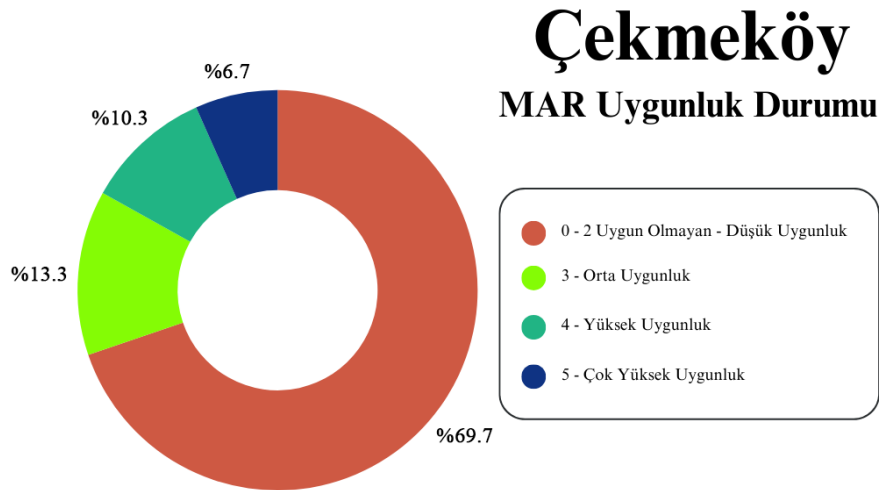
İlçede orta derece uygunluğa sahip MAR alanlarının %33.4'ünü (6.55 km²) yerleşim alanı-endüstri alanı, %15.7'sini (3.07 km²) tarım alanları, %50.9'unu (10.01 km²) ise doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan) oluşturmaktadır.

Yüksek-çok yüksek uygunluğa sahip MAR alanların ise %90.3'ünü (22.56 km²) doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan), %1.3'ünü (0.30 km²) ise tarım alanı, %8.4'ünü (2.06 km²) ise yerleşim alanı-endüstri alanı oluşturmaktadır.

Çekmeköy ilçesindeki MAR açısından uygun hidrojeolojik ortamlar Yukarı Riva-Çayağzı dereleri ve Kılıçlı-Avcıkoru Neojen Akiferleri, İshaklı Dolomitik Kireçtaşı akiferi, Ümraniye Taşdelen Kuvarsarenit akitardı, Sancaktepe Neritik Karbonatlar akitardı, Sırapınar Kuvarsarenit Akitardı ve Yukarı Riva Alüvyon akitardından oluşmaktadır. MAR'a uygun alanların %19.2'si yerleşim alanları ile örtülüdür. İlçede doğal alan özelliğindeki MAR'a uygun alanlar (32.57 km²) ise ilçe yüzölçümünün %22'sini oluşturmaktadır.



Şekil 49. Çekmeköy ilçesi MAR uygunluk haritası



Şekil 50. Çekmeköy ilçesi MAR uygunluk durumu

Esenler

Esenler ilçesi, kuzeydoğusunda Sultangazi, doğusunda Gaziosmanpaşa, Bayrampaşa ve Zeytinburnu, batısında Bağcılar ve Başakşehir, güneyinde Güngören ilçeleri bulunmakta ve Avrupa yakasında yer almaktadır. Esenler ilçesi 18.42 km² yüzölçümüne sahiptir.

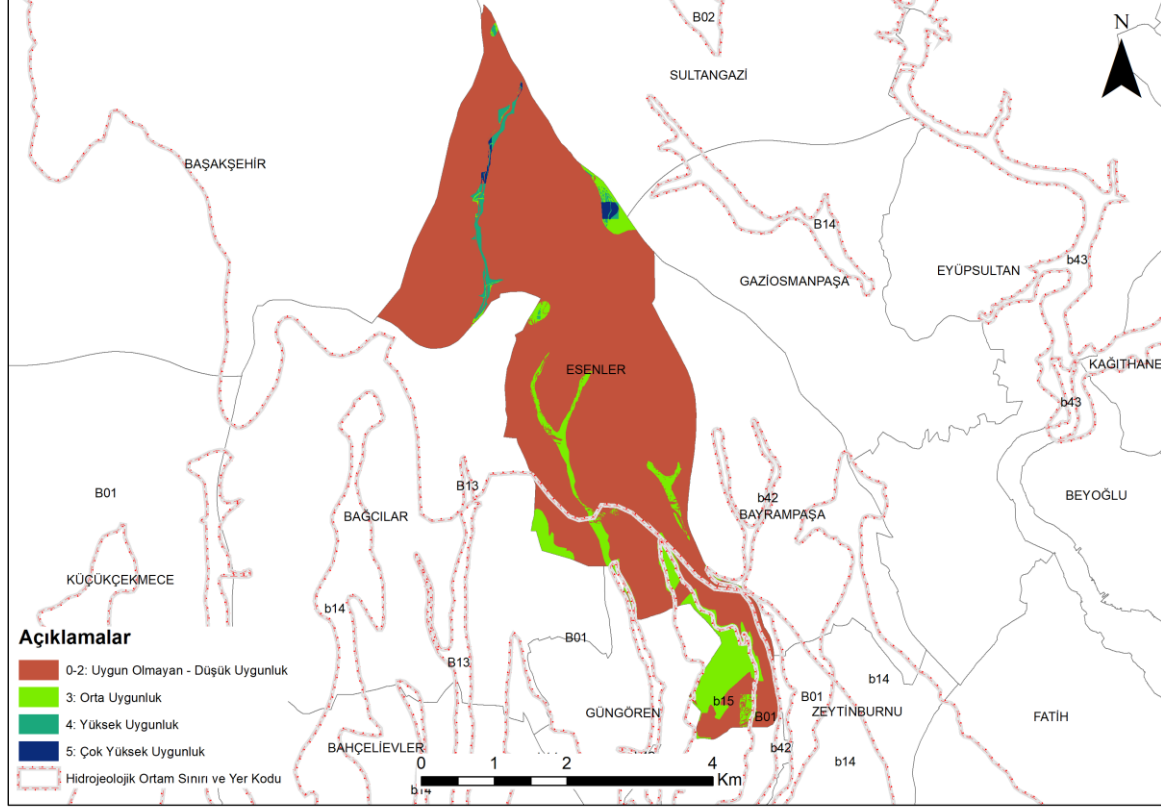
Şekil 51’de Esenler ilçesi MAR uygun alanlar haritası görülmektedir. Esenler ilçesinde orta ve üzeri uygunluk derecesine sahip alanlar ilçe yüzölçümünün %10.8’ini oluşturmaktadır.

Şekil 52’de Esenler ilçesi MAR uygun alanlarının sınıflarına göre oranları görülmektedir. Esenler ilçesinde uygun olmayan-düşük uygunluk derecesine sahip alan (0-2) 16.42 km², orta derecede uygunluğa sahip alan (3) 1.71 km², yüksek uygunluk endeksine sahip alan (4) 0.21 km², çok yüksek uygunluk endeksine sahip alan (5) 0.06 km²’dir. İlçe alanının %9.3’ü orta, %1.5’i ise yüksek-çok yüksek derecede uygun MAR alanlarına sahiptir.

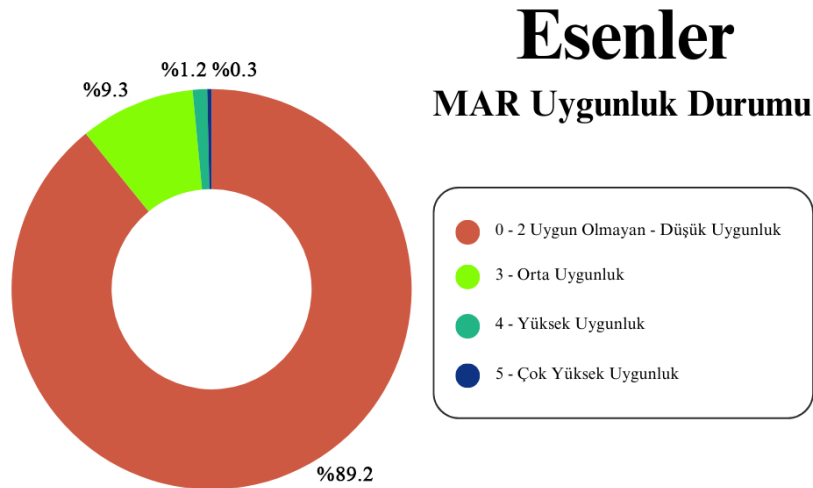
İlçede orta derece uygunluğa sahip MAR alanlarının %97.1’ini (1.66 km²) yerleşim alanı-endüstri alanı, %2.9’unu (0.05 km²) ise doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan) oluşturmaktadır.

Yüksek-çok yüksek uygunluğa sahip MAR alanların ise %93.1’ini (0.26 km²) doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan), %6.9’unu (0.01 km²) ise yerleşim alanı-endüstri alanı oluşturmaktadır.

Esenler ilçesinde MAR’a uygun tek hidrojeolojik ortam sınırlı yayılıma sahip olan Zeytinburnu Marnlı Kireçtaşı Akitardıdır. İlçedeki potansiyel MAR alanları dere alüvyonları ve kireçtaşı akitardından oluşmakta olup çevreleri ve üzerleri yerleşim alanları ile örtülü olması sebebiyle yağıştan beslenimleri sınırlıdır ve kentsel kirlilik tehditi altındadır. Bu nedenle bu alanlar MAR uygulamaları için uygun nitelikte değildir.



Şekil 51. Esenler ilçesi MAR uygunluk haritası



Şekil 52. Esenler ilçesi MAR uygunluk durumu

Esenyurt

Esenyurt ilçesi, batısında Büyükçekmece, kuzeyinde Başakşehir, kuzeybatısında Arnavutköy, doğusunda Avcılar, güneyinde Beylikdüzü ilçeleri bulunmakta ve Avrupa yakasında yer almaktadır. Esenyurt ilçesi 43.13 km² yüzölçümüne sahiptir.

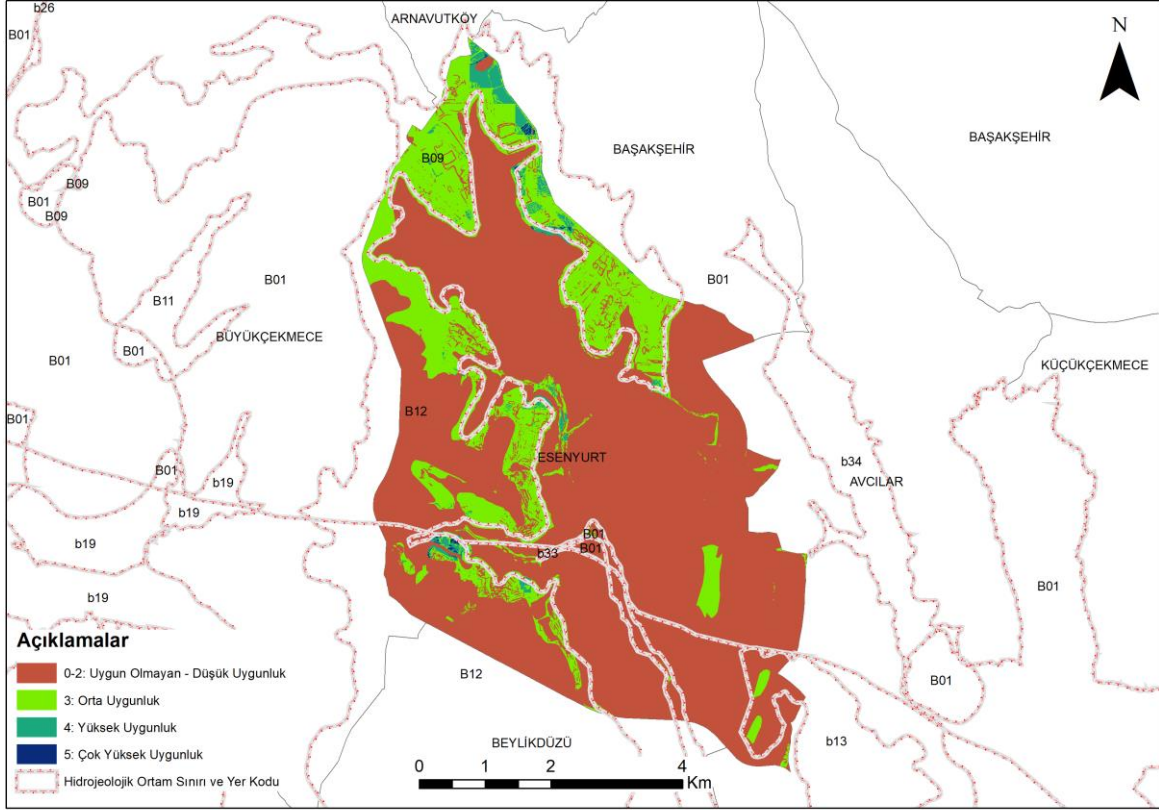
Şekil 53’de Esenyurt ilçesi MAR uygun alanlar haritası görülmektedir. Esenyurt ilçesinde orta ve üzeri uygunluk derecesine sahip alanlar ilçe yüzölçümünün %23.6’sını oluşturmaktadır.

Şekil 54’te Esenyurt ilçesi MAR uygun alanlarının sınıflarına göre oranları görülmektedir. Esenyurt ilçesinde uygun olmayan-düşük uygunluk derecesine sahip alan (0-2) 32.93 km², orta derecede uygunluğa sahip alan (3) 9.34 km², yüksek uygunluk endeksine sahip alan (4) 0.79 km², çok yüksek uygunluk endeksine sahip alan (5) 0.05 km²’dir. İlçe alanının %21.7’si orta, %1.9’u ise yüksek-çok yüksek derecede uygun MAR alanlarına sahiptir.

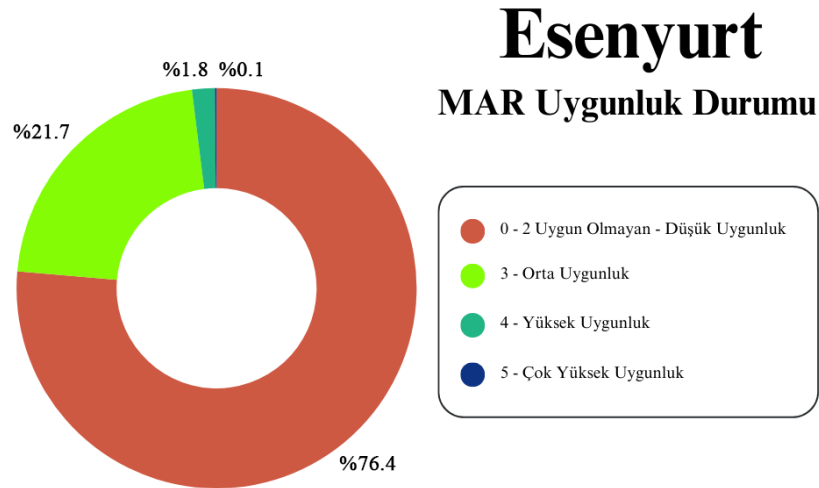
İlçede orta derece uygunluğa sahip MAR alanlarının %89.2’sini (8.32 km²) yerleşim alanı-endüstri alanı, %2.4’ünü (0.22 km²) tarım alanları, %8.4’ünü (0.79 km²) ise doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan) oluşturmaktadır.

Yüksek-çok yüksek uygunluğa sahip MAR alanların ise %45.8’ini (0.38 km²) doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan), %29.0’ını (0.24 km²) ise tarım alanı, %25.2’sini (0.21 km²) ise yerleşim alanı-endüstri alanı oluşturmaktadır.

Esenyurt ilçesinde MAR’a uygun hidrojeolojik ortamlar Kırâç Neojen Akiferi ve Beylikdüzü Neojen Akiferinden oluşturmaktadır. İlçede MAR’a uygun alanların %83.8’i yerleşim alanları ile örtülüdür. Bu alanların yağıştan beslenimleri sınırlıdır ve kentsel kirlilik tehditi altındadır. İlçede doğal alan özelliğindeki MAR’a uygun alanlar (1.17 km²) ise sınırlı olup ilçe yüzölçümünün %2.7’sini oluşturmaktadır.



Şekil 53. Esenyurt ilçesi MAR uygunluk haritası



Şekil 54. Esenyurt ilçesi MAR uygunluk durumu

Eyüpsultan

Eyüpsultan ilçesi, batısında Arnavutköy, doğusunda Sarıyer, güneyinde Sultangazi, Gaziosmanpaşa ve Kağıthane ilçeleri kuzeyinde Karadeniz, bulunmakta ve Avrupa yakasında yer almaktadır. Eyüpsultan ilçesi 227.90 km² yüzölçümüne sahiptir.

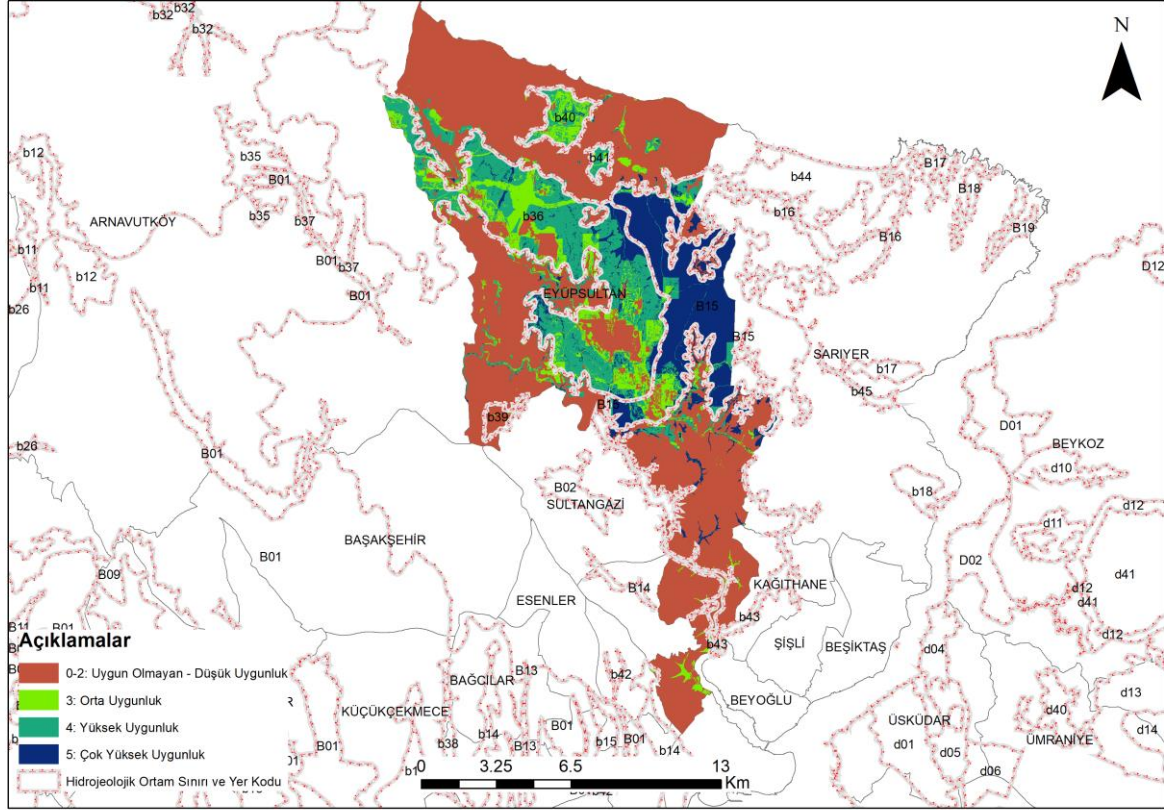
Şekil 55'te Eyüpsultan ilçesi MAR uygun alanlar haritası görülmektedir. Eyüpsultan ilçesinde orta ve üzeri uygunluk derecesine sahip alanlar ilçe yüzölçümünün %43.4'ünü oluşturmaktadır.

Şekil 56'da Eyüpsultan ilçesi MAR uygun alanlarının sınıflarına göre oranları görülmektedir. Eyüpsultan ilçesinde uygun olmayan-düşük uygunluk derecesine sahip alan (0-2) 129.01 km², orta derecede uygunluğa sahip alan (3) 21.93 km², yüksek uygunluk endeksine sahip alan (4) 42.65 km², çok yüksek uygunluk endeksine sahip alan (5) 34.29 km²'dir. İlçe alanının %9.6'sı orta, %33.8'i ise yüksek-çok yüksek derecede uygun MAR alanlarına sahiptir.

İlçede orta derece uygunluğa sahip MAR alanlarının %52.8'ini (11.54 km²) yerleşim alanı-endüstri alanı, %3.8'ini (0.82 km²) tarım alanları, %43.4'ünü (9.50 km²) ise doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan) oluşturmaktadır.

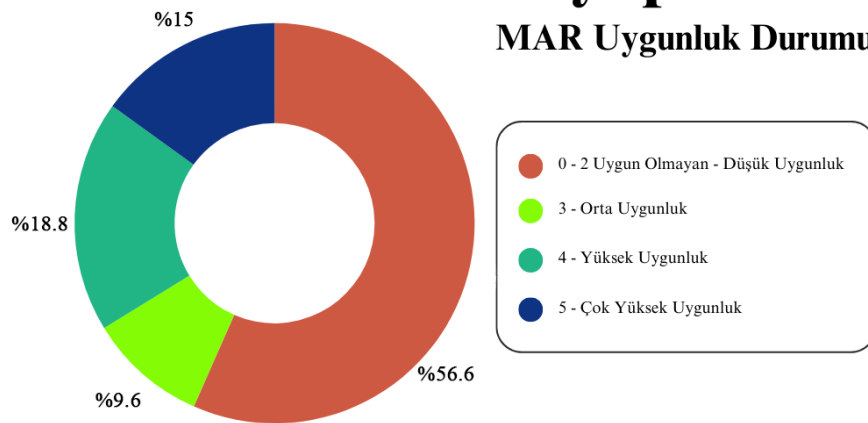
Yüksek-çok yüksek uygunluğa sahip MAR alanların ise %96.5'ini (74.28 km²) doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan), %0.6'sını (0.43 km²) ise tarım alanı, %2.9'unu (2.15 km²) ise yerleşim alanı-endüstri alanı oluşturmaktadır.

Eyüpsultan ilçesindeki MAR açısından uygun hidrojeolojik ortamlar Bendler Neojen Akiferi, Tayakadın-Göktürk, Ağaçlı, Doğu Ağaçlı ve Kilyos Neojen Akitardlarından oluşmaktadır. MAR'a uygun alanların sadece %13.8'i yerleşim alanları ile örtülüdür. İlçede doğal alan özelliğindeki MAR'a uygun alanlar (83.78 km²) ise ilçe yüzölçümünün %36.8'ini oluşturmaktadır.



Şekil 55. Eyüpsultan ilçesi MAR uygunluk haritası

Eyüpsultan MAR Uygunluk Durumu



Şekil 56. Eyüpsultan ilçesi MAR uygunluk durumu

Fatih

Fatih ilçesi, güneybatısından Zeytinburnu, kuzeybatısından Eyüpsultan ilçeleri, kuzeyinde Haliç, doğusundan İstanbul Boğazı ve güneyinden Marmara Denizi bulunmakta ve Avrupa yakasında yer almaktadır. Fatih ilçesi 16.15 km² yüzölçümüne sahiptir.

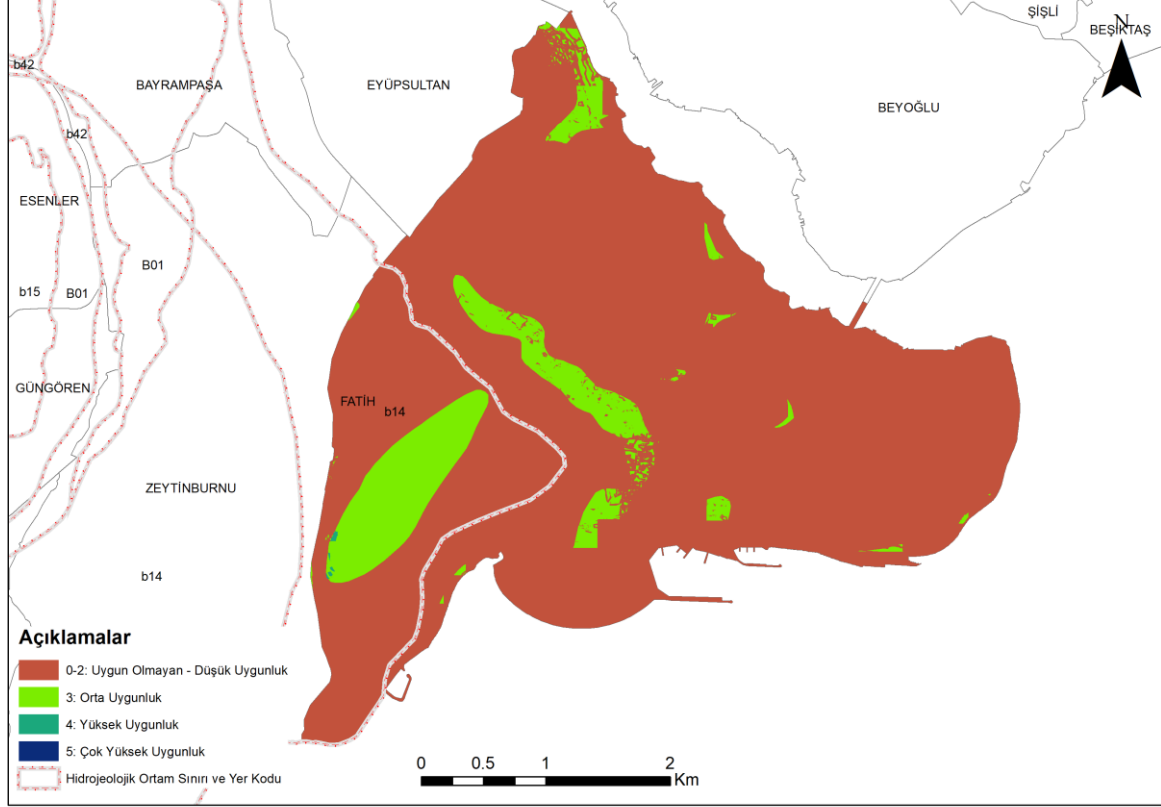
Şekil 57’de Fatih ilçesi MAR uygun alanlar haritası görülmektedir. Fatih ilçesinde orta ve üzeri uygunluk derecesine sahip alanlar ilçe yüzölçümünün %9.7’sini oluşturmaktadır.

Şekil 58’de Fatih ilçesi MAR uygun alanlarının sınıflarına göre oranları görülmektedir. Fatih ilçesinde uygun olmayan-düşük uygunluk derecesine sahip alan (0-2) 14.57 km², orta derecede uygunluğa sahip alan (3) 1.56 km², yüksek uygunluk endeksine sahip alan (4) 0.005 km²’dir. İlçe alanının %9.6’sı orta, %0.1’i ise yüksek derecede uygun MAR alanlarına sahiptir.

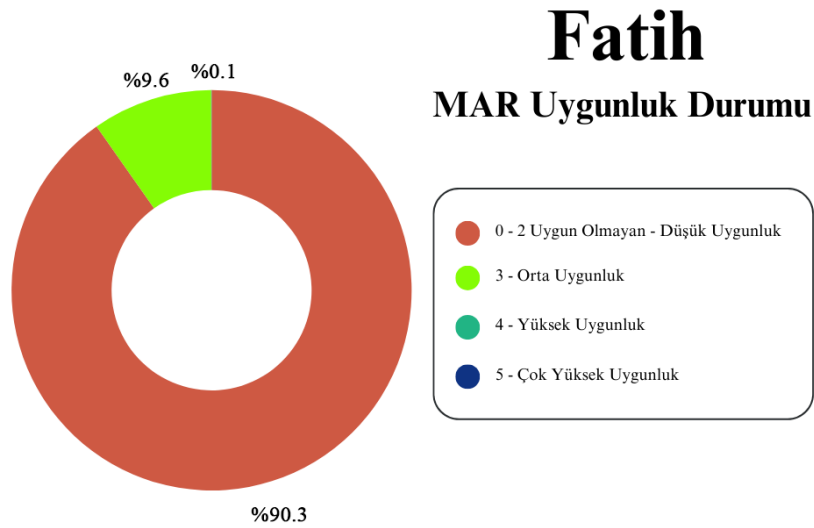
İlçede orta derece uygunluğa sahip MAR alanlarının %99.6’sını (1.56 km²) yerleşim alanı-endüstri alanı, %0.3’ünü (0.005 km²) tarım alanları, %0.1’ini (0.001 km²) ise doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan) oluşturmaktadır.

Yüksek-çok yüksek uygunluğa sahip MAR alanların ise %48.8’ini (0.002 km²) doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan), %49.9’unu (0.003 km²) ise tarım alanı, %1.3’ünü (0.0001 km²) ise yerleşim alanı-endüstri alanı oluşturmaktadır.

Fatih ilçesinde MAR’a uygun tek hidrojeolojik ortam Bakırköy-Zeytinburnu Marnlı kireçtaşı akitardıdır. İlçedeki potansiyel diğer MAR alanlarını dere alüvyonları oluşturmaktadır. İlçedeki MAR uygun alanlarının çevresi veya üzeri yerleşim alanları ile örtülü olması sebebiyle yağıştan beslenimleri sınırlıdır ve kentsel kirlilik tehditi altındadır. Bu nedenle MAR uygulamalarına uygun nitelikte değildir.



Şekil 57. Fatih ilçesi MAR uygunluk haritası



Şekil 58. Fatih ilçesi MAR uygunluk durumu

Gaziosmanpaşa

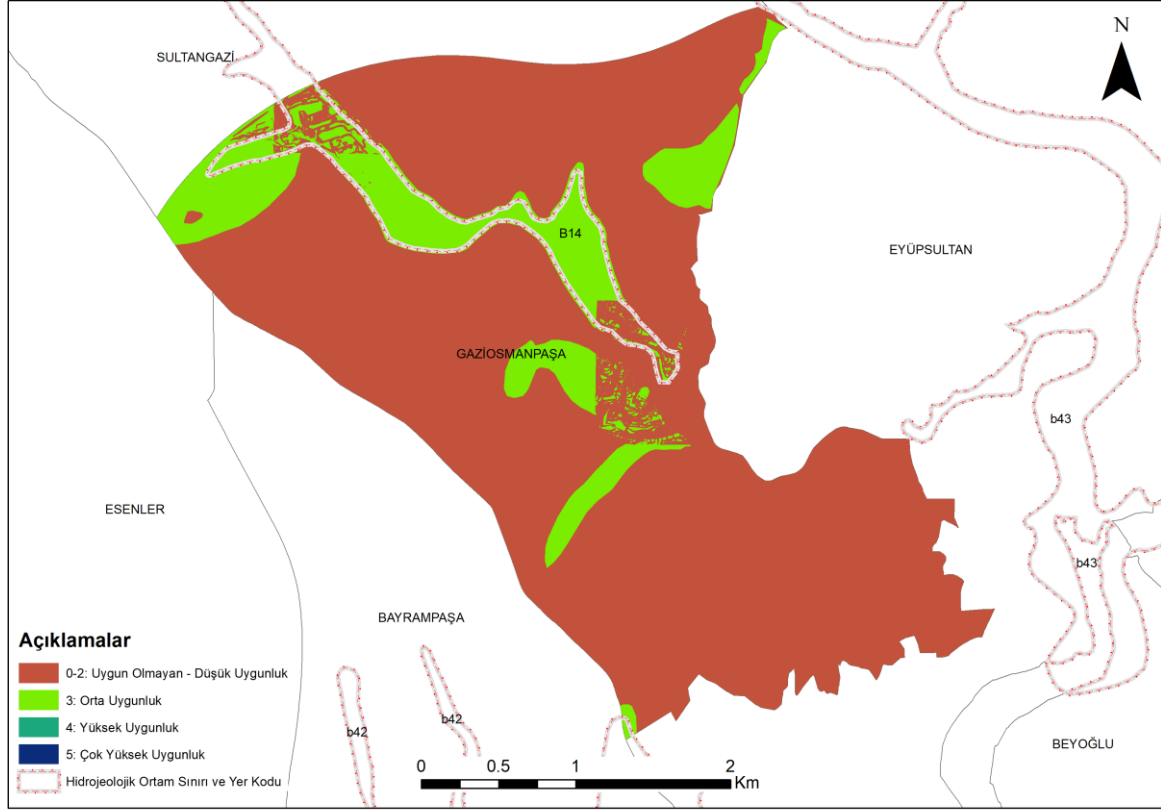
Gaziosmanpaşa ilçesi, doğusunda Eyüpsultan, batısında Esenler, kuzeyinde Sultangazi İstanbul Boğazı ve güneyinden Marmara Denizi bulunmakta ve Avrupa yakasında yer almaktadır. Gaziosmanpaşa ilçesi 11.75 km² yüzölçümüne sahiptir.

Şekil 59'da Gaziosmanpaşa ilçesi MAR uygun alanlar haritası görülmektedir. Gaziosmanpaşa ilçesinde orta ve üzeri uygunluk derecesine sahip alanlar ilçe yüzölçümünün %14.8'ini oluşturmaktadır.

Şekil 60'ta Gaziosmanpaşa ilçesi MAR uygun alanlarının sınıflarına göre oranları görülmektedir. Gaziosmanpaşa ilçesinde uygun olmayan-düşük uygunluk derecesine sahip alan (0-2) 10.02 km², orta derecede uygunluğa sahip alan (3) 1.73 km²'dir.

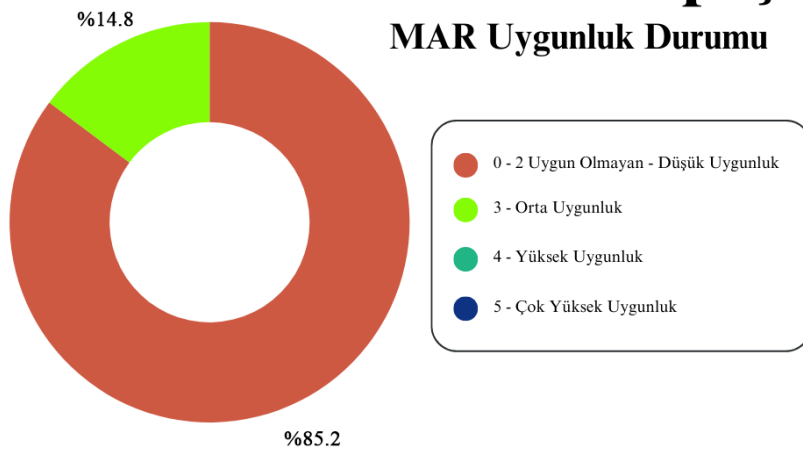
İlçede orta derece uygunluğa sahip MAR alanlarının %100.0'ını (1.73 km²) yerleşim alanı-endüstri alanı oluşturmaktadır.

Gaziosmanpaşa ilçesinde MAR'a uygun tek hidrojeolojik ortam Küçüköy deresi Alüvyon akiferidir. Bu ortamların üzeri yerleşim alanları ile örtülü olması sebebiyle yağıştan beslenimleri sınırlıdır ve kentsel kirlilik tehditi altındadır. Bu nedenle MAR uygulamalarına uygun nitelikte değildir.



Şekil 59. Gaziosmanpaşa ilçesi MAR uygunluk haritası

Gaziosmanpaşa MAR Uygunluk Durumu



Şekil 60. Gaziosmanpaşa ilçesi MAR uygunluk durumu

Güngören

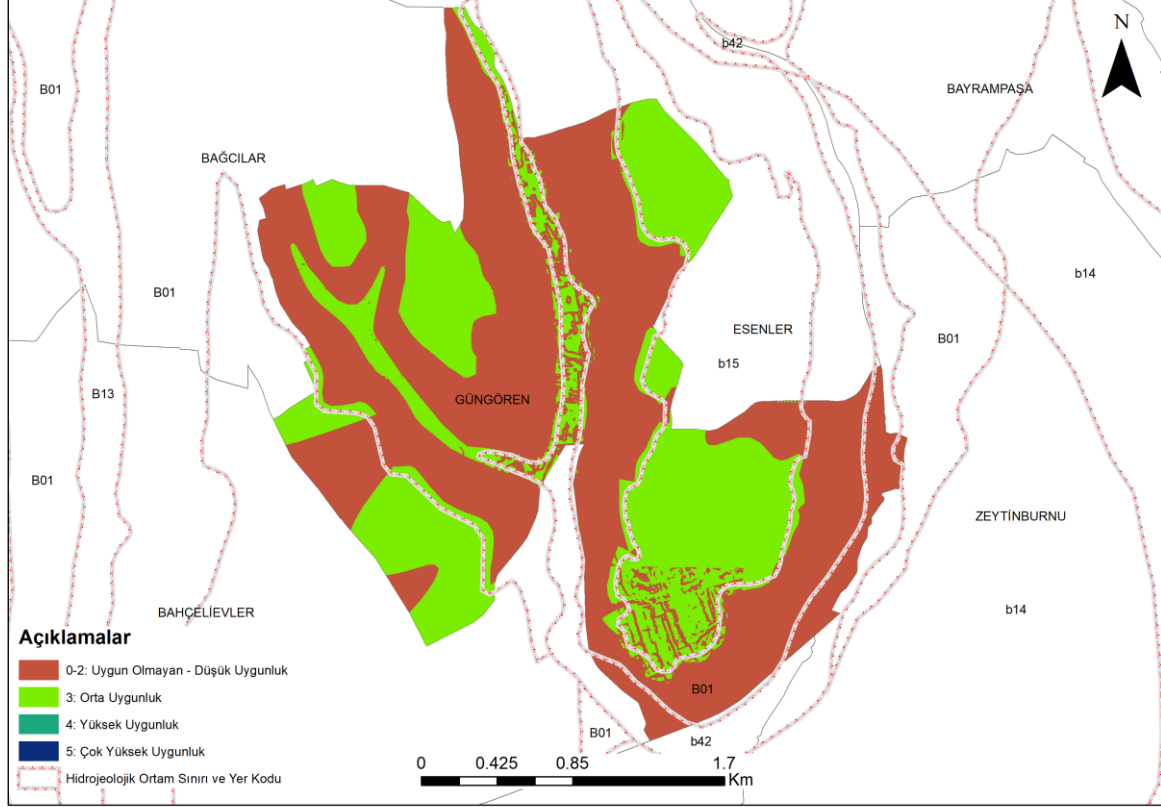
Güngören ilçesi, doğusunda Zeytinburnu, Esenler güneyinde Bakırköy, batısında Bahçelievler bulunmakta ve Avrupa yakasında yer almaktadır. Güngören ilçesi 7.14 km² yüzölçümüne sahiptir.

Şekil 61’de Güngören ilçesi MAR uygun alanlar haritası görülmektedir. Güngören ilçesinde orta ve üzeri uygunluk derecesine sahip alanlar ilçe yüz ölçümünün %38.7’sini oluşturmaktadır.

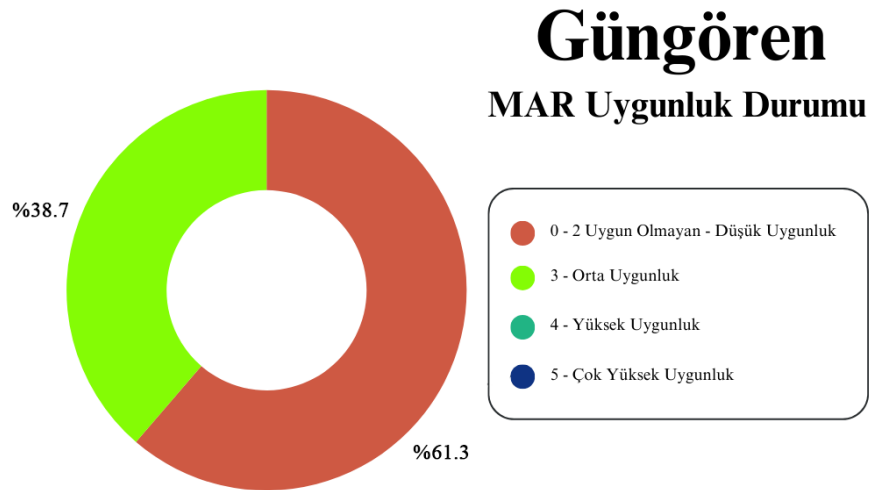
Şekil 62’de Güngören ilçesi MAR uygun alanlarının sınıflarına göre oranları görülmektedir. Güngören ilçesinde uygun olmayan-düşük uygunluk derecesine sahip alan (0-2) 4.37 km², orta derecede uygunluğa sahip alan (3) 2.76 km²’dir. İlçe alanının %28.7’si orta derecede uygun MAR alanlarına sahiptir.

İlçede orta derece uygunluğa sahip MAR alanlarının %100.0’ını (2.76 km²) yerleşim alanı-endüstri alanı oluşturmaktadır.

Güngören ilçesinde MAR’a uygun hidrojeolojik ortamları sınırlı depolama kapasitelerine sahip olan Çırpıcı-Ayval Dereleri Alüvyon akitardı ve Zeytinburnu Marnlı Kireçtaşı akitardı oluşturmaktadır. Bu ortamların üzeri yerleşim alanları ile örtülü olması sebebiyle yağıştan beslenimleri sınırlıdır ve kentsel kirlilik tehditi altındadır. Bu nedenle MAR uygulamalarına uygun nitelikte değildir.



Şekil 61. Güngören ilçesi MAR uygunluk haritası



Şekil 62. Güngören ilçesi MAR uygunluk durumu

Kadıköy

Kadıköy ilçesi, batısında ve güneyinde Marmara Denizi, kuzeyinde Üsküdar, kuzeydoğusunda Ataşehir ve doğusunda Maltepe ilçeleri bulunmakta ve Anadolu yakasında yer almaktadır. Kadıköy ilçesi 25.07 km² yüzölçümüne sahiptir.

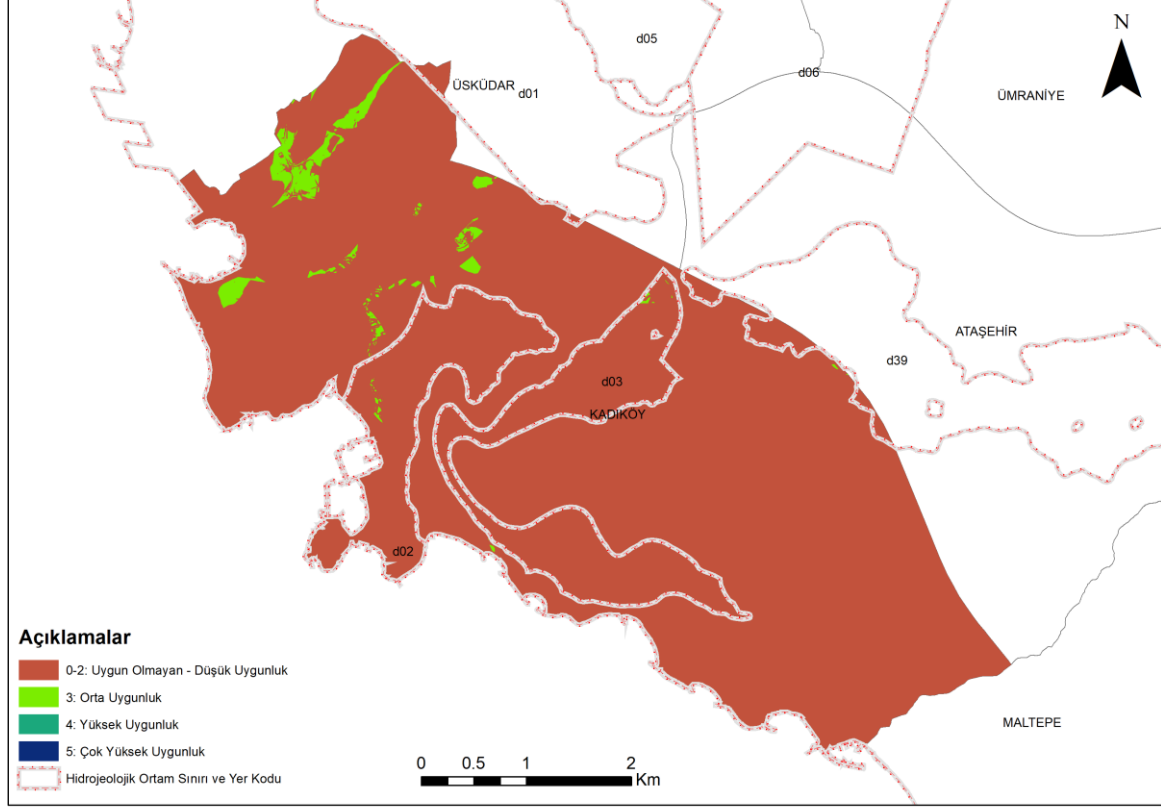
Şekil 63'te Kadıköy ilçesi MAR uygun alanlar haritası görülmektedir. Kadıköy ilçesinde orta ve üzeri uygunluk derecesine sahip alanlar ilçe yüzölçümünün %1.68'ini oluşturmaktadır.

Şekil 64'te Kadıköy ilçesi MAR uygun alanlarının sınıflarına göre oranları görülmektedir. Kadıköy ilçesinde uygun olmayan-düşük uygunluk derecesine sahip alan (0-2) 24.63 km², orta derecede uygunluğa sahip alan (3) 0.42 km², yüksek uygunluk endeksine sahip alan (4) 0.002 km²'dir. İlçe alanının %1.68'i orta, %0.01'i ise yüksek derecede uygun MAR alanlarına sahiptir.

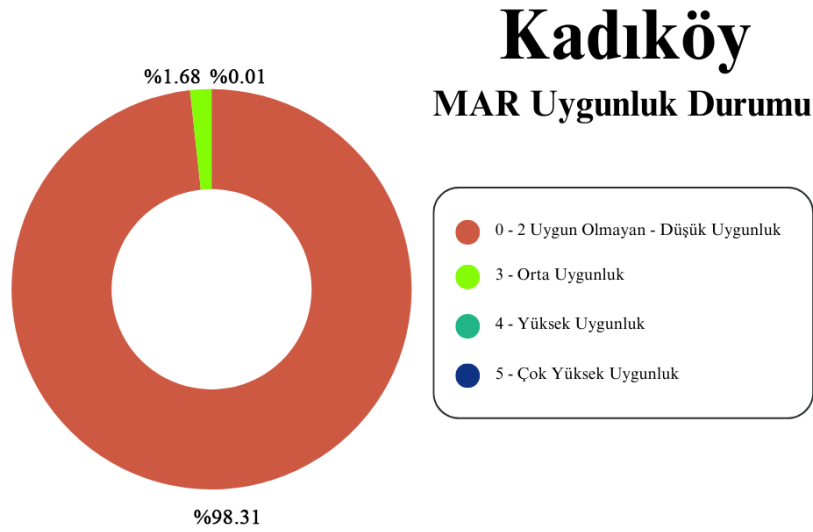
İlçede orta derece uygunluğa sahip MAR alanlarının %100.0'ını (0.42 km²) yerleşim alanı-endüstri alanı oluşturmaktadır.

Yüksek-çok yüksek uygunluğa sahip MAR alanların ise %100.0'ını (0.002 km²) yerleşim alanı-endüstri alanı oluşturmaktadır.

Kadıköy ilçesinde MAR'a uygun hidrojeolojik ortam bulunmamaktadır. İlçedeki potansiyel alanları dere alüvyonları oluşturmakla beraber çevresi veya üzeri yerleşim alanları ile örtülü olması sebebiyle yağıştan beslenimleri sınırlıdır ve kentsel kirlilik tehdidi altındadır. Bu nedenle MAR uygulamalarına uygun nitelikte değildir.



Şekil 63. Kadıköy ilçesi MAR uygunluk haritası



Şekil 64. Kadıköy ilçesi MAR uygunluk durumu

Kağıthane

Kağıthane ilçesi, kuzeyinde Sarıyer, kuzeydoğusunda Beşiktaş, doğusunda ve güneyinde Şişli, güneybatısında Beyoğlu ve batısında Eyüpsultan ilçeleri bulunmakta ve Avrupa yakasında yer almaktadır. Kağıthane ilçesi 14.83 km² yüzölçümüne sahiptir.

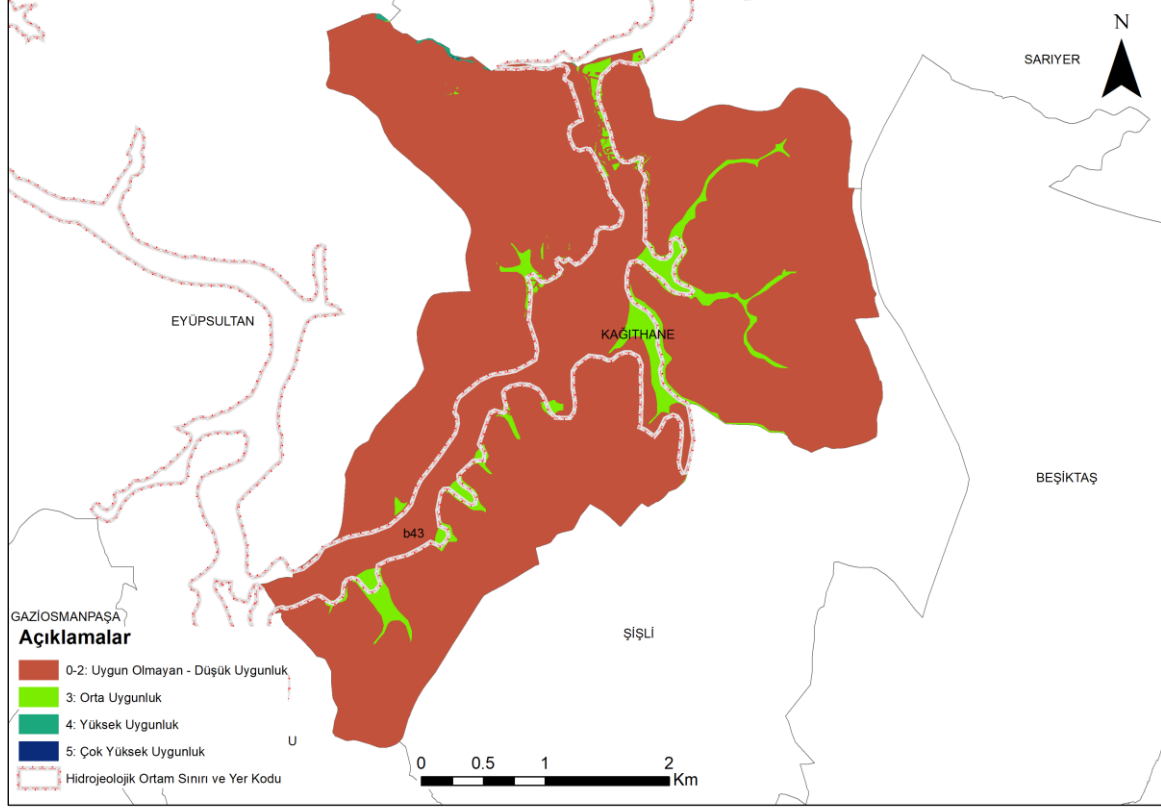
Şekil 65'te Kağıthane ilçesi MAR uygun alanlar haritası görülmektedir. Kağıthane ilçesinde orta ve üzeri uygunluk derecesine sahip alanlar ilçe yüzölçümünün %5.3'ünü oluşturmaktadır.

Şekil 66'da Kağıthane ilçesi MAR uygun alanlarının sınıflarına göre oranları görülmektedir. Kağıthane ilçesinde uygun olmayan-düşük uygunluk derecesine sahip alan (0-2) 14.04 km², orta derecede uygunluğa sahip alan (3) 0.77 km², yüksek uygunluk endeksine sahip alan (4) 0.01 km², çok yüksek uygunluk endeksine sahip alan (5) 0.0005 km²'dir. İlçe alanının %5.2'si orta, %0.1'i ise yüksek-çok yüksek derecede uygun MAR alanlarına sahiptir.

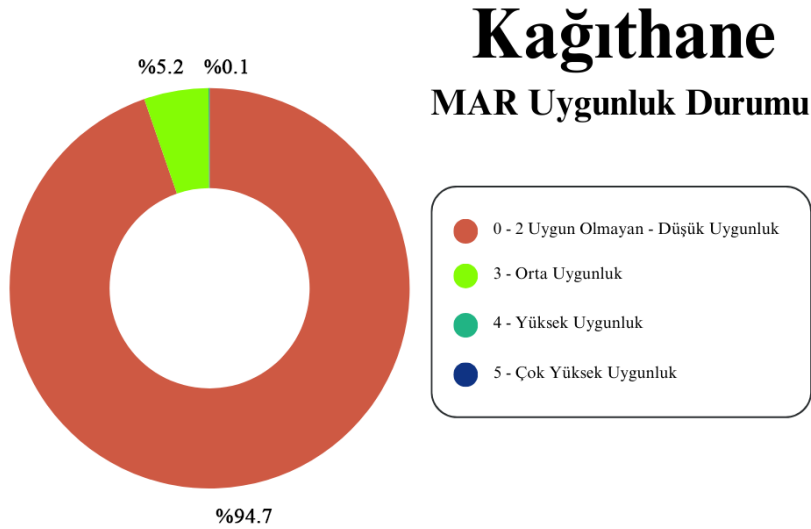
İlçede orta derece uygunluğa sahip MAR alanlarının %98.5'ini (0.76 km²) yerleşim alanı-endüstri alanı, %1.5'ini (0.01 km²) ise doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan) oluşturmaktadır.

Yüksek-çok yüksek uygunluğa sahip MAR alanların ise %23.0'ını (0.002 km²) doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan), %77.0'ını (0.24 km²) ise yerleşim alanı-endüstri alanı oluşturmaktadır.

Kağıthane ilçesinde MAR'a uygun tek hidrojeolojik ortamı sınırlı depolama kapasitesine sahip olan Alibeyköy-Kağıthane Dereleri Alüvyon akitardı oluşturmaktadır. Bu ortamların büyük oranda üzeri yerleşim alanları ile örtülü olması sebebiyle yağıştan beslenimleri sınırlıdır ve kentsel kirlilik tehdidi altındadır. Bu nedenle MAR uygulamalarına uygun nitelikte değildir.



Şekil 65. Kağıthane ilçesi MAR uygunluk haritası



Şekil 66. Kağıthane ilçesi MAR uygunluk durumu

Kartal

Kartal ilçesi, batısında Maltepe, kuzeyinde Sancaktepe, kuzeydoğusunda Sultanbeyli ve doğusunda Pendik ilçeleri bulunmakta ve Anadolu yakasında yer almaktadır. Kartal ilçesi 38.54 km² yüzölçümüne sahiptir.

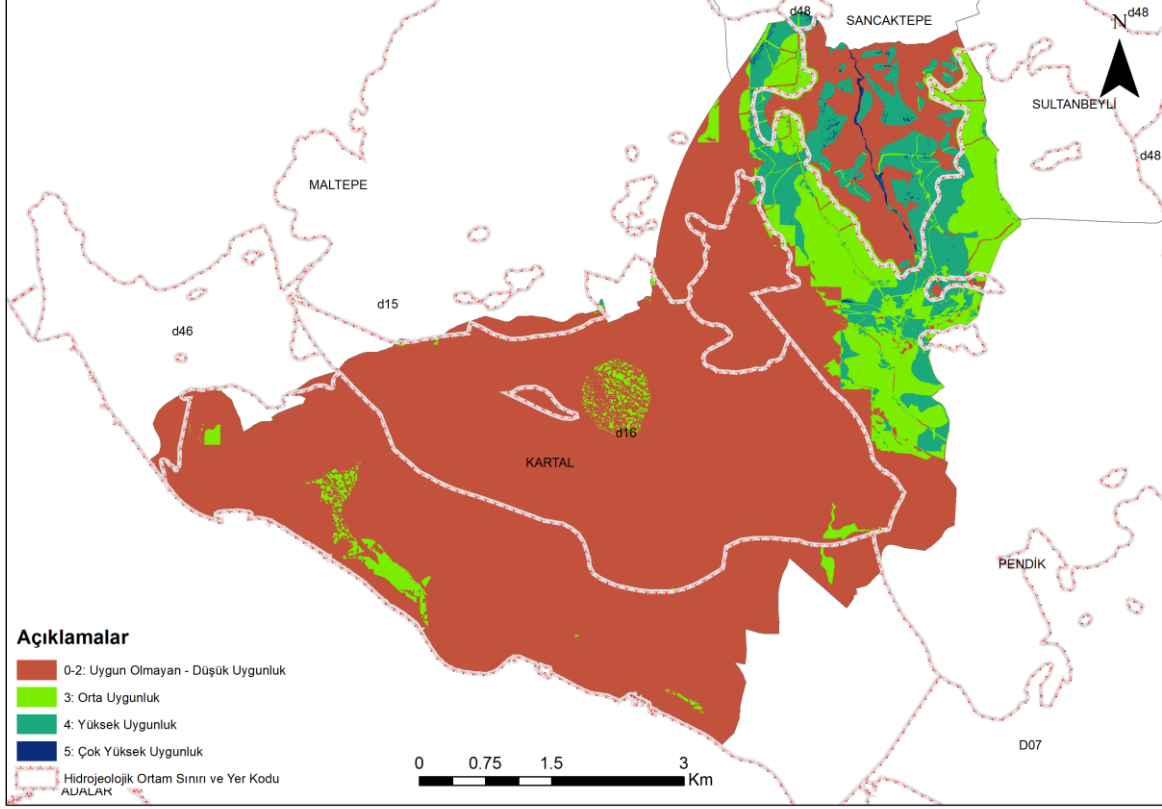
Şekil 67’de Kartal ilçesi MAR uygun alanlar haritası görülmektedir. Kartal ilçesinde orta ve üzeri uygunluk derecesine sahip alanlar ilçe yüzölçümünün %20.4’ünü oluşturmaktadır.

Şekil 68’de Kartal ilçesi MAR uygun alanlarının sınıflarına göre oranları görülmektedir. Kartal ilçesinde uygun olmayan-düşük uygunluk derecesine sahip alan (0-2) 30.69 km², orta derecede uygunluğa sahip alan (3) 4.63 km², yüksek uygunluk endeksine sahip alan (4) 3.12 km², çok yüksek uygunluk endeksine sahip alan (5) 0.09 km²’dir. İlçe alanının %12’si orta, %8.4’ü ise yüksek-çok yüksek derecede uygun MAR alanlarına sahiptir.

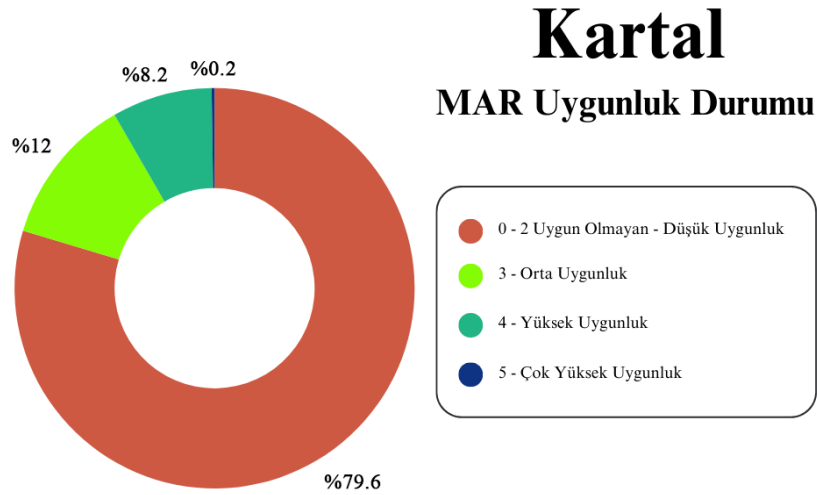
İlçede orta derece uygunluğa sahip MAR alanlarının %25.4’ünü (1.17 km²) yerleşim alanı-endüstri alanı, %1.4’ünü (0.06 km²) tarım alanları, %73.2’sini (3.39 km²) ise doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan) oluşturmaktadır.

Yüksek-çok yüksek uygunluğa sahip MAR alanların ise %97.8’ini (3.14 km²) doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan), %0.9’unu (0.03 km²) ise tarım alanı, %1.3’ünü (0.04 km²) ise yerleşim alanı-endüstri alanı oluşturmaktadır.

Kartal ilçesindeki MAR açısından uygun hidrojeolojik ortamlar sınırlı depolama kapasitesine sahip olan Aydos-Yakacık Kuvarsarenit akitardıdır. MAR’a uygun alanların sadece %3.1’i yerleşim alanları ile örtülüdür. İlçede doğal alan özelliğindeki MAR’a uygun alanlar (6.53 km²) Aydos dağı civarında olup ilçe yüzölçümünün %16.9’unu oluşturmaktadır.



Şekil 67. Kartal ilçesi MAR uygunluk haritası



Şekil 68. Kartal ilçesi MAR uygunluk durumu

Küçükçekmece

Küçükçekmece ilçesi, batısında Avcılar ve Küçükçekmece gölü, kuzeyinde Başakşehir, doğusunda Bahçelievler ve Bağcılar, güneyinde Bakırköy ilçeleri ile Marmara Denizi bulunmakta ve Avrupa yakasında yer almaktadır. Küçükçekmece ilçesi 37.75 km² yüzölçümüne sahiptir.

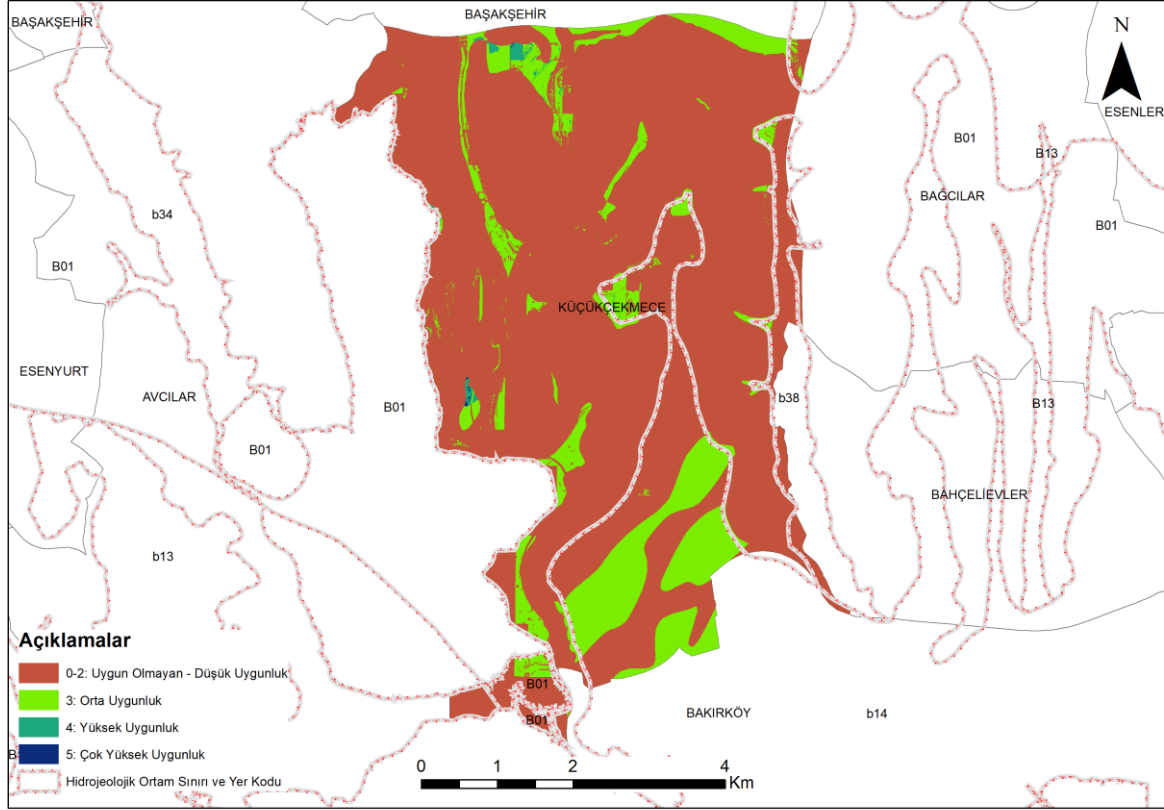
Şekil 69’da Küçükçekmece ilçesi MAR uygun alanlar haritası görülmektedir. Küçükçekmece ilçesinde orta ve üzeri uygunluk derecesine sahip alanlar ilçe yüzölçümünün %14.5’ini oluşturmaktadır.

Şekil 70’te Küçükçekmece ilçesi MAR uygun alanlarının sınıflarına göre oranları görülmektedir. Küçükçekmece ilçesinde uygun olmayan-düşük uygunluk derecesine sahip alan (0-2) 32.26 km², orta derecede uygunluğa sahip alan (3) 5.36 km², yüksek uygunluk endeksine sahip alan (4) 0.11 km², çok yüksek uygunluk endeksine sahip alan (5) 0.006 km²’dir. İlçe alanının %14.2’si orta, %0.3’ü ise yüksek-çok yüksek derecede uygun MAR alanlarına sahiptir.

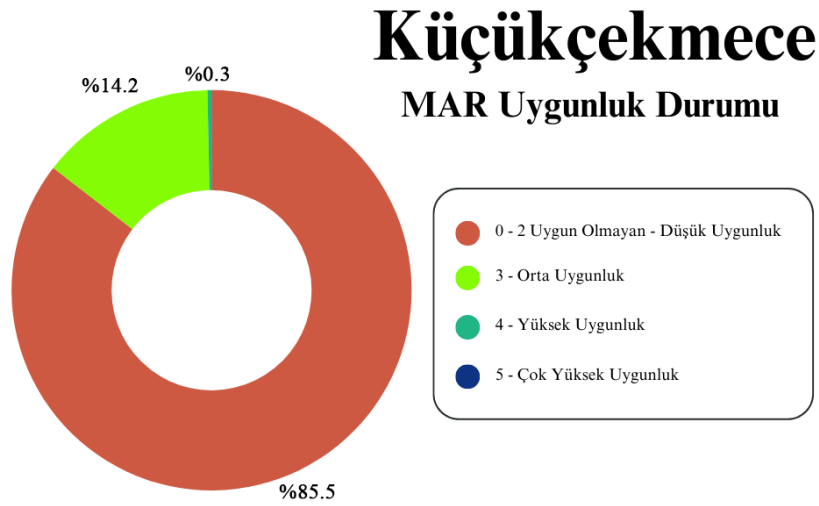
İlçede orta derece uygunluğa sahip MAR alanlarının %90.9’unu (4.87 km²) yerleşim alanı-endüstri alanı, %2.2’sini (0.12 km²) tarım alanları, %6.9’unu (0.36 km²) ise doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan) oluşturmaktadır.

Yüksek-çok yüksek uygunluğa sahip MAR alanların ise %55.5’ini (0.07 km²) doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan), %0.1’ini (0.0001 km²) ise tarım alanı, %44.4’ünü (0.05 km²) ise yerleşim alanı-endüstri alanı oluşturmaktadır.

Küçükçekmece ilçesinde MAR’a uygun hidrojeolojik ortamları sınırlı depolama kapasitesine sahip olan Zeytinburnu Marnlı Kireçtaşı akıtarı oluşturmaktadır. Bu ortamların üzeri yerleşim alanları ile örtülü olması sebebiyle yağıştan beslenimleri sınırlıdır ve kentsel kirlilik tehdidi altındadır. Bu nedenle MAR uygulamalarına uygun nitelikte değildir.



Şekil 69. Küçükçekmece ilçesi MAR uygunluk haritası



Şekil 70. Küçükçekmece ilçesi MAR uygunluk durumu

Maltepe

Maltepe ilçesi, batısında Kadıköy, kuzeyinde Sancaktepe, doğusunda Kartal ilçeleri, güneyinde Marmara Denizi bulunmakta ve Anadolu yakasında yer almaktadır. Maltepe ilçesi 53.06 km² yüzölçümüne sahiptir.

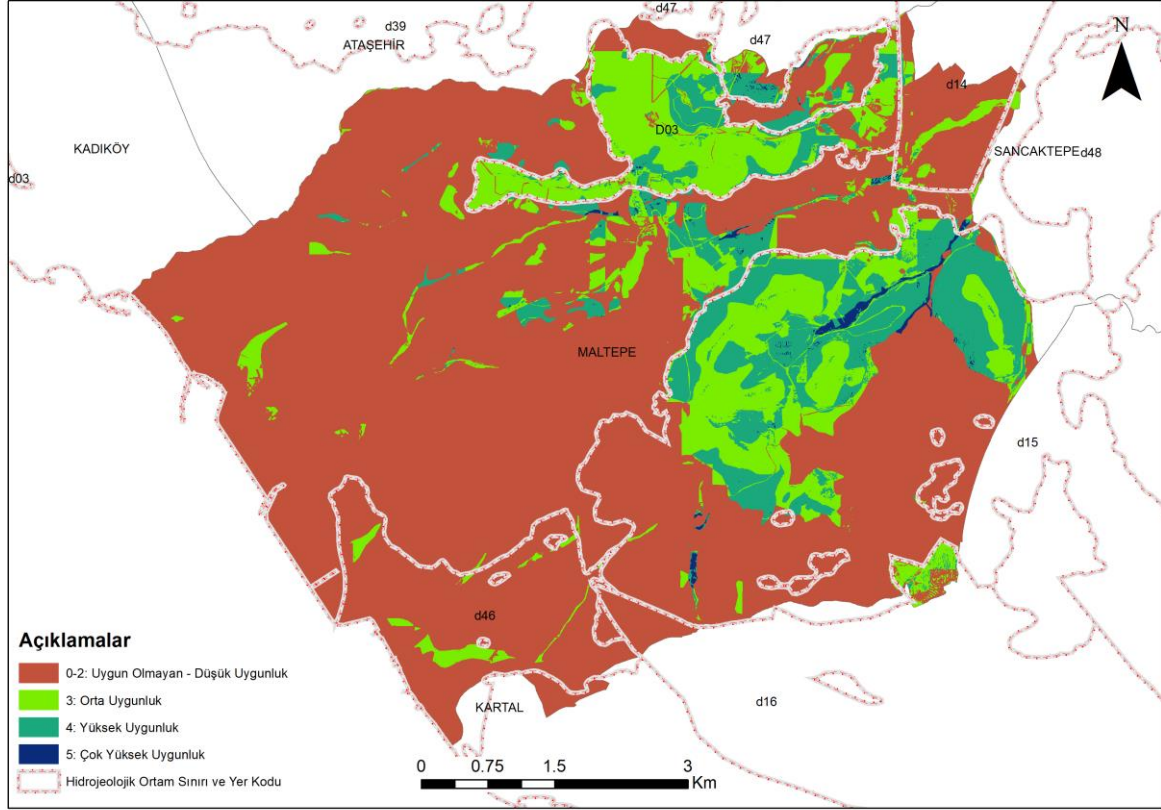
Şekil 71’de Maltepe ilçesi MAR uygun alanlar haritası görülmektedir. Maltepe ilçesinde orta ve üzeri uygunluk derecesine sahip alanlar ilçe yüzölçümünün %27.2’sini oluşturmaktadır.

Şekil 72’de Maltepe ilçesi MAR uygun alanlarının sınıflarına göre oranları görülmektedir. Maltepe ilçesinde uygun olmayan-düşük uygunluk derecesine sahip alan (0-2) 38.62 km², orta derecede uygunluğa sahip alan (3) 8.24 km², yüksek uygunluk endeksine sahip alan (4) 5.95 km², çok yüksek uygunluk endeksine sahip alan (5) 0.23 km²’dir. İlçe alanının %15.5’i orta, %11.7’si ise yüksek-çok yüksek derecede uygun MAR alanlarına sahiptir.

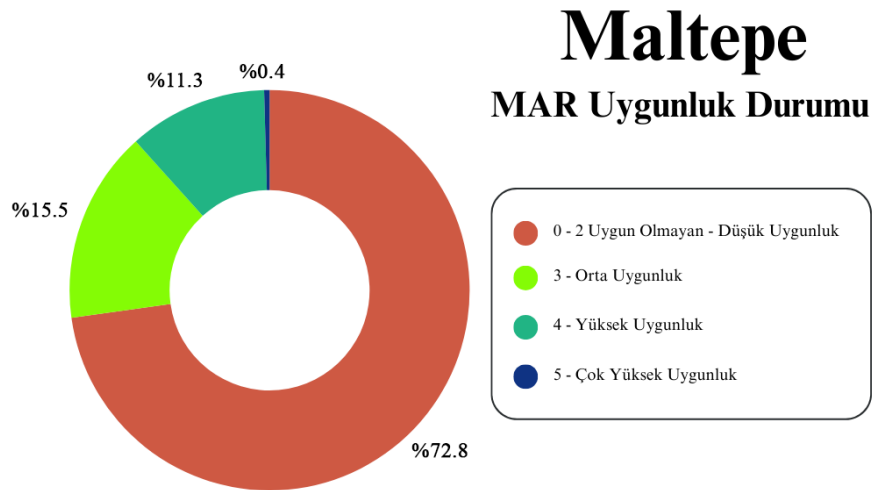
İlçede orta derece uygunluğa sahip MAR alanlarının %23.1’ini (1.89 km²) yerleşim alanı-endüstri alanı, %3.3’ünü (0.27 km²) tarım alanları, %73.6’sını (6.07 km²) ise doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan) oluşturmaktadır.

Yüksek-çok yüksek uygunluğa sahip MAR alanların ise %97.1’ini (6.00 km²) doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan), %0.6’sını (0.03 km²) ise tarım alanı, %2.3’ünü (0.13 km²) ise yerleşim alanı-endüstri alanı oluşturmaktadır.

Maltepe ilçesindeki MAR açısından uygun hidrojeolojik ortamlar Kayışdağı Kuvars Çakıltası akiferi ve sınırlı depolama kapasitesine sahip olan Aydos-Yakacık Kuvarsarenit akitardıdır. MAR’a uygun alanların %14’ü yerleşim alanları ile örtülüdür. Maltepe’nin sırtlarında yayılım gösteren doğal alan özelliğindeki MAR’a uygun alanlar (12.07 km²) ilçe yüzölçümünün %22.7’sini oluşturmaktadır.



Şekil 71. Maltepe ilçesi MAR uygunluk haritası



Şekil 72. Maltepe ilçesi MAR uygunluk durumu

Pendik

Pendik ilçesi, güneydoğusunda Tuzla doğuda Gebze, kuzeyinde Şile ve Çekmeköy, batısında Kartal, Sancaktepe ve Sultanbeyli ilçeleri güneyinde ise Marmara Denizi bulunmakta ve Anadolu yakasında yer almaktadır. Pendik ilçesi 190.00 km² yüzölçümüne sahiptir.

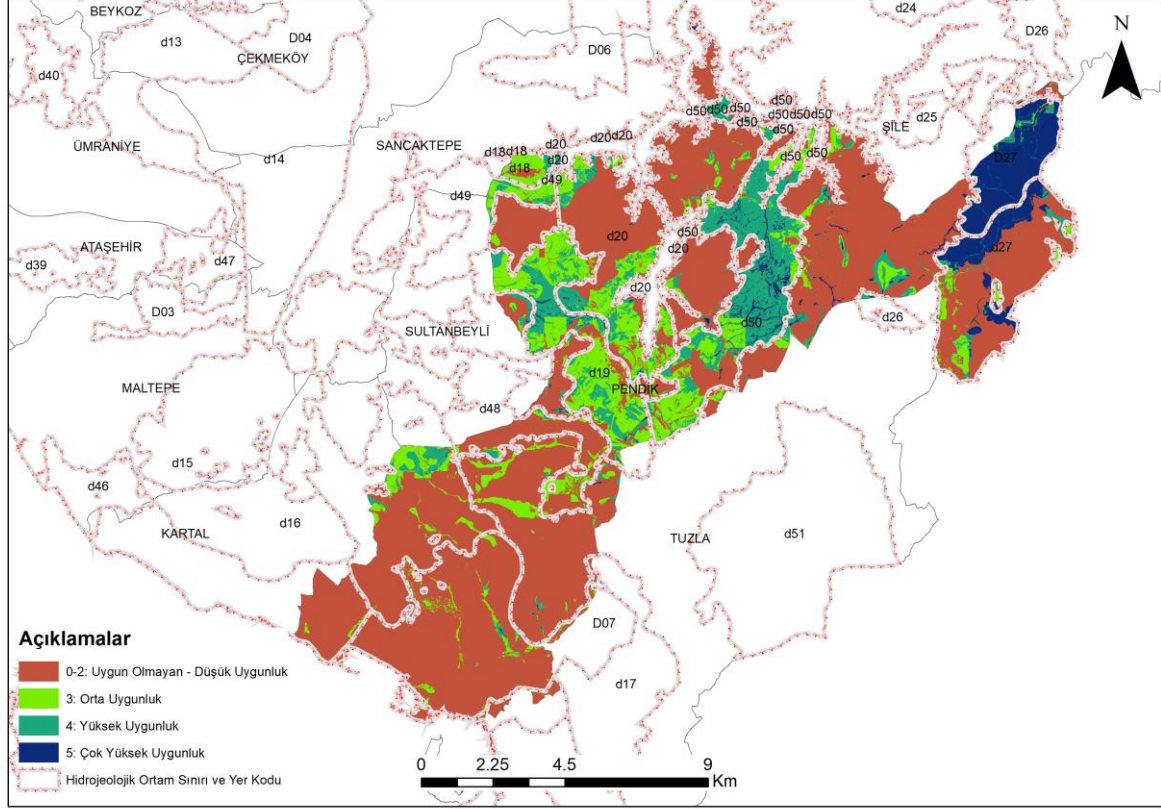
Şekil 73’de Pendik ilçesi MAR uygun alanlar haritası görülmektedir. Pendik ilçesinde orta ve üzeri uygunluk derecesine sahip alanlar ilçe yüzölçümünün %32.8’ini oluşturmaktadır.

Şekil 74’te Pendik ilçesi MAR uygun alanlarının sınıflarına göre oranları görülmektedir. Pendik ilçesinde uygun olmayan-düşük uygunluk derecesine sahip alan (0-2) 127.74 km², orta derecede uygunluğa sahip alan (3) 27.39 km², yüksek uygunluk endeksine sahip alan (4) 23.17 km², çok yüksek uygunluk endeksine sahip alan (5) 11.68 km²’dir. İlçe alanının %14.4’ü orta, %18.4’ü ise yüksek-çok yüksek derecede uygun MAR alanlarına sahiptir.

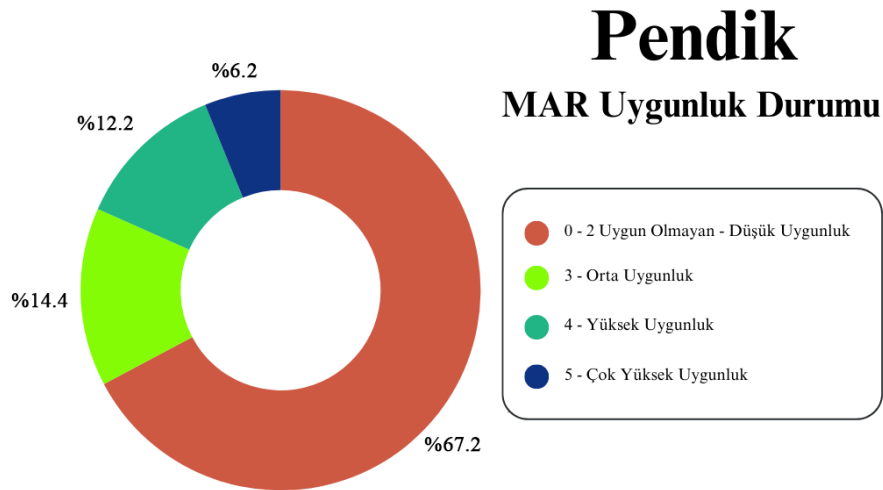
İlçede orta derece uygunluğa sahip MAR alanlarının %24.0’ını (6.57 km²) yerleşim alanı-endüstri alanı, %22.5’ini (6.13 km²) tarım alanları, %53.5’ini (14.60 km²) ise doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan) oluşturmaktadır.

Yüksek-çok yüksek uygunluğa sahip MAR alanların ise %96.3’ünü (33.57 km²) doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan), %1.8’ini (0.57 km²) ise tarım alanı, %1.9’unu (0.59 km²) ise yerleşim alanı-endüstri alanı oluşturmaktadır.

Pendik ilçesindeki MAR açısından uygun hidrojeolojik ortamlar Kuzey Göçbeyli Neojen Akiferi, Aydos-Yakacık ve Fatih-Kurna Kuvarsarenit akitardları, Sultanbeyli ve Balıca Neojen akitardlarıdır. MAR’a uygun alanların %11.5’i yerleşim alanları ile örtülüdür. Pendik ilçesinin kuzey doğusunda yayılım gösteren doğal alan özelliğindeki MAR’a uygun alanlar (48.17 km²) ise ilçe yüzölçümünün %25.3’ünü oluşturmaktadır.



Şekil 73. Pendik ilçesi MAR uygunluk haritası



Şekil 74. Pendik ilçesi MAR uygunluk durumu

Sancaktepe

Sancaktepe ilçesi, güneyinde Kartal, güneybatısında Maltepe, batısında Ataşehir ve Ümraniye, kuzeyinde Çekmeköy, doğusunda Pendik ve Sultanbeyli ilçeleri bulunmakta ve Anadolu yakasında yer almaktadır. Sancaktepe ilçesi 61.87 km² yüzölçümüne sahiptir.

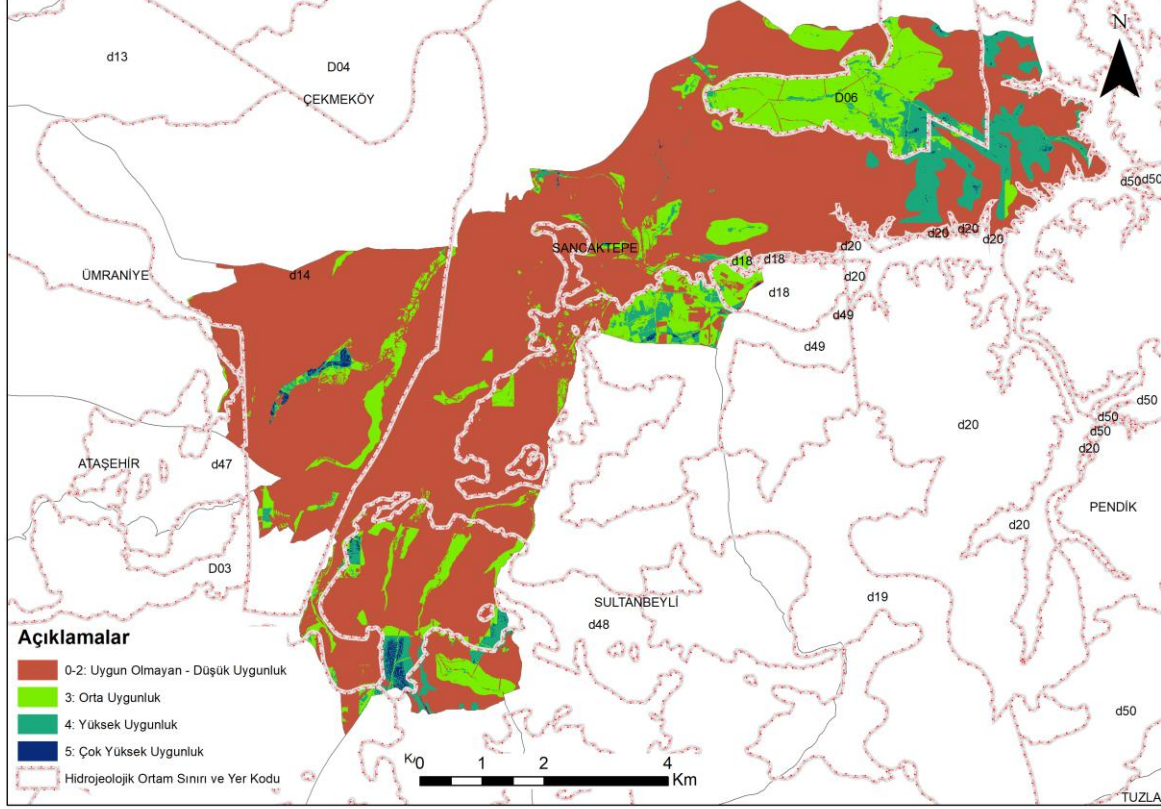
Şekil 75'te Sancaktepe ilçesi MAR uygun alanlar haritası görülmektedir. Sancaktepe ilçesinde orta ve üzeri uygunluk derecesine sahip olan alanlar ilçe yüzölçümünün %22.7'sini oluşturmaktadır

Şekil 76'da Sancaktepe ilçesi MAR uygun alanlarının sınıflarına göre oranları görülmektedir. Sancaktepe ilçesinde uygun olmayan-düşük uygunluk derecesine sahip alan (0-2) 47.81 km², orta derecede uygunluğa sahip alan (3) 9.24 km², yüksek uygunluk endeksine sahip alan (4) 4.48 km², çok yüksek uygunluk endeksine sahip alan (5) 0.32 km²'dir. İlçe alanının %14.9'u orta, %7.8'i ise yüksek-çok yüksek derecede uygun MAR alanlarına sahiptir.

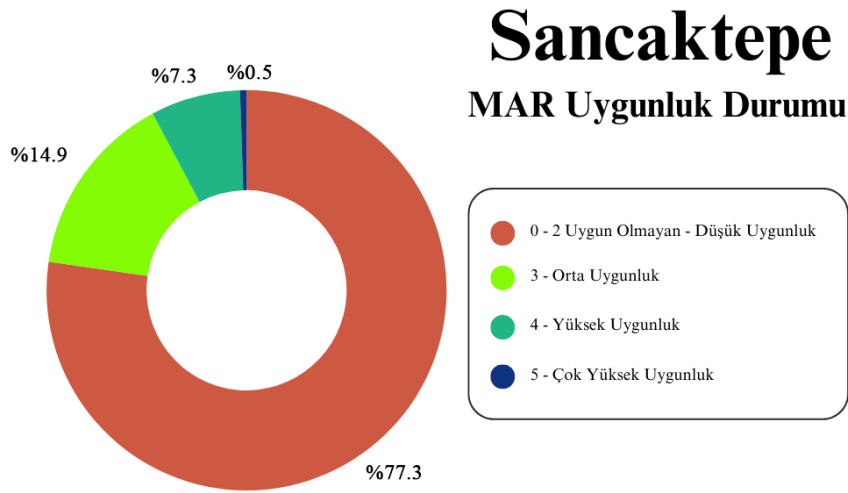
İlçede orta derece uygunluğa sahip MAR alanlarının %27.2'sini (2.51 km²) yerleşim alanı-endüstri alanı, %5.3'ünü (0.48 km²) tarım alanları, %67.5'ini (6.23 km²) ise doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan) oluşturmaktadır.

Yüksek-çok yüksek uygunluğa sahip MAR alanların ise %96.9'unu (4.66 km²) doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan), %0.7'sini (0.03 km²) ise tarım alanı, %2.4'ünü (0.11 km²) ise yerleşim alanı-endüstri alanı oluşturmaktadır.

Sancaktepe ilçesindeki MAR açısından uygun hidrojeolojik ortamlar Ömerli Kuvarsit akiferi, Sancaktepe Neritik Karbonatlar akitardı ve Sultanbeyli ve Güney Paşaköy Neojen akitardlarıdır. İlçede MAR'a uygun alanların %18.7'si yerleşim alanları ile örtülüdür. Doğal alan özelliğindeki MAR'a uygun alanlar (10.89 km²) ise ilçe yüzölçümünün %17.6'sını oluşturmaktadır.



Şekil 75. Sancaktepe ilçesi MAR uygunluk haritası



Şekil 76. Sancaktepe ilçesi MAR uygunluk durumu

Sarıyer

Sarıyer ilçesi, güneyinde Beşiktaş, güneybatısında Şişli ve batısında Eyüpsultan ilçeleri ile doğusunda İstanbul Boğazı, kuzeyinde Karadeniz bulunmakta ve Avrupa yakasında yer almaktadır. Sarıyer ilçesi 177 km² yüzölçümüne sahiptir.

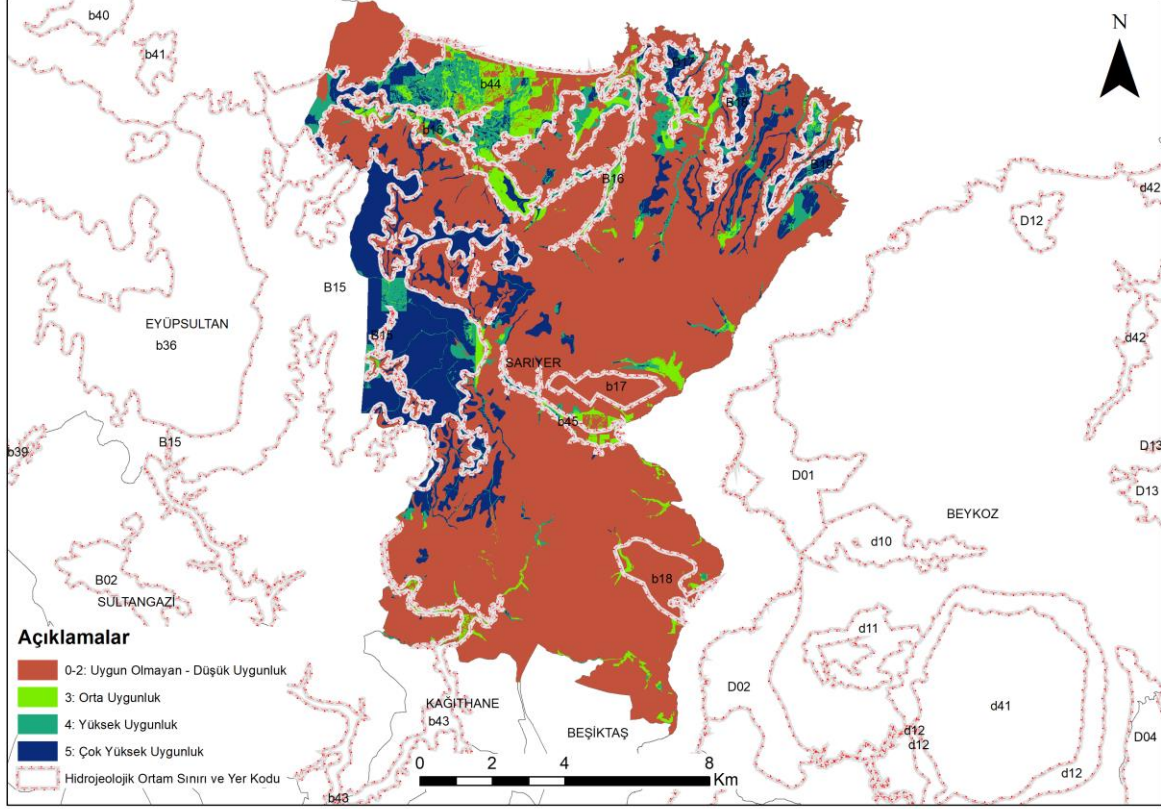
Şekil 77’de Sarıyer ilçesi MAR uygun alanlar haritası görülmektedir. Sarıyer ilçesinde orta ve üzeri uygunluk derecesine sahip alanlar ilçe yüzölçümünün %31.2’sini oluşturmaktadır.

Şekil 78’de Sarıyer ilçesi MAR uygun alanlarının sınıflarına göre oranları görülmektedir. Sarıyer ilçesinde uygun olmayan-düşük uygunluk derecesine sahip alan (0-2) 121.82 km², orta derecede uygunluğa sahip alan (3) 10.32 km², yüksek uygunluk endeksine sahip alan (4) 13.26 km², çok yüksek uygunluk endeksine sahip alan (5) 31.58 km²’dir. İlçe alanının %5.8’i orta, %25.4’ü ise yüksek-çok yüksek derecede uygun MAR alanlarına sahiptir.

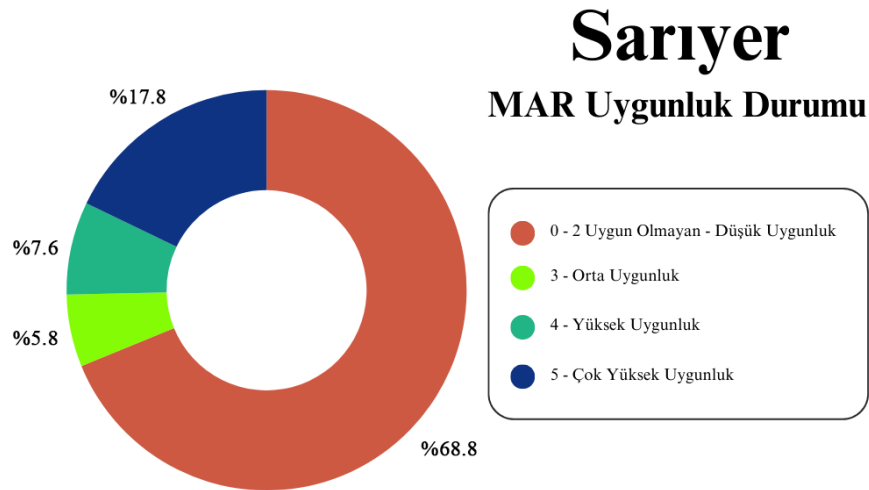
İlçede orta derece uygunluğa sahip MAR alanlarının %60.9’unu (6.29 km²) yerleşim alanı-endüstri alanı, %4.6’sını (0.46 km²) tarım alanları, %34.5’ini (3.55 km²) ise doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan) oluşturmaktadır.

Yüksek-çok yüksek uygunluğa sahip MAR alanların ise %89.4’ünü (40.07 km²) doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan), %1.2’sini (0.52 km²) ise tarım alanı, %9.4’ünü (4.19 km²) ise yerleşim alanı-endüstri alanı oluşturmaktadır.

Sarıyer ilçesindeki MAR açısından uygun hidrojeolojik ortamlar Bendler, Demirciköy, Doğu Demirciköy ve Çamaşır Dere Neojen akiferleri, Zekeriya köy-Uskumruköy Dereleri Alüvyon akiferi ile sınırlı depolama kapasitelerine sahip olan Zekeriya kumtaşı akitardı ve Alibeyköy-Kağıthane ve Çayırbaşı Dereleri Alüvyon akitardlarıdır. İlçede MAR’a uygun alanların %19’u yerleşim alanları ile örtülüdür. Doğal alan özelliğindeki MAR’a uygun alanlar (43.62 km²) ise ilçe yüzölçümünün %24.6’sını oluşturmaktadır.



Şekil 77. Sarıyer ilçesi MAR uygunluk haritası



Şekil 78. Sarıyer ilçesi MAR uygunluk durumu

Silivri

Silivri ilçesi, doğusunda Büyükçekmece, kuzeyinde ise Çatalca ilçeleri güneyinde Marmara Denizi bulunmakta ve Avrupa yakasında yer almaktadır. Silivri ilçesi 862.54 km² yüzölçümüne sahiptir.

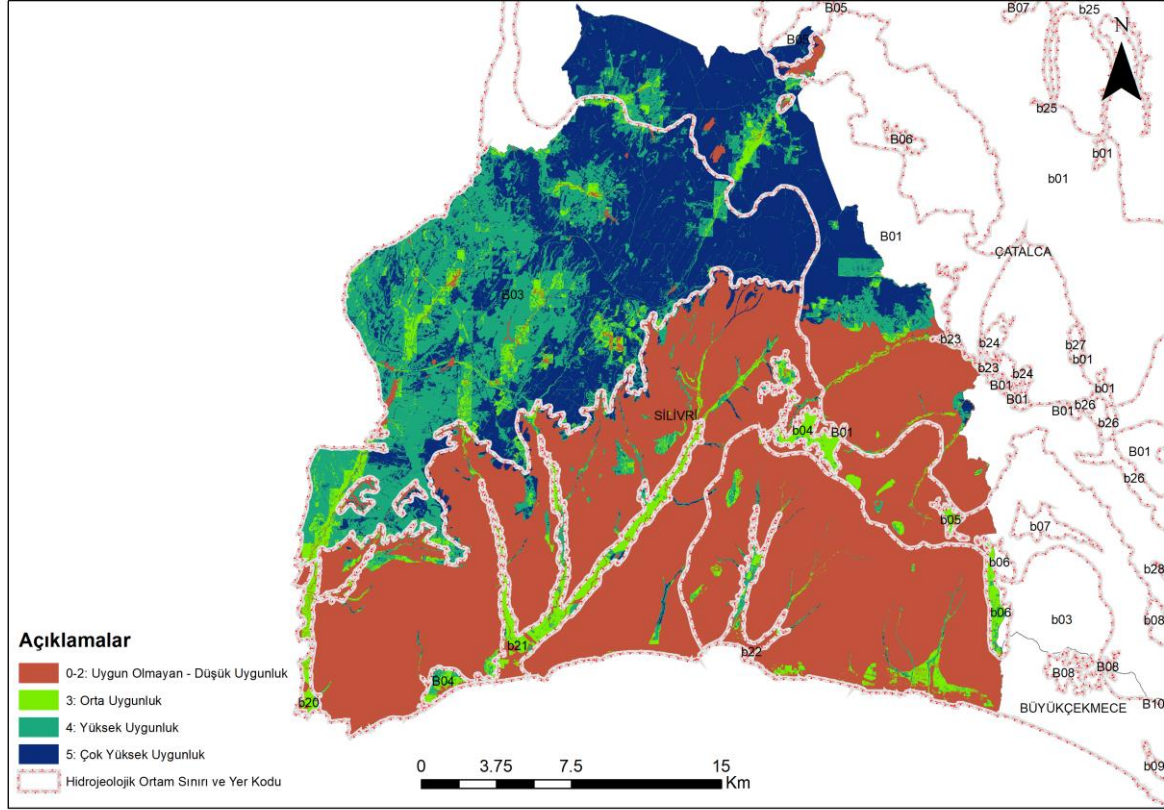
Şekil 79’da Silivri ilçesi MAR uygun alanlar haritası görülmektedir. Silivri ilçesinde orta ve üzeri uygunluk derecesine sahip alanlar ilçe yüzölçümünün % 49.8’ini oluşturmaktadır.

Şekil 80’de Silivri ilçesi MAR uygun alanlarının sınıflarına göre oranları görülmektedir. Silivri ilçesinde uygun olmayan-düşük uygunluk derecesine sahip alan (0-2) 433.13 km², orta derecede uygunluğa sahip alan (3) 64.92 km², yüksek uygunluk endeksine sahip alan (4) 162.83 km², çok yüksek uygunluk endeksine sahip alan (5) 201.65 km²’dir. İlçe alanının %7.5’i orta, %42.3’ü ise yüksek-çok yüksek derecede uygun MAR alanlarına sahiptir.

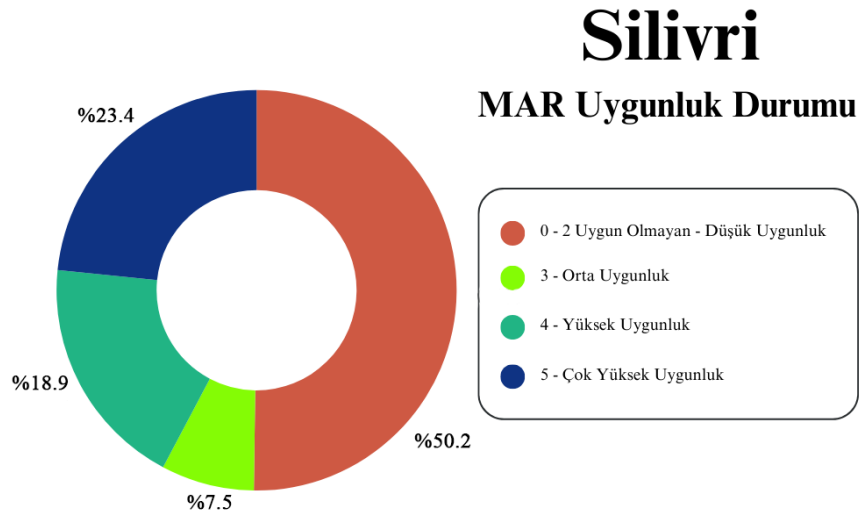
İlçede orta derece uygunluğa sahip MAR alanlarının %22.1’ini (14.29 km²) yerleşim alanı-endüstri alanı, %70.3’ünü (45.60 km²) tarım alanları, %7.6’sını (4.85 km²) ise doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan) oluşturmaktadır.

Yüksek-çok yüksek uygunluğa sahip MAR alanların ise %72.5’ini (264.18 km²) doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan), %23.3’ünü (84.62 km²) ise tarım alanı, %4.2’sini (15.09 km²) ise yerleşim alanı-endüstri alanı oluşturmaktadır.

Silivri ilçesindeki MAR açısından uygun hidrojeolojik ortamlar İstanbul Eosen Resifal Kireçtaşı akiferi, Batı İstanbul ve Terkos Neojen akiferleri, Gümüşyaka Alüvyon akiferi ile sınırlı depolama kapasitesine sahip olan Silivri-Kumburgaz Marnlı Kumtaşı akitardı, Kurfalı ve Selimpaşa/Kadıköy Çakıltaşlı Kumtaşı akitardları, Büyükçavuşlu, Çanta-Kula ve Fener-Kayalı Dereleri Alüvyon akitardlarıdır. İlçede MAR’a uygun alanların %6.8’i yerleşim alanları ile örtülüdür. Doğal alan özelliğindeki MAR’a uygun alanlar (43.62 km²) ise ilçe yüzölçümünün %31.2’sini oluşturmaktadır.



Şekil 79. Silivri ilçesi MAR uygunluk haritası



Şekil 80. Silivri ilçesi MAR uygunluk durumu

Sultanbeyli

Sultanbeyli ilçesi, güneybatısında Kartal, doğusunda Pendik, kuzeybatısında Sancaktepe ilçeleri bulunmakta ve Anadolu yakasında yer almaktadır. Sultanbeyli ilçesi 28.86 km² yüzölçümüne sahiptir.

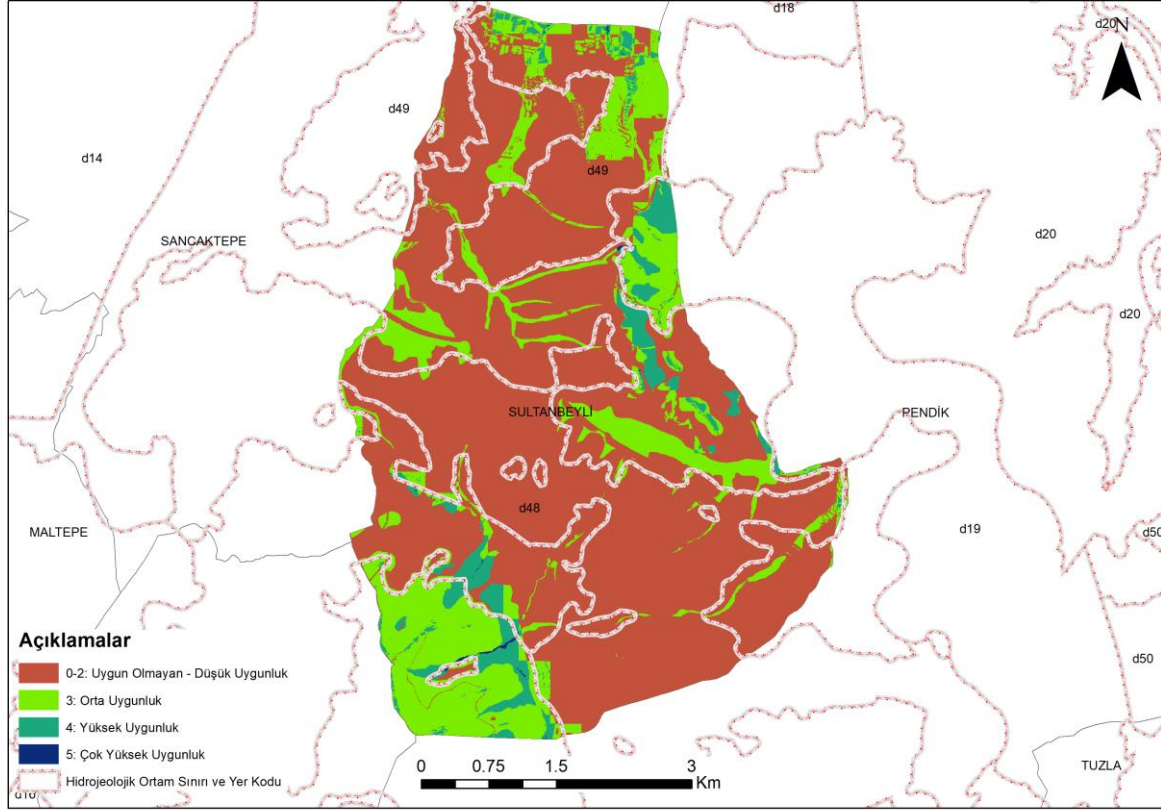
Şekil 81’de Sultanbeyli ilçesi MAR uygun alanlar haritası görülmektedir. Sultanbeyli ilçesinde orta ve üzeri uygunluk derecesine sahip alanlar ilçe yüzölçümünün %27.1’ini oluşturmaktadır.

Şekil 82’de Sultanbeyli ilçesi MAR uygun alanlarının sınıflarına göre oranları görülmektedir. Sultanbeyli ilçesinde uygun olmayan-düşük uygunluk derecesine sahip alan (0-2) 21.04 km², orta derecede uygunluğa sahip alan (3) 6.29 km², yüksek uygunluk endeksine sahip alan (4) 1.49 km², çok yüksek uygunluk endeksine sahip alan (5) 0.03 km²’dir. İlçe alanının %21.8’i orta, %5.3’ü ise yüksek-çok yüksek derecede uygun MAR alanlarına sahiptir.

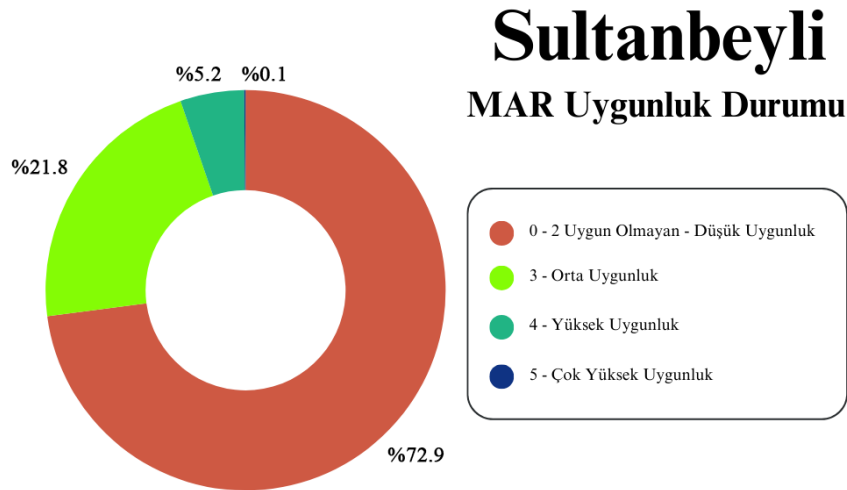
İlçede orta derece uygunluğa sahip MAR alanlarının %50.9’unu (3.20 km²) yerleşim alanı-endüstri alanı, %0.3’ünü (0.01 km²) tarım alanları, %48.8’ini (3.07 km²) ise doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan) oluşturmaktadır.

Yüksek-çok yüksek uygunluğa sahip MAR alanların ise %93.6’sını (1.42 km²) doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan), %0.1’ini (0.001 km²) ise tarım alanı, %6.3’ünü (0.09 km²) ise yerleşim alanı-endüstri alanı oluşturmaktadır.

Sultanbeyli ilçesindeki MAR açısından uygun hidrojeolojik ortamlar Güney Paşaköy Neojen akitardı ve Aydos-Yakacık ve Fatih-Kurna Kuvarsarenit akitardlarıdır. İlçede MAR’a uygun alanların %42’si yerleşim alanları ile örtülüdür. Kentsel yerleşim içinde kalan MAR alanları çoğunlukla dere alüvyonlarından oluşmakta olup, geçirimsiz alanlarla örtülü olmaları nedeniyle yağıştan beslenimleri sınırlıdır. Depolama kapasiteleri küçük olan bu alanlar ayrıca kentsel kirlilik tehditi altındadır; dolayısıyla MAR için uygun nitelikte değildir. Doğal alan özelliğindeki MAR’a uygun alanlar (4.49 km²) ise ilçe yüzölçümünün %15.5’ini oluşturmaktadır. Bu alanları Sultanbeyli’nin güneyindeki Aydos dağı etekleri ve doğusundaki ormanlık ile kaplı tepelikler oluşturmaktadır.



Şekil 81. Sultanbeyli ilçesi MAR uygunluk haritası



Şekil 82. Sultanbeyli ilçesi MAR uygunluk durumu

Sultangazi

Sultangazi ilçesi, doğusunda Eyüpsultan, batısında Esenler, güneyinde Gaziosmanpaşa ve kuzeybatısında Başakşehir ilçeleri bulunmakta ve Avrupa yakasında yer almaktadır. Sultangazi ilçesi 36.26 km² yüzölçümüne sahiptir.

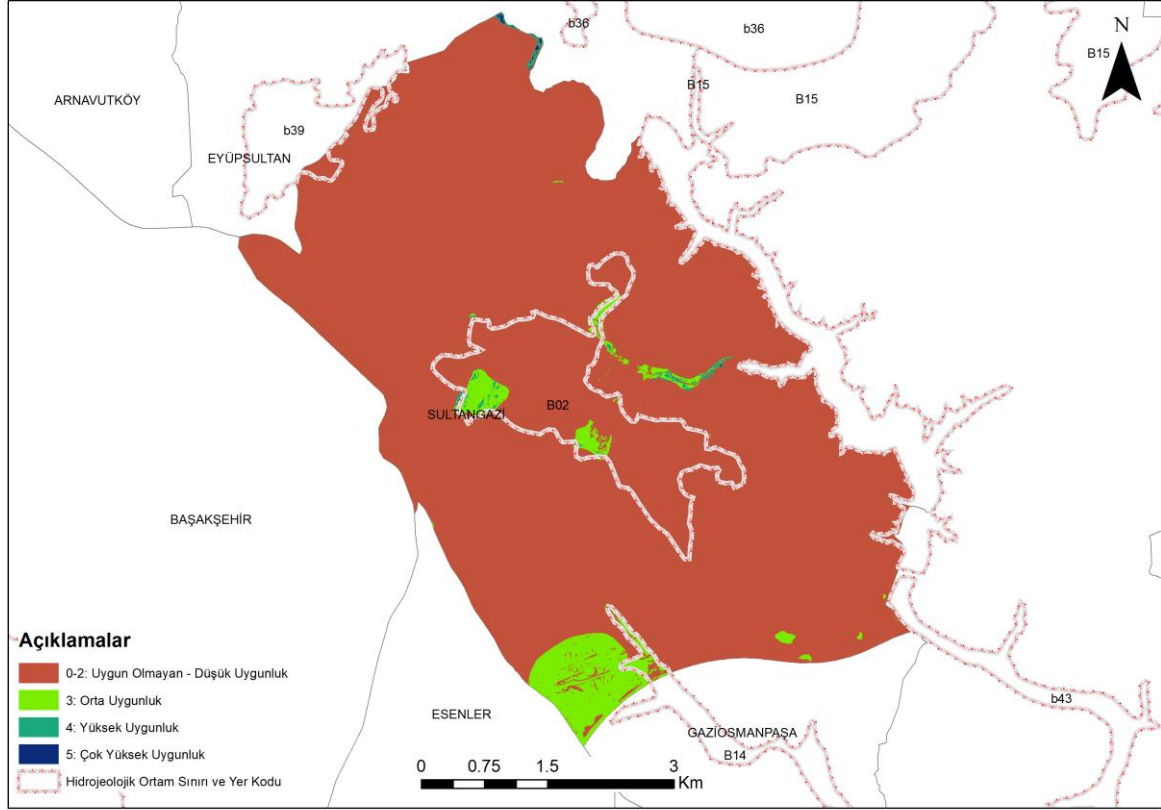
Şekil 83'te Sultangazi ilçesi MAR uygun alanlar haritası görülmektedir. Sultangazi ilçesinde orta ve üzeri uygunluk derecesine sahip alanlar ilçe yüzölçümünün %4.7'sini kapsamaktadır.

Şekil 84'te Sultangazi ilçesi MAR uygun alanlarının sınıflarına göre oranları görülmektedir. Sultangazi ilçesinde uygun olmayan-düşük uygunluk derecesine sahip alan (0-2) 34.54 km², orta derecede uygunluğa sahip alan (3) 1.58 km², yüksek uygunluk endeksine sahip alan (4) 0.12 km², çok yüksek uygunluk endeksine sahip alan (5) 0.01 km²'dir. İlçe alanının %4.4'ü orta, %0.3'ü ise yüksek-çok yüksek derecede uygun MAR alanlarına sahiptir.

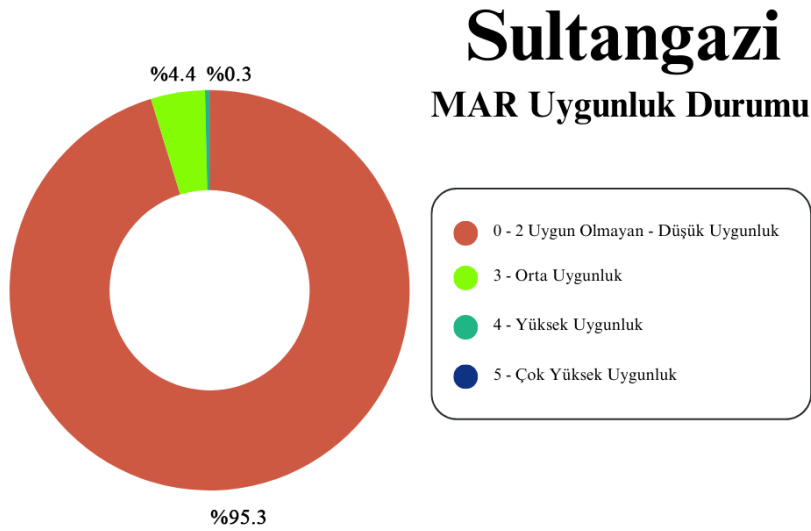
İlçede orta derece uygunluğa sahip MAR alanlarının %85.8'ini (1.36 km²) yerleşim alanı-endüstri alanı, %1.1'ini (0.01 km²) tarım alanları, %13.1'ini (0.21 km²) ise doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan) oluşturmaktadır.

Yüksek-çok yüksek uygunluğa sahip MAR alanların ise %82.0'sini (0.11 km²) doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan), %13.3'ünü (0.01 km²) ise tarım alanı, %4.7'sini (0.006 km²) ise yerleşim alanı-endüstri alanı oluşturmaktadır.

Sultangazi ilçesinde MAR'a uygun hidrojeolojik ortam bulunmamaktadır. İlçedeki potansiyel dere alüvyon alanların üzerinin yerleşim alanları ile kaplı olması sebebiyle yağıştan beslenimleri sınırlıdır ve kentsel kirlilik tehdidi altındadır. Bu nedenle MAR uygulamalarına uygun nitelikte değildir.



Şekil 83. Sultangazi ilçesi MAR uygunluk haritası



Şekil 84. Sultangazi ilçesi MAR uygunluk durumu

Şile

Şile ilçesi, güneyinde Pendik, batısında Beykoz ilçeleri kuzeyinde Karadeniz bulunmakta ve Avrupa yakasında yer almaktadır. Şile ilçesi 779.11 km² yüzölçümüne sahiptir.

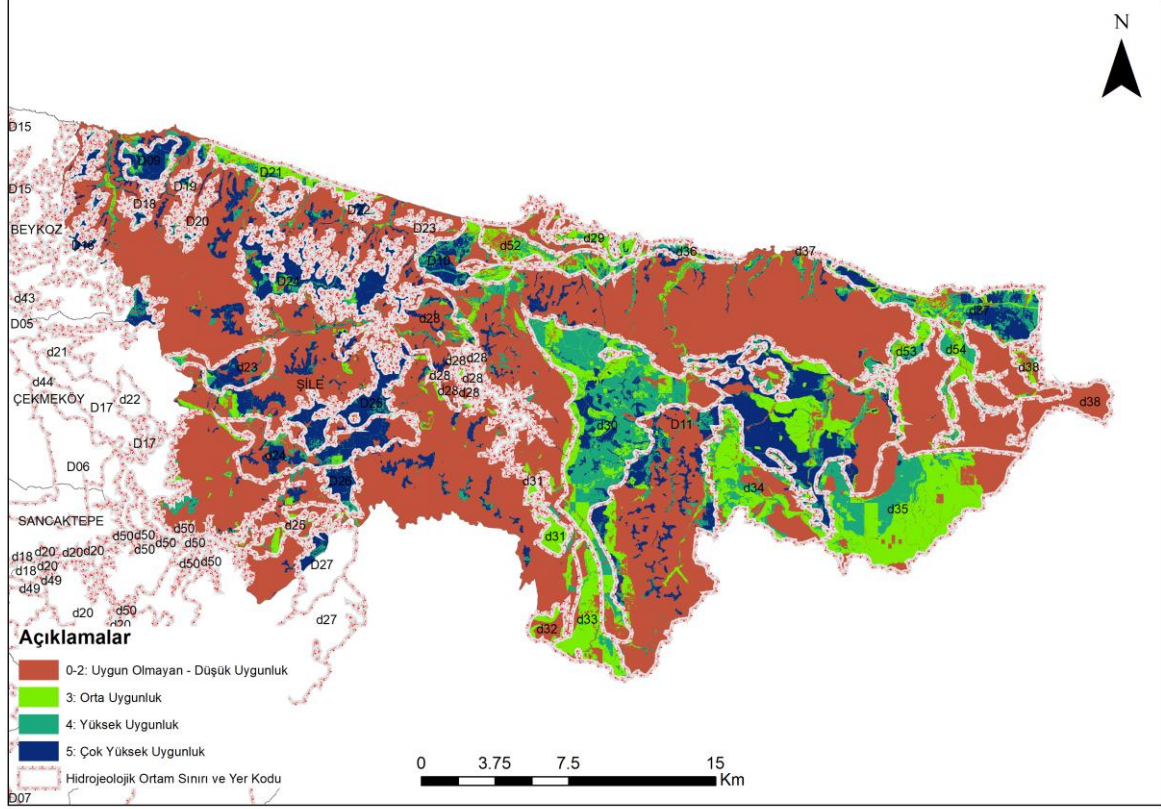
Şekil 85'te Şile ilçesi MAR uygun alanlar haritası görülmektedir. Şile ilçesinde orta ve üzeri uygunluk derecesine sahip alanlar ilçenin yüz ölçümünün %43.4'ünü oluşturmaktadır.

Şekil 86'da Şile ilçesi MAR uygun alanlarının sınıflarına göre oranları görülmektedir. Şile ilçesinde uygun olmayan-düşük uygunluk derecesine sahip alan (0-2) 440.66 km², orta derecede uygunluğa sahip alan (3) 110.61 km², yüksek uygunluk endeksine sahip alan (4) 95.04 km², çok yüksek uygunluk endeksine sahip alan (5) 132.79 km²'dir. İlçe alanının %14.2'si orta, %29.2'si ise yüksek-çok yüksek derecede uygun MAR alanlarına sahiptir.

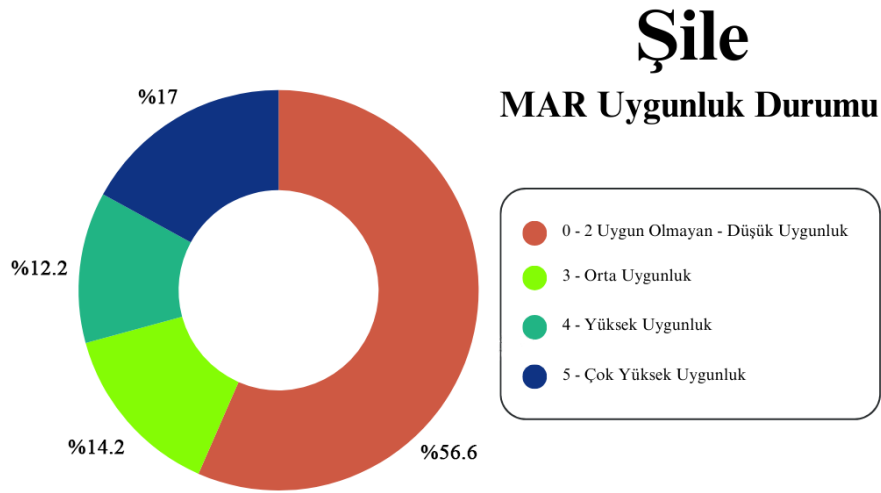
İlçede orta derece uygunluğa sahip MAR alanlarının %10.0'ını (10.88 km²) yerleşim alanı-endüstri alanı, %8.0'ını (8.82 km²) tarım alanları, %82.0'ını (90.64 km²) ise doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan) oluşturmaktadır.

Yüksek-çok yüksek uygunluğa sahip MAR alanların ise %92.4'ünü (209.83 km²) doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan), %3.7'sini (8.43 km²) ise tarım alanı, %3.9'unu (8.78 km²) ise yerleşim alanı-endüstri alanı oluşturmaktadır.

Şile ilçesindeki MAR açısından uygun hidrojeolojik ortamlar Kurna ve Kızılca- Şile Biyoklastik Kireçtaşı akiferleri, İstanbul Triyas Dolomitik Kireçtaşı akiferi, Kılıçlı-Avcıkoru, Güney Kurna, Doğu İskele Dere, Batı Doğancalı Dere, Sofular, Kuzey Kızılca, Alacalı-Yeşil Vadi Neojen akiferleri ve Alacalı-Karadeniz Kıyısı Alüvyon akiferi ile sınırlı depolama kapasitesine sahip Kömürlük-Ulupelit ve Yeşil Vadi-Korucu, Grovak akitardları, Şile Kireçli Kumtaşı-Çakıtaşı akitardı, Ovacık-Tekeköy Kırıntılı Denizel Karbonatlar akitardı, Doğu Darlık Kumtaşı-Çakıtaşı akitardı, Yaka, Batı Hacı ve Doğu Hacı Volkanitli Çakıtaşı-Kumtaşı akitardları, Kabakoz, Ağva ve Çelebi Marnlı Kırıntılı Kireçtaşı akitardları ve Göksu ve Yeşilçay Dereleri Alüvyon akitardlarından oluşmaktadır. İlçede MAR'a uygun alanların %5.8'i yerleşim alanları ile örtülüdür. Doğal alan özelliğindeki MAR'a uygun alanlar (300.47 km²) ise ilçe yüzölçümünün %38.5'ini oluşturmaktadır. Şile İstanbul'un MAR potansiyel alanı yüksek ilçelerinden biridir. İlçede MAR'a uygun alanlar baskın olarak ormanlıktır.



Şekil 85. Şile ilçesi MAR uygunluk haritası



Şekil 86. Şile ilçesi MAR uygunluk durumu

Şişli

Şişli ilçesi, doğusunda Beşiktaş, kuzeyinde ise Kağıthane, güneyinde Beyoğlu kuzey ve batısında Beşiktaş ilçeleri bulunmakta ve Avrupa yakasında yer almaktadır. Şişli ilçesi 10,7 km² yüzölçümüne sahiptir.

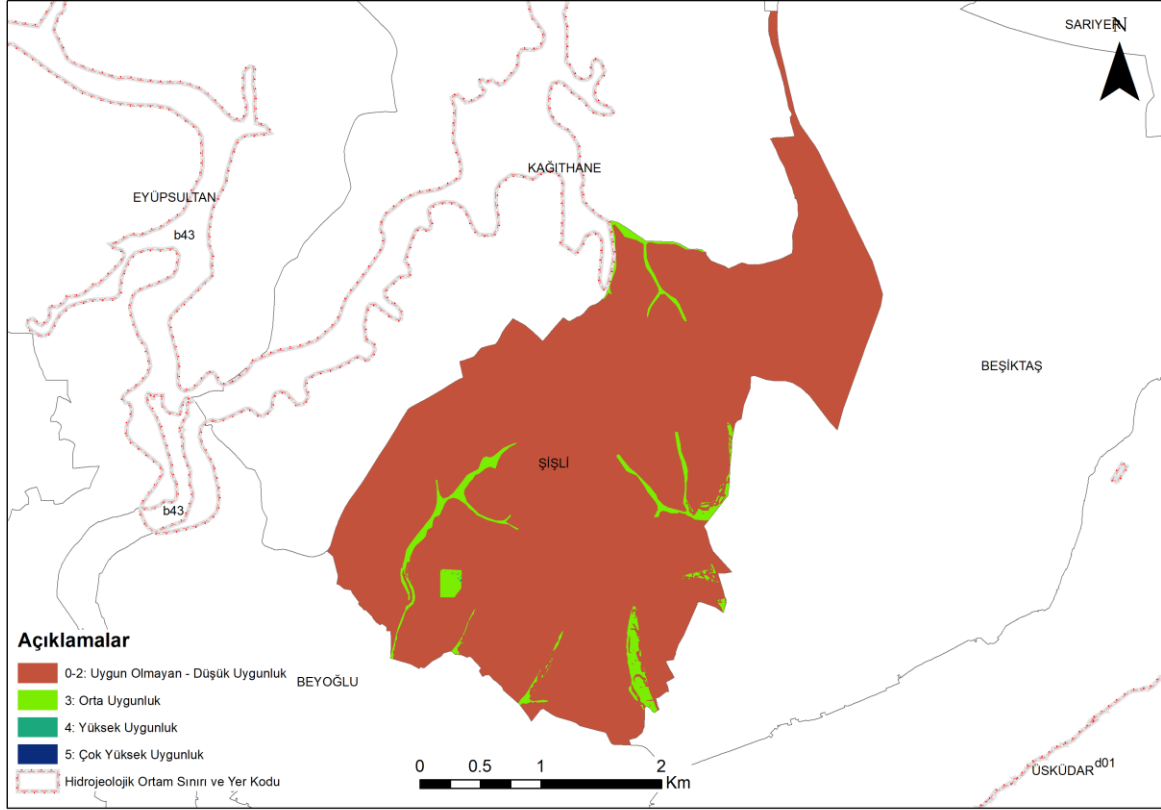
Şekil 87’de Şişli ilçesi MAR uygun alanlar haritası görülmektedir. Şişli ilçesinde orta ve üzeri uygunluk derecesine sahip alanlar ilçe yüzölçümünün %3.7’sini kapsamaktadır.

Şekil 88’de Şişli ilçesi MAR uygun alanlarının sınıflarına göre oranları görülmektedir. Şişli ilçesinde uygun olmayan-düşük uygunluk derecesine sahip alan (0-2) 10.30 km², orta derecede uygunluğa sahip alan (3) 0.39 km², yüksek uygunluk endeksine sahip alan (4) 0.001 km²’dir. İlçe alanının %3.6’sı orta, %0.1’i ise yüksek derecede uygun MAR alanlarına sahiptir.

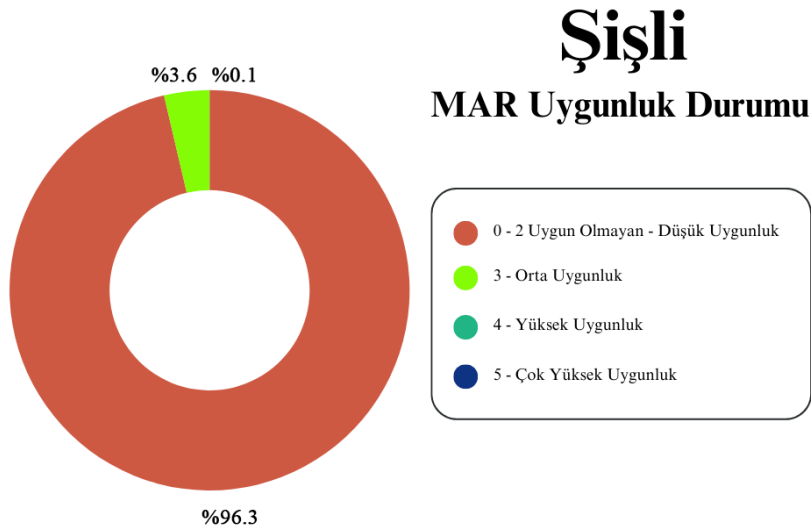
İlçede orta derece uygunluğa sahip MAR alanlarının %100.0’ını (0.39 km²) yerleşim alanı-endüstri alanı oluşturmaktadır.

Yüksek uygunluğa sahip MAR alanların ise %100.0’ını (0.001 km²) ise yerleşim alanı-endüstri alanı oluşturmaktadır.

Şişli ilçesinde MAR’a uygun hidrojeolojik ortam bulunmamaktadır. İlçedeki potansiyel alanları sınırlı su depolama kapasitesine sahip alüvyonlar oluşturup, üzerinin yerleşim alanları ile kaplı olması sebebiyle yağıştan beslenimleri sınırlıdır ve kentsel kirlilik tehdidi altındadır. Bu nedenle MAR uygulamalarına uygun nitelikte değildir.



Şekil 87. Şişli ilçesi MAR uygunluk haritası



Şekil 88. Şişli ilçesi MAR uygunluk durumu

Tuzla

Tuzla ilçesi, kuzeyinde ve batısında Pendik ilçesi güneyinde Marmara denizi bulunmakta ve Anadolu yakasında yer almaktadır. Tuzla ilçesi 123.89 km² yüzölçümüne sahiptir.

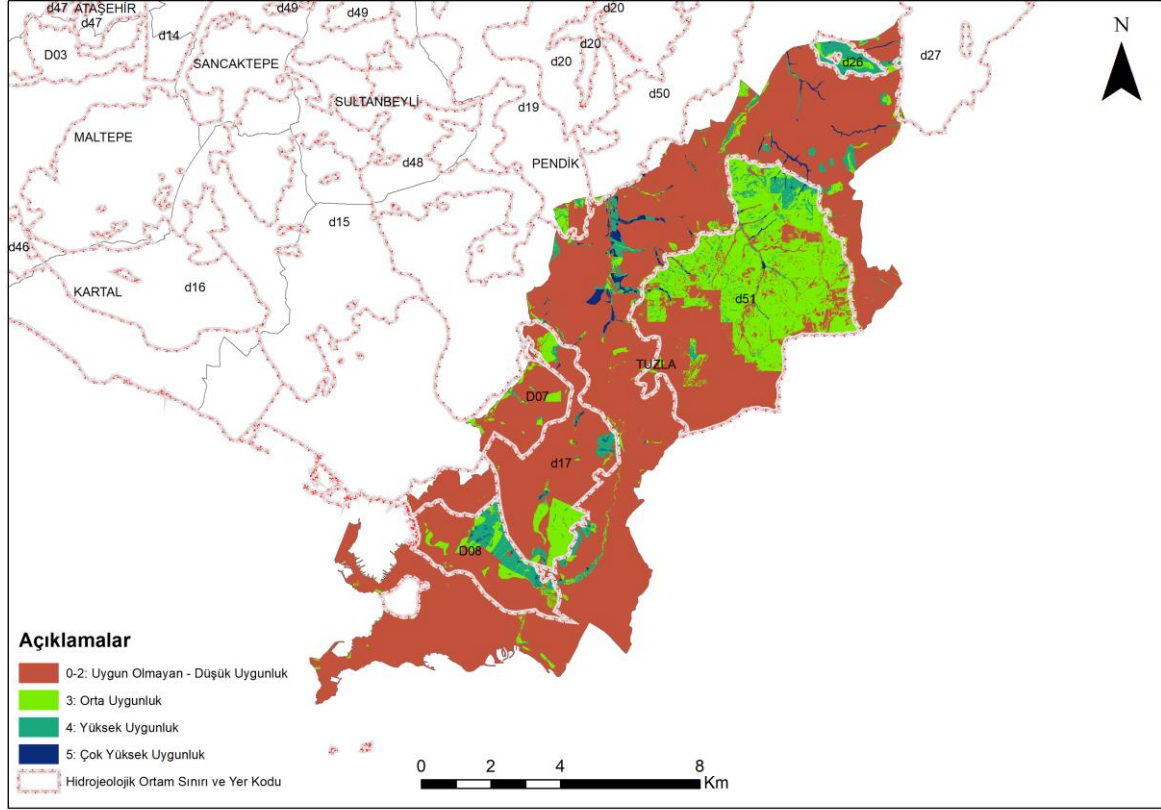
Şekil 89’da Tuzla ilçesi MAR uygun alanlar haritası görülmektedir. Tuzla ilçesinde orta ve üzeri uygunluk derecesine sahip alanlar ilçe yüzölçümünün %25’ini kapsamaktadır.

Şekil 90’da Tuzla ilçesi MAR uygun alanlarının sınıflarına göre oranları görülmektedir. Tuzla ilçesinde uygun olmayan-düşük uygunluk derecesine sahip alan (0-2) 92.89 km², orta derecede uygunluğa sahip alan (3) 22.26 km², yüksek uygunluk endeksine sahip alan (4) 7.49 km², çok yüksek uygunluk endeksine sahip alan (5) 1.23 km²’dir. İlçe alanının %18.0’ı orta, %7.0’ı ise yüksek-çok yüksek derecede uygun MAR alanlarına sahiptir.

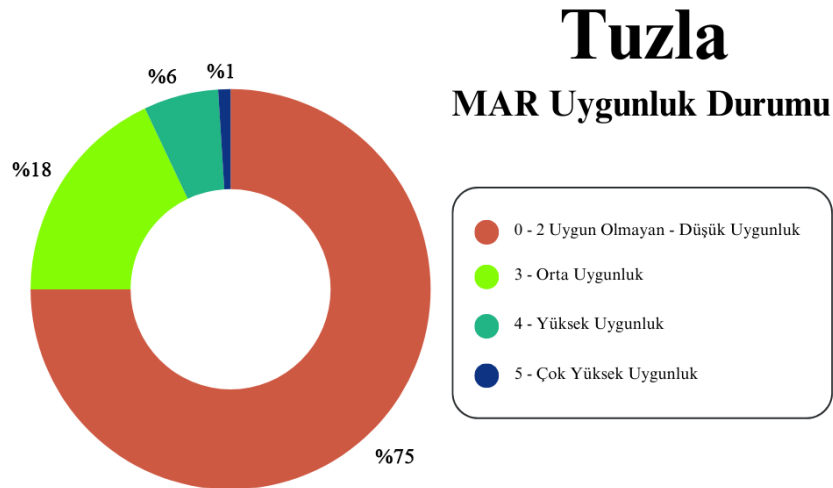
İlçede orta derece uygunluğa sahip MAR alanlarının %17.0’sini (3.77 km²) yerleşim alanı-endüstri alanı, %26.0’sını (5.78 km²) tarım alanları, %56.0’sını (12.67 km²) ise doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan) oluşturmaktadır.

Yüksek-çok yüksek uygunluğa sahip MAR alanların ise %89.7’sini (7.81 km²) doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan), %4.0’ını (0.34 km²) ise tarım alanı, %6.3’ünü (0.54 km²) ise yerleşim alanı-endüstri alanı oluşturmaktadır.

Tuzla ilçesindeki MAR açısından uygun hidrojeolojik ortamlar İçmeler Biyoklastik Kireçtaşı Akiferi ile sınırlı depolama kapasitesine sahip olan Tuzla ve Batı Göçbeyli Kuvarsarenit akitardları ve Sancaktepe Graniti Arenit akitardıdır. İlçede MAR’a uygun alanların %14’ü yerleşim alanları ile örtülüdür. Doğal alan özelliğindeki MAR’a uygun alanlar (13.21 km²) ise ilçe yüzölçümünün %10.6’sını oluşturmaktadır.



Şekil 89. Tuzla ilçesi MAR uygunluk haritası



Şekil 90. Tuzla ilçesi MAR uygunluk durumu

Ümraniye

Ümraniye ilçesi, kuzeyinde Beykoz, kuzeydoğusunda Şile, doğusunda Kartal ve Sultanbeyli, güneyinde Kadıköy, batısında Üsküdar ilçeleri bulunmakta ve Anadolu yakasında yer almaktadır. Ümraniye ilçesi 45.29 km² yüzölçümüne sahiptir.

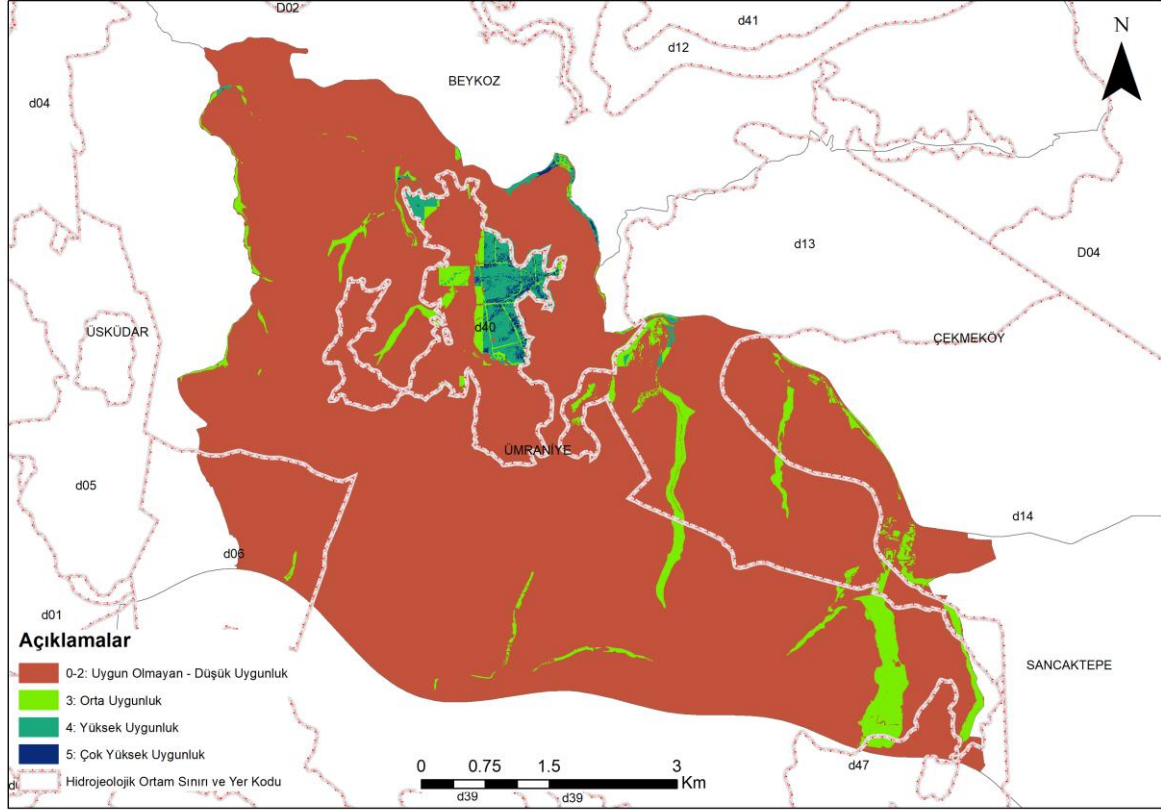
Şekil 91’de Ümraniye ilçesi MAR uygun alanlar haritası görülmektedir. Ümraniye ilçesinde orta ve üzeri uygunluk derecesine sahip alanlar ilçe yüzölçümünün %7.6’sını oluşturmaktadır.

Şekil 92’de Ümraniye ilçesi MAR uygun alanlarının sınıflarına göre oranları görülmektedir. Ümraniye ilçesinde uygun olmayan-düşük uygunluk derecesine sahip alan (0-2) 41.83 km², orta derecede uygunluğa sahip alan (3) 2.34 km², yüksek uygunluk endeksine sahip alan (4) 0.94 km², çok yüksek uygunluk endeksine sahip alan (5) 0.16 km²’dir. İlçe alanının %5.2’si orta, %2.4’ü ise yüksek-çok yüksek derecede uygun MAR alanlarına sahiptir.

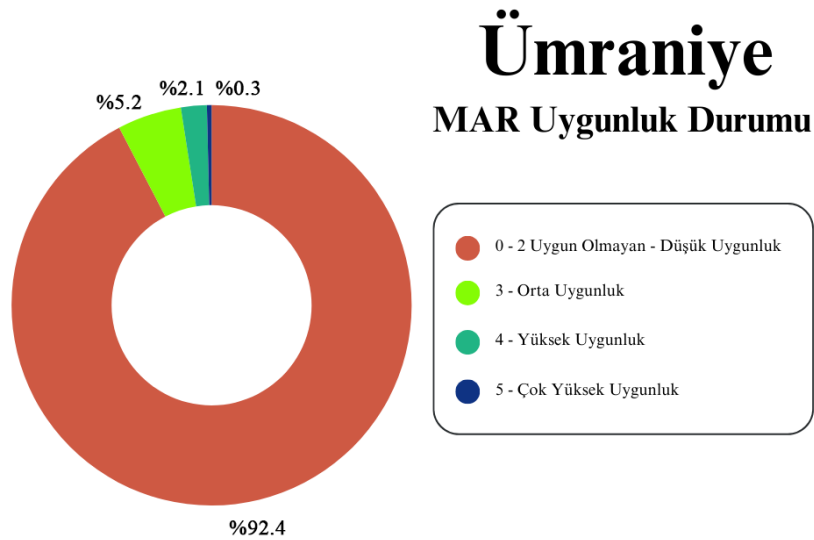
İlçede orta derece uygunluğa sahip MAR alanlarının %88.7’sini (2.07 km²) yerleşim alanı-endüstri alanı, %0.1’ini (0.001 km²) tarım alanları, %10.3’ünü (0.24 km²) ise doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan) oluşturmaktadır.

Yüksek-çok yüksek uygunluğa sahip MAR alanların ise %90.6’sını (1.01 km²) doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan), %0.2’sini (0.002 km²) ise tarım alanı, %9.2’sini (0.10 km²) ise yerleşim alanı-endüstri alanı oluşturmaktadır.

Ümraniye ilçesinde MAR’a uygun tek hidrojeolojik ortam sınırlı depolama kapasitesine sahip olan İnkılap Neojen Akitardıdır. Bu alanlar (1.01 km²) baskın olarak doğal alan niteliğindedir. Orta uygunluk derecesine sahip potansiyel MAR alanlar ise dere alüvyonlarından oluşturmakta olup, bu ortamların üzeri yerleşim alanları ile örtülü olması sebebiyle yağıştan beslenimleri sınırlıdır ve kentsel kirlilik tehditi altındadır. Bu nedenle dere yatakları MAR uygulamalarına uygun nitelikte değildir.



Şekil 91. Ümraniye ilçesi MAR uygunluk haritası



Şekil 92. Ümraniye ilçesi MAR uygunluk durumu

Üsküdar

Üsküdar ilçesi, kuzeyden Beykoz, kuzeydoğudan Ümraniye, doğudan Ataşehir, güneyden Kadıköy ilçeleri ve batıdan İstanbul Boğazı bulunmakta ve Anadolu yakasında yer almaktadır. Üsküdar ilçesi 35.34 km² yüzölçümüne sahiptir.

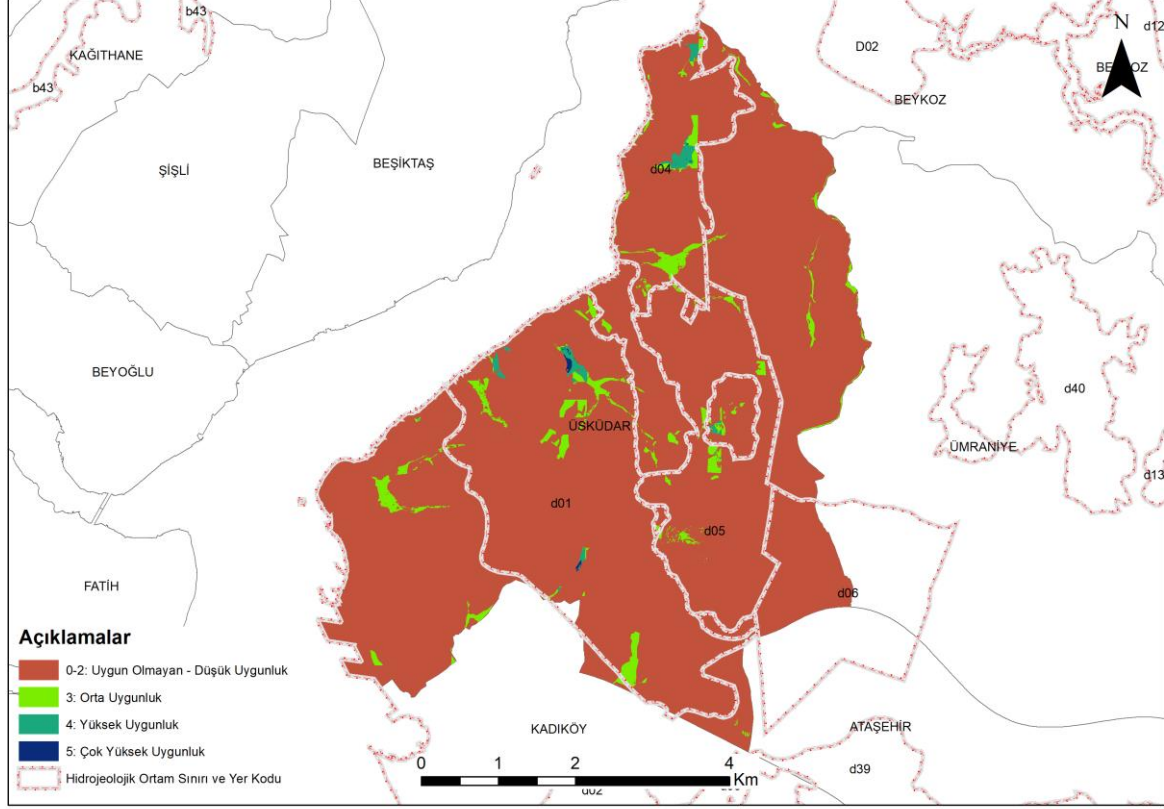
Şekil 93'te Üsküdar ilçesi MAR uygun alanlar haritası görülmektedir. Üsküdar ilçesinde orta ve üzeri uygunluk derecesine sahip olan alanlar ilçe yüzölçümünün %3.9'unu oluşturmaktadır.

Şekil 94'te Üsküdar ilçesi MAR uygun alanlarının sınıflarına göre oranları görülmektedir. Üsküdar ilçesinde uygun olmayan-düşük uygunluk derecesine sahip alan (0-2) 33.94 km², orta derecede uygunluğa sahip alan (3) 1.17 km², yüksek uygunluk endeksine sahip alan (4) 0.19 km², çok yüksek uygunluk endeksine sahip alan (5) 0.02 km²'dir. İlçe alanının %3.3'ü orta, %0.6'sı ise yüksek-çok yüksek derecede uygun MAR alanlarına sahiptir.

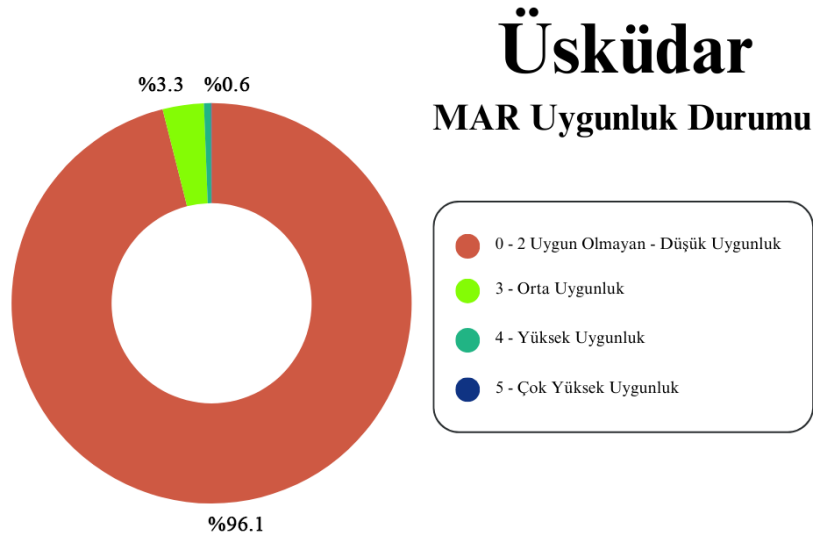
İlçede orta derece uygunluğa sahip MAR alanlarının %77.0'ını (0.91 km²) yerleşim alanı-endüstri alanı, %0.1'ini (0.001 km²) tarım alanları, %22.9'unu (0.27 km²) ise doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan) oluşturmaktadır.

Yüksek-çok yüksek uygunluğa sahip MAR alanların ise %62.7'sini (0.14 km²) doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan), %3.2'sini (0.007 km²) ise tarım alanı, %34.1'ini (0.07 km²) ise yerleşim alanı-endüstri alanı oluşturmaktadır.

Üsküdar ilçesinde MAR'a uygun hidrojeolojik ortam bulunmamaktadır. İlçedeki potansiyel alanları sınırlı su depolama kapasitesine sahip alüvyonlar oluşturup, üzerlerinin baskın olarak yerleşim alanları ile kaplı olması sebebiyle yağıştan beslenimleri sınırlıdır ve kentsel kirlilik tehditi altındadır. Bu nedenle MAR uygulamalarına uygun nitelikte değildir.



Şekil 93. Üsküdar ilçesi MAR uygunluk haritası



Şekil 94. Üsküdar ilçesi MAR uygunluk durumu

Zeytinburnu

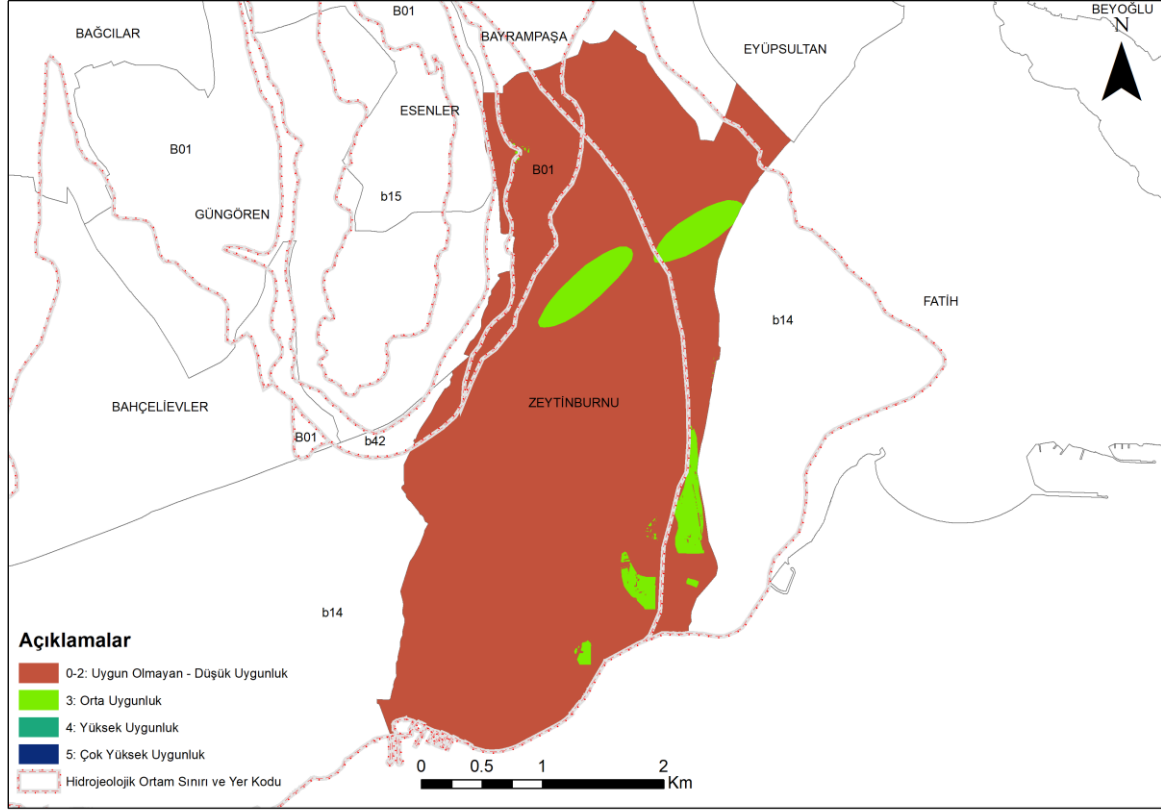
Zeytinburnu ilçesi, doğusunda Fatih, kuzeydoğusunda Eyüpsultan, kuzeyinde Bayrampaşa, batısında Güngören, Bakırköy, kuzeybatısında Esenler ilçeleri güneyinde ise Marmara Deniz bulunmakta ve Avrupa yakasında yer almaktadır. Zeytinburnu ilçesi 11.31 km² yüzölçümüne sahiptir.

Şekil 95'te Zeytinburnu ilçesi MAR uygun alanlar haritası görülmektedir. Zeytinburnu ilçesinde orta ve üzeri uygunluk derecesine sahip olan alanlar ilçe yüzölçümünün %5.7'sini oluşturmaktadır.

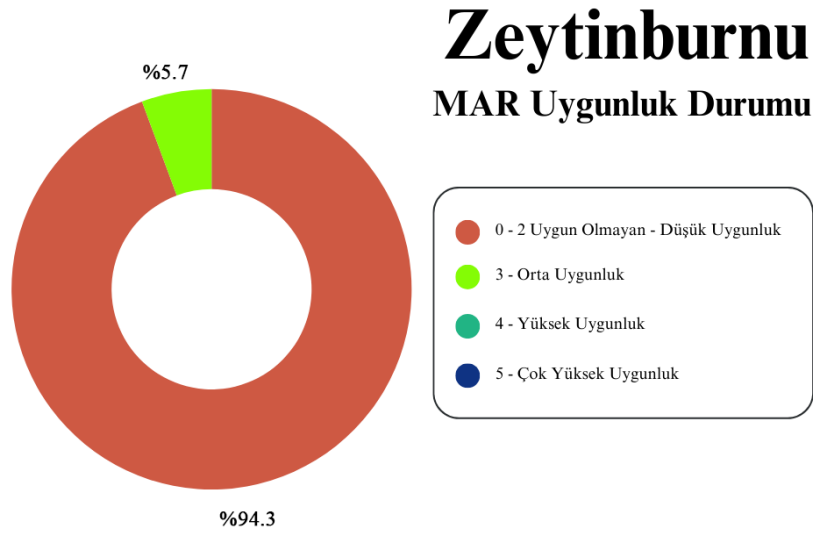
Şekil 96'da Zeytinburnu ilçesi MAR uygun alanlarının sınıflarına göre oranları görülmektedir. Zeytinburnu ilçesinde uygun olmayan-düşük uygunluk derecesine sahip alan (0-2) 10.67 km², orta derecede uygunluğa sahip alan (3) 0.63 km²'dir

İlçede orta derece uygunluğa sahip MAR alanlarının %94.0'ını (0.60 km²) yerleşim alanı-endüstri alanı, %5.5'ini (0.03 km²) tarım alanları, %0.5'ini (0.002 km²) ise doğal alan (ormanlık, ekilebilir olmayan alan) oluşturmaktadır.

Zeytinburnu ilçesinde MAR'a uygun tek hidrojeolojik ortam Bakırköy-Zeytinburnu marnlı Kireçtaşı akitardıdır. İlçedeki potansiyel alanların üzerlerinin baskın olarak yerleşim alanları ile kaplı olması sebebiyle yağıştan beslenimleri sınırlıdır ve kentsel kirlilik tehditi altındadır. Bu nedenle MAR uygulamalarına uygun nitelikte değildir.



Şekil 95. Zeytinburnu ilçesi MAR uygunluk haritası

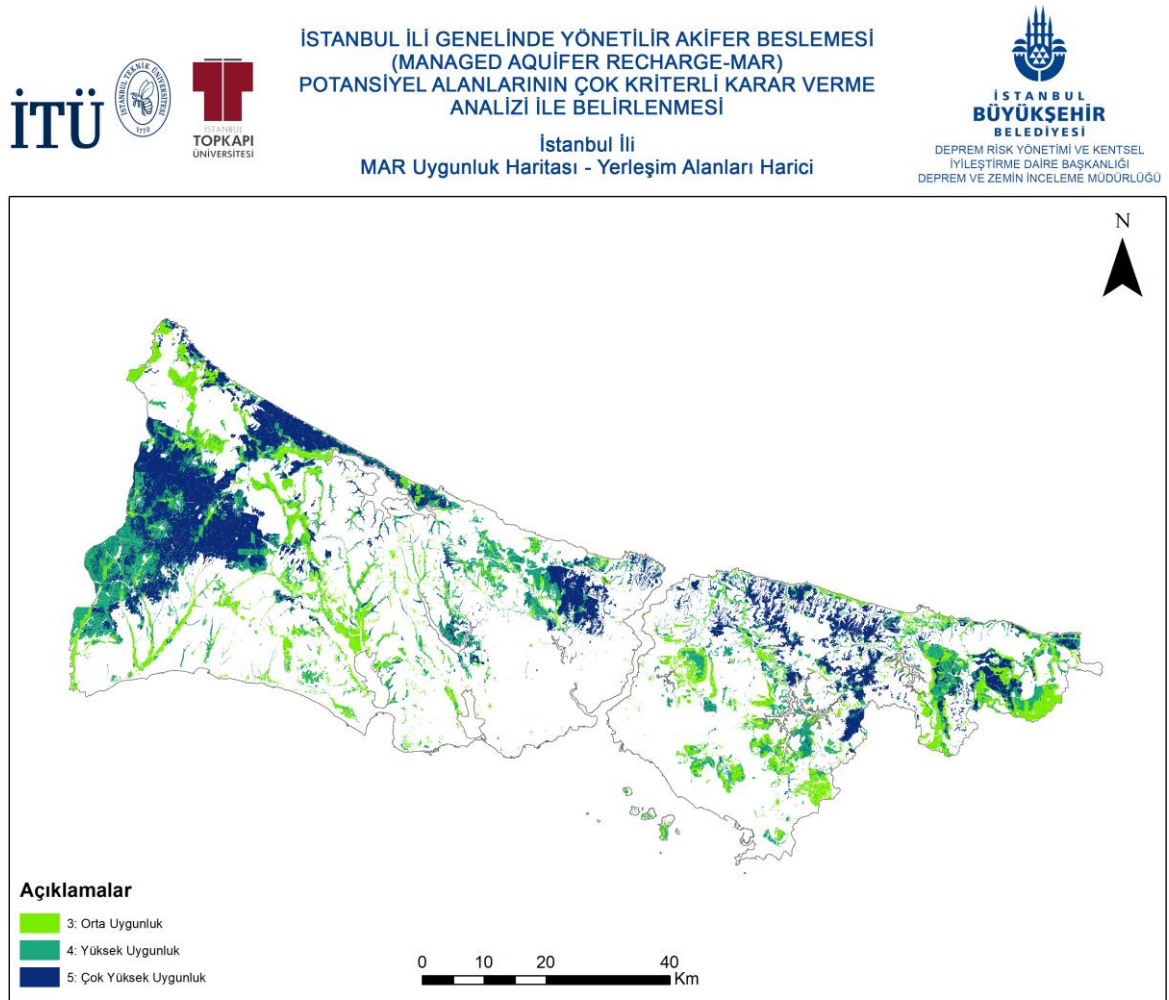


Şekil 96. Zeytinburnu ilçesi MAR uygunluk durumu

3.3. İstanbul ve İlçeleri Yerleşim Alanları Harici MAR Uygulama Alanları

İstanbul ili kapsamında çok kriterli karar verme metodolojisi ile gerçekleştirilen MAR uygun alanlarında, yerleşim alanları haricinde orta, yüksek ve çok yüksek MAR uygun alanları ayrıca belirlenmiştir. İstanbul’da yerleşim alanları dışında orta derece (3) 465.32 km², yüksek derecede (4) 546.08 km², çok yüksek derecede (5) ise 701.99 km² uygunluğa sahip alanlar bulunmaktadır (Şekil 97).

Yerleşim alanları harici orta, yüksek ve çok yüksek derecede MAR uygunluk alanlarına sahip ilçelerden Çatalca (462.78 km²), Silivri (400.06 km²) ve Şile (320.89 km²) en yüksek alana sahip ilçelerdir (Tablo 13). MAR’a uygun alanlar içeren diğer ilçeler (>5 km²) ise Arnavutköy, Eyüpsultan, Beykoz, Sarıyer, Pendik, Çekmeköy, Büyükçekmece, Başakşehir, Tuzla, Maltepe ve Sancaktepe’dir (Tablo 13). MAR’a uygun hidrojeolojik ortam içermeyen ya da beslenimi sınırlı ve aynı zamanda kentsel kirlilik baskısı altında olmaları nedeniyle MAR’a uygun alan içermeyen ilçeler ise Ataşehir, Bağcılar, Bahçelievler, Bayrampaşa, Beşiktaş, Beyoğlu, Esenler, Fatih, Gaziosmanpaşa, Güngören, Kadıköy, Kağıthane, Küçükçekmece, Sultangazi, Şişli, Üsküdar ve Zeytinburnu’dur.



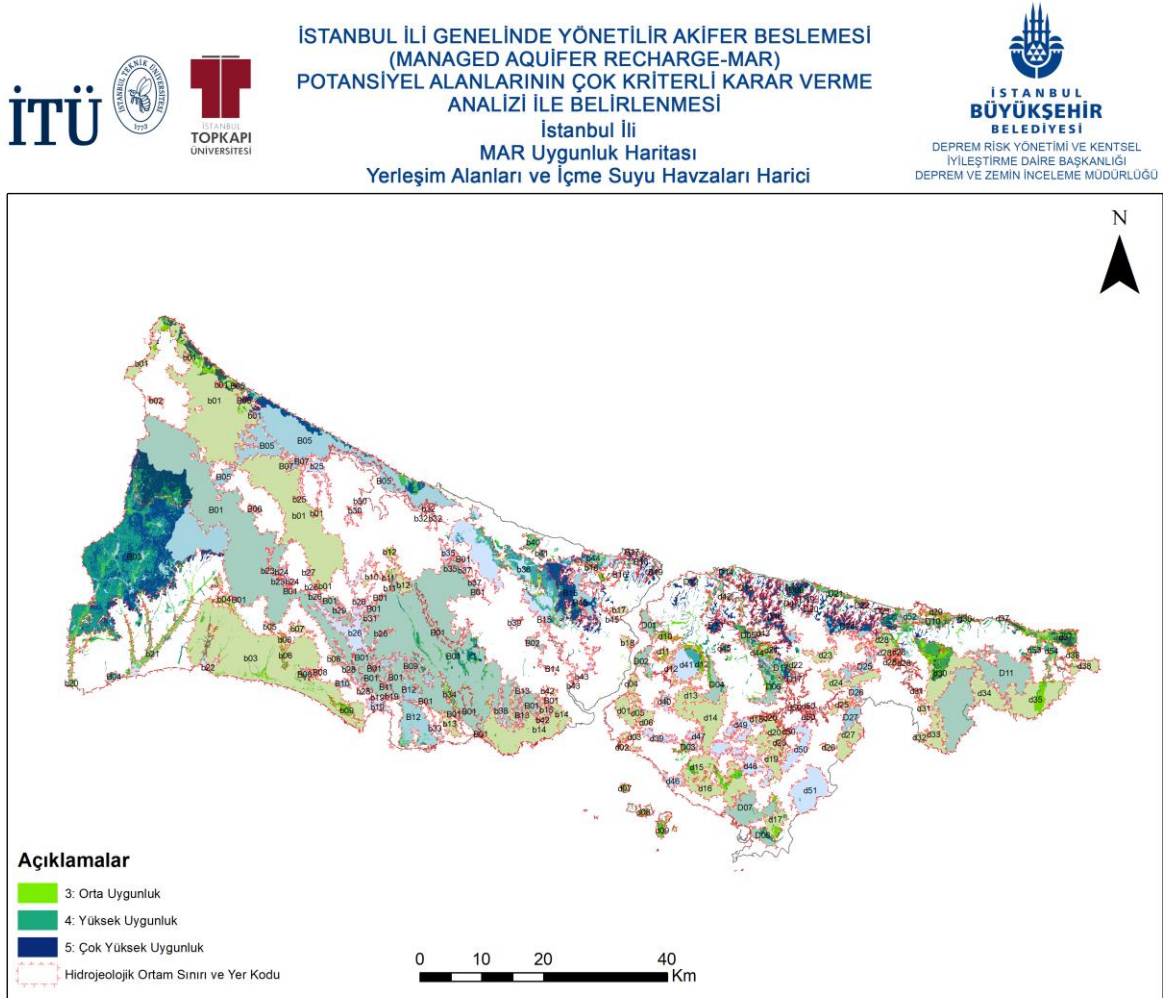
Şekil 97. İstanbul’un yerleşim alanları dışında kalan MAR’a uygun alanların haritası

İlçe bazlı yerleşim alanları harici orta (3), yüksek (4) ve çok yüksek (5) MAR uygun alanları aşağıdaki Tablo'da özetlenmiştir (**Tablo 13**).

Tablo 13 İstanbul'un yerleşim alanları dışındaki MAR uygun alanların büyüklüklerinin ilçe bazlı dağılımı

İlçe	MAR'a Uygun Alan (km ²)				
	Orta	Yüksek	Çok Yüksek	Toplam Alan	Yüksek + Çok Yüksek Toplamı
Silivri	50.67	148.3	201.09	400.06	349.39
Çatalca	149.7	101.98	211.1	462.78	313.08
Şile	101.81	87.17	131.91	320.89	219.08
Arnavutköy	24.57	51.95	27.55	104.07	79.5
Eyüpsultan	10.44	40.58	34.22	85.24	74.8
Beykoz	27.46	25.72	30.07	83.25	55.79
Sarıyer	4.14	9.3	31.39	44.83	40.69
Pendik	21.11	22.68	11.63	55.42	34.31
Çekmeköy	13.24	13.16	9.83	36.23	22.99
Büyükçekmece	11.83	9.91	0.8	22.54	10.71
Başakşehir	2.15	7.16	2.92	12.23	10.08
Tuzla	18.54	6.96	1.22	26.72	8.18
Maltepe	6.34	5.81	0.22	12.37	6.03
Sancaktepe	6.72	4.37	0.32	11.41	4.69
Kartal	3.47	3.08	0.08	6.63	3.16
Adalar	1.91	1.94	0.003	3.85	1.94
Sultanbeyli	3.08	1.39	0.03	4.50	1.42
Avcılar	3.48	1.2	0.08	4.76	1.28
Beylikdüzü	1.6	1.03	0.02	2.65	1.05
Ümraniye	0.26	0.84	0.16	1.26	1.00
Esenyurt	1.01	0.57	0.05	1.63	0.62
Bakırköy	0.17	0.21	-	0.38	0.21
Esenler	0.04	0.1	0.06	0.20	0.16
Üsküdar	0.27	0.12	0.01	0.40	0.13
Sultangazi	0.24	0.11	0.01	0.36	0.12
Küçükçekmece	0.49	0.06	0.006	0.56	0.07
Beşiktaş	0.19	0.03	0.003	0.22	0.03
Bağcılar	0.004	0.009	0.00008	0.01	0.009
Ataşehir	0.11	0.008	0.001	0.12	0.009
Fatih	0.007	0.005	-	0.01	0.005
Kağıthane	0.01	0.002	0.00001	0.01	0.002
Zeytinburnu	24.57	-	-	24.57	0
Bahçelievler	0.003	-	-	0	0
Bayrampaşa	-	-	-	0	0
Beyoğlu	-	-	-	0	0
Gaziosmanpaşa	-	-	-	0	0
Güngören	-	-	-	0	0
Kadıköy	-	-	-	0	0
Şişli	-	-	-	0	0

Çalışma kapsamında yerleşim alanları ve koruma alanları tanımlanmış içme suyu havzaları dışında kalan MAR'a uygun alanlar hidrojeolojik ortam (akifer/akitard) sınırları ile karşılaştırıldıktan sonra tekrar değerlendirilmiştir. Yerleşim alanları ve içme suyu havzaları dışında kalan orta (3), yüksek (4) ve çok yüksek (5) MAR uygun alanlarının hidrojeolojik ortamları incelendiğinde, 440.80 km² alanın İstanbul İli Batı (Trakya) Yakası Sutaşlıları (akifer/akitard) içerisinde, 188.26 km² alanın İstanbul İli Doğu (Anadolu) Yakası Sutaşlıları içerisinde olduğu görülmüştür (Tablo 5). Orta (3) MAR uygun alanlarının hidrojeolojik ortamlarının 71.28 km²'si İstanbul İli Batı (Trakya) Yakası Sutaşlıları, 61.66 km²'si İstanbul İli Doğu (Anadolu) Yakası Sutaşlıları içerisinde. Yüksek (4) MAR uygun alanlarının hidrojeolojik ortamlarının 186.36 km²'si İstanbul İli Batı (Trakya) Yakası Sutaşlıları, 59.78 km²'si İstanbul İli Doğu (Anadolu) Yakası Sutaşlıları içerisinde. Çok yüksek (5) MAR uygun alanlarının hidrojeolojik ortamlarının 183.16 km²'si İstanbul İli Batı (Trakya) Yakası Sutaşlıları, 66.82 km²'si İstanbul İli Doğu (Anadolu) Yakası Sutaşlıları içerisinde. Şekil 98'de görüldüğü üzere değerlendirme kriterlerini sağlayan MAR'a uygun ortamların büyüklüğünde önemli bir azalma meydana gelmiştir. Analiz sonuçlarına göre MAR'a uygun alanların Avrupa yakasında Silivri, Arnavutköy ve Sarıyer ilçelerinde, Anadolu yakasında ise Beykoz ve Şile ilçeleri sınırlarında yoğunlaştığı görülmüştür.



Şekil 98. İstanbul'un yerleşim alanları ve içme suyu havzaları dışında kalan MAR'a uygun alanların haritası

İstanbul geneli değerlendirildiğinde MAR açısından jeolojik ortam olarak depolama kapasitesiyle öne çıkan birimler Avrupa yakasında Silivri ve Çatalca'da geniş yayılımı sahip olan İstanbul Formasyonu Kıraç Üyesi ve Soğucak Kireçtaşıdır. Bunlara ilave olarak İstanbul Formasyonu Kayalı ve Meşe Tepe Üyeleri, Danişmen Formasyonu Ağaçlı, Sinekli ve Silivri Kumtaşları Üyeleri, Sultanbeyli Formasyonu Altıntepe Üyesi ve Aydos ormasyonu Ayazma Kuvarsit Üyesi uygun kalınlığa ve yayılımı sahip oldukları bölgelerde MAR açısından potansiyel taşımaktadır.

4. SONUÇLAR

İstanbul'un su kaynakları, artan nüfus, iklim değişikliği ve sanayileşme nedeniyle giderek daha fazla baskı altına girmektedir. Bu kapsamda, Yönetilir Akifer Beslemesi (MAR), suyun sürdürülebilir yönetimini sağlamak için önemli bir strateji olarak öne çıkmaktadır. MAR, yağmur sularının, yüzey akışlarının ve arıtılmış atık suların kontrollü bir şekilde akiferlere yönlendirilmesini içeren bir yöntemdir. Bu süreç, su kaynaklarını korumaya ve uzun vadeli su arz güvenliğini artırmaya katkıda bulunmaktadır.

Bu çalışma, İstanbul ili genelinde Yönetilir Akifer Beslemesi (Managed Aquifer Recharge - MAR) potansiyel alanlarının belirlenmesine yönelik olarak Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı Çok Kriterli Karar Verme Analizi (MCDA) yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemi kullanılarak hidrojeoloji, drenaj ağı yoğunluğu, eğri numarası, arazi kullanımı ve eğim gibi suyun yer altına sızma potansiyelini belirleyen kritik parametreler değerlendirilmiş ve MAR uygulamaları için uygun alanlar belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda elde edilen MAR uygunluk haritasına göre İstanbul'da yüksek ve çok yüksek uygunluğa sahip alanlar büyükten küçüğe doğru Çatalca, Silivri, Şile, Arnavutköy, Eyüpsultan, Beykoz, Sarıyer, Pendik, Çekmeköy, Büyükçekmece, Başakşehir, Tuzla, Maltepe ve Sancaktepe ilçelerinde yoğunlaşmaktadır. Bu ilçelerde hidrojeolojik olarak geçirgen formasyonlara sahip, yüzey akışlarını destekleyen drenaj sistemleri bulunan ve eğim değerleri düşük olan bölgeler MAR uygulamaları için en uygun alanlar olarak belirlenmiştir. Bu alanlarda suyun infiltrasyonu desteklenerek yeraltı suyu seviyelerinin korunması ve kurak dönemlerde su arz güvenliğinin artırılması mümkün olabilecektir.

Buna karşın, Ataşehir, Bağcılar, Bahçelievler, Bayrampaşa, Beşiktaş, Beyoğlu, Esenler, Fatih, Gaziosmanpaşa, Güngören, Kadıköy, Kağıthane, Küçükçekmece, Sultangazi, Şişli, Üsküdar ve Zeytinburnu gibi yoğun kentleşme ve geçirimsiz yüzeylerin baskın olduğu, kentsek kirlilik baskısı altındaki bölgelerde MAR potansiyelinin düşük olduğu görülmüştür.

Proje kapsamında karar vericilere yönelik öneriler aşağıda sıralanmıştır.

- MAR Tekniklerinin Bölgesel Koşullara Göre Çeşitlendirilmesi: Farklı alanlarda hangi tür MAR tekniklerin (enjeksiyon kuyuları, infiltrasyon havuzları, nehir filtrasyonu, yağış sularının toplanarak MAR alanlarına yönlendirilmesi, arıtılmış atık suların kontrollü bir şekilde yeraltına beslenmesi vb.) uygulanacağına yönelik çalışmalar yürütülmelidir.
- Pilot MAR Projelerinin Uygulanması: Silivri, Çatalca, Şile, Arnavutköy, Eyüpsultan, Beykoz ve Sarıyer gibi MAR potansiyeli yüksek ilçelerde pilot projeler hayata geçirilmeli ve bu projelerin etkinliği ve su kalitesine etkileri uzun vadeli izleme sistemleri ile takip edilmelidir.

- MAR Alanlarının Koruma Altına Alınması: Belirlenen MAR potansiyeli yüksek alanlar gelecekteki kentleşme ve sanayileşme baskılarından korunmalıdır.
- Afet Yönetimi ile Entegrasyon: MAR sistemleri, olası bir deprem sonrası su krizine karşı stratejik olarak değerlendirilmeli ve su temini sürekliliğini sağlamak amacıyla afet yönetimi planlarına entegre edilmelidir. Şehirdeki su depolama kapasitesinin artırılması, olası bir afet sonrası su arzının devamlılığını sağlayarak halk sağlığının korunmasına katkı sunacaktır. Ayrıca, MAR teknikleri ile taşkın riskinin azaltılması, yeraltı su seviyelerinin kontrol altında tutulması ve kentsel altyapının afetlere daha dirençli hale getirilmesi mümkün olacaktır.
- Sürdürülebilir Su Yönetimi Politikaları ile Entegre Edilmesi: MAR uygulamalarının şehir su yönetimi planlarına dahil edilmesi, su kaynaklarının etkin kullanılmasına katkı sağlayacaktır.

Sonuç olarak, MAR uygulamaları İstanbul'un mevcut su kaynaklarını koruma, kuraklık dönemlerinde su arz güvenliğini sağlama ve uzun vadeli su yönetimi stratejilerini destekleme potansiyeli taşımaktadır. Bu doğrultuda, karar vericilerin MAR tekniklerini etkin bir şekilde planlaması ve uygulaması, şehirdeki su kaynaklarının sürdürülebilirliğini sağlamak ve afetlere karşı dayanıklılığı artırmak için kritik bir adım olacaktır.

5. REFERANSLAR

- Aghazadeh N, Chitsazan M, Mirzaee Y (2019) The potential and actual urban aquifer recharge and site selection for artificial recharge using GIS and AHP methods (case study: Urmia urban aquifer). *J Adv Appl Geol.* <https://doi.org/10.22055/AAG.2019.27905.1912>
- Alam, S., Borthakur, A., Ravi, S., Gebremichael, M., & Mohanty, S. K. (2021). Managed aquifer recharge implementation criteria to achieve water sustainability. In *Science of the Total Environment*, 768). doi:10.1016.2021.144992.
- Aloui, D., Chkirbane, A., Stefan, C., Schlick, R., Msaddek, M.H., Mlayah, A., 2022. Use of a GIS-multi-criteria decision analysis and web-based decision support tools for mapping and sharing managed aquifer recharge feasibility in Enfidha plain, NE of Tunisia. *Arabian J. Geosci.* 15 (7), 658. <https://doi.org/10.1007/s12517-022-09893-8>
- Bouwer, H. Artificial recharge of groundwater: hydrogeology and engineering. *Hydrogeology Journal* 10, 121–142 (2002). <https://doi.org/10.1007/s10040-001-0182-4>
- Çelik MÖ, Kuşak L, Yakar M. Assessment of Groundwater Potential Zones Utilizing Geographic Information System-Based Analytical Hierarchy Process, Vlse Kriterijumska Optimizacija Kompromisno Resenje, and Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution Methods: A Case Study in Mersin, Türkiye. *Sustainability.* 2024; 16(5):2202. <https://doi.org/10.3390/su16052202>
- Dillon, P. (2005). Future management of aquifer recharge. *Hydrogeology Journal*, 13(1), 313-316. <https://doi.org/10.1007/s10040-004-0413-6>
- Dillon P, Stuyfzand P, Grischek T, Lloria M, Pyne RDG, Jain RC, Bear J, Schwarz J, Wang W, Fernandez E, Stefan C (2019) Sixty years of global progress in managed aquifer recharge. *Hydrogeol J* 27(1):1–30
- Dillon, P., Arshad, M. (2016). Managed Aquifer Recharge in Integrated Water Resource Management. In: Jakeman, A.J., Barreteau, O., Hunt, R.J., Rinaudo, J.D., Ross, A. (eds) *Integrated Groundwater Management*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-23576-9_17
- Dillon, P., Alley, W. M., Zheng, Y., & Vanderzalm, J. L. (editors). (2022). *Managed Aquifer Recharge: Overview and Governance*. IAH Special Publication. Retrieved from <https://recharge.iah.org/>
- Jaafar, H.H., Ahmad, F.A. & El Beyrouthy, N. GCN250, new global gridded curve numbers for hydrologic modeling and design. *Sci Data* 6, 145 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41597-019-0155-x>
- Jhariya, D. C., Mondal, K. C., Kumar, T., Indhulekha, K., Khan, R., & Singh, V. K. (2021). Assessment of groundwater potential zone using GIS-based multi-influencing factor (MIF), multi-criteria decision analysis (MCDA) and electrical resistivity survey techniques in Raipur city, Chhattisgarh, India. *Aqua Water Infrastructure, Ecosystems and Society*, 70(3), 375–400. doi:10.2166.2021.129.
- Hawkins, R., Ward, T. & Woodward, D. & Mullem, J.A.. (2009). *Curve Number Hydrology: State of the Practice*. 10.1061/9780784410042.
- Helen E. Dahlke, Gabriel T. LaHue, Marina R.L. Mautner, Nicholas P. Murphy, Noelle K. Patterson, Hannah Waterhouse, Feifan Yang, Laura Foglia, Chapter Eight - Managed Aquifer Recharge as a Tool to Enhance Sustainable Groundwater Management in California: Examples From Field and Modeling Studies, Editor(s): Jan Friesen, Leonor Rodríguez-Sinobas, *Advances in Chemical Pollution, Environmental Management and Protection*, Elsevier, 215-275, <https://doi.org/10.1016/bs.apmp.2018.07.003>.

- Luketic N, Milenov P, Devos P. 2015. Management of layers in LPIS- JRC validated methods, reference, methods and measurements report, Joint Research Centre, DS-CDP-2015-10.
- Maliva, R. G., & Missimer, T. M. (2012). Aquifer storage and recovery and managed aquifer recharge using wells: Planning, hydrogeology, design, and operation. Springer Science & Business Media.
- Mishra, S. K., & Singh, V. P. (2003). Soil Conservation Service Curve Number (SCS-CN) Methodology. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-0147-1>
- Moghaddam HK, Dehghani M, Rahimzadeh Kivi Z, Moghaddam HK, Hashemi SR (2017) Efficiency assessment of AHP and fuzzy logic methods in suitability mapping for artificial recharging (case study: Sarbisheh basin, southern Khorasan, Iran). Water Harvest Res 2(1): 57–67. <https://doi.org/10.22077/jwhr.2017.596>
- Mouhoumed, R. M., Ekmekcioğlu, Ö., Başakın, E. E., & Özger, M. (2023). Integrated Fuzzy AHP-TOPSIS Model for Assessing Managed Aquifer Recharge Potential in a Hot Dry Region: A Case Study of Djibouti at a Country Scale. Water (Switzerland), 15(14). doi: 10.3390.15142534.
- Page D, Bekele E, Vanderzalm J, Sidhu J. Managed Aquifer Recharge (MAR) in Sustainable Urban Water Management. Water. 2018; 10(3):239. <https://doi.org/10.3390/w10030239>
- Papadakis I, Papetheodorou I, Faria Viegas H, Milionis N, Szymura M, Huth J, Sniter K, Bortnowschi R, Resegotti R. 2016. The Land Parcel Identification System: a useful tool to determine the eligibility of agricultural land – but its management could be further improved. Eur Court Auditors-Spec Rep. 25(59):35–38
- Post, V.E.A. Fresh and saline groundwater interaction in coastal aquifers: Is our technology ready for the problems ahead?. Hydrogeol J 13, 120–123 (2005). <https://doi.org/10.1007/s10040-004-0417-2>
- Pyne, R.D. (2005) Aquifer Storage and Recovery: A Guide to Groundwater Recharge through Wells. Second Edition, ASR Systems, Gainesville.
- Ringleb J, Sallwey J, Stefan C. Assessment of Managed Aquifer Recharge through Modeling—A Review. Water. 2016; 8(12):579. <https://doi.org/10.3390/w8120579>
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. McGraw-Hill.
- Sallwey, J., Bonilla Valverde, J.P., Vasquez ' Lopez, ' F., Junghanns, R., Stefan, C., 2019. Suitability maps for managed aquifer recharge: a review of multi-criteria decision analysis studies. Environ. Rev. 27 (2), 138–150. <https://doi.org/10.1139/er-2018-0069>.
- Sallwey J, Schlick R, Bonilla Valverde JP, Junghanns R, Vásquez López F, Stefan C. Suitability Mapping for Managed Aquifer Recharge: Development of Web-Tools. Water. 2019; 11(11):2254. <https://doi.org/10.3390/w11112254>
- Scanlon, B. R., I. Jolly, M. Sophocleous, and L. Zhang (2007), Global impacts of conversions from natural to agricultural ecosystems on water resources: Quantity versus quality, Water Resour. Res., 43, W03437, doi:10.1029/2006WR005486.
- Şimşek, F. F., & Durduran, S. S. (2022). Land cover classification using Land Parcel Identification System (LPIS) data and open source Eo-Learn library. Geocarto International, 38(1), 1–18. <https://doi.org/10.1080/10106049.2022.2146760>
- Şimşek, F. F. (2023). Arazi Parsel Tanımlama Sistemi Verileri Kullanılarak Ülkesel Ölçekte Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanım Sınıflandırması. Türk Uzaktan Algılama Ve CBS Dergisi, 4(2), 276-288. <https://doi.org/10.48123/rsgis.1268155>

Tarım ve Orman Bakanlığı. (2021). İklim Değişikliği ve Tarım Değerlendirme Raporu. Ankara: Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarım Reformu Genel Müdürlüğü

URL1

https://figshare.com/articles/dataset/GCN250_global_curve_number_datasets_for_hydrologic_modeling_and_design/7756202

Uyduranoğlu Öktem, A. ve Aksoy, A. (2014). Türkiye'nin Su Riskleri Raporu. İstanbul: WWF-Türkiye Raporu.

Valverde JPB, Blank C, Roidt M, Schneider L, Stefan C (2016) Application of a GIS multi-criteria decision analysis for the identification of intrinsic suitable sites in Costa Rica for the application of managed aquifer recharge (MAR) through spreading methods. Water 8:391.

Varouchakis, E.A., Kalaitzaki, E., Trichakis, I., Corzo Perez, G.A., Karatzas, G.P., 2023. An integrated method to study and plan aquifer recharge. Nord. Hydrol 54 (1), 1–13. <https://doi.org/10.2166/nh.2022.054>

Yeh, H. F., Cheng, Y. S., Lin, H. I., & Lee, C. H. (2016). Mapping groundwater recharge potential zone using a GIS approach in Hualian River, Taiwan, Sustainable Environment Research, 26, 1. <https://doi.org/10.1016/j.serj.2015.09.005>.

Zghibi, A., Mirchi, A., Msaddek, M. H., Merzougui, A., Zouhri, L., Taupin, J. D., Chekirbane, A., Chenini, I., & Tarhouni, J. (2020). Using analytical hierarchy process and multi-influencing factors to map groundwater recharge zones in a semi-arid mediterranean coastal aquifer. Water (Switzerland), 12(9). doi:10.3390.12092525.