

AFET SONRASI EN UYGUN GEÇİCİ BARINMA ALANLARININ CBS İLE TESPİTİ

Himmet KARAMAN¹, Sara REZAEİ², Kaan KALKAN³, Betül ErgünKONUĞU⁴, Turan ERDEN⁵

¹Y.Doç. Dr., İstanbul Teknik Üniversitesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, 34469, Maslak, İstanbul, karamanhi@itu.edu.tr

²Yük. Müh., İstanbul Teknik Üniversitesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, 34469, Maslak, İstanbul, s.rezaei89@gmail.com

³Yük. Müh., İstanbul Teknik Üniversitesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, 34469, Maslak, İstanbul, kalkaan@gmail.com

⁴Yük. Müh., İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü, 34134, Saraçhane, İstanbul, betul.konukcu@ibb.gov.tr

⁵Doç. Dr., İstanbul Teknik Üniversitesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, 34469, Maslak, İstanbul, erdentur@itu.edu.tr

ÖZET

Geçici barınma alanlarının kurulması; dünyanın birçok noktasında kimi zaman afetler, kimi zaman toplumsal karışıklıklar, kimi zaman da savaşlar nedeniyle mağdur duruma düşen insanları korumak ve hayatlarını belli standartlarda da olsa yürütmelerini sağlamak amacıyla başvurulan yöntemlerden en yaygınıdır. Birleşmiş Milletler Mülteci Yüksek Komiserliği (UNHCR) bu anlamda uluslararası faaliyet gösteren etkin kurumların başında yer alır ve yayınladıkları raporlar ile bu barınma alanlarının ilk andan son ana kadar ne şekilde tasarlanması gerektiğini, yer seçiminde hangi ölçütlere dikkat edilmesi gerektiğine dair çeşitli bilgileri dünya kamuoyu ile paylaşmaktadır. Buna benzer World Health Organization (WHO) ve Humanitarian Charter and Minimum Standards in Humanitarian Response-Sphere Project gibi geçici barınma alanlarına dair geçerli tüm süreci ayrıntılı bir biçimde tanımlayan standartlar mevcuttur.

Yakın bir gelecekte İstanbul'un büyük ölçekli bir depreme maruz kalacağı çeşitli bilimsel araştırmalarla ortaya konmuştur. Bu çalışmaların ana eksenini İstanbul'un hasar görebilirliğini ortaya koymakla birlikte mevcut yapının nasıl sonuçlar doğuracağına dair konuyla ilgili tüm paydaşları aydınlatmaktadır. Araştırmalar göstermektedir ki olası bir İstanbul depremi sonrası önem taşıyan başlıca konulardan biri, konutları yaşanmaz hale gelmiş olan insanların barınma ihtiyacıdır. Bu ihtiyacın karşılanabilmesi fiziki birçok unsurun değerlendirilmesini gerektirmekte ve ayrıca sosyal açıdan da çeşitli değişkenleri içermektedir.

Bu çalışmada İstanbul'un beklediği olası deprem sonrası barınma alanı sorununa çözüm üretmek amacıyla, geçici barınma alanlarının yer seçimi sürecine katkıda bulunması için geliştirilmiş bir karar destek modeli sunulmaktadır. Bu model analitik hiyerarşi yöntemi (AHP), yaklaşımlarını temel alarak mekânsal analiz gerçekleştirebilen Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yazılımı tabanlıdır. Bu sayede karar vericilerin olası bir deprem öncesinde en uygun geçici yerleşim alanlarını tespit etmesi ve bu alanların rehabilite edilmesi doğrultusunda stratejiler geliştirmesi mümkün olacaktır. Ek olarak çok kriterli analizi mümkün kılması sebebiyle, afet sonrası koşulları dikkate alınarak kriterlerde anlık güncellemeler gerçekleştirilebilir ve bu sayede acil durum anında tercih edilebilecek optimum konumların tespiti sağlanabilir. Türkiye'de benzeri bir sistemin bulunmuyor oluşu çalışmanın önemini daha da ön plana çıkarmaktadır.

Anahtar Sözcükler: AHP, CBS, Afet Yönetimi, Karar Destek Sistemleri, Geçici Barınma Alanları.

ABSTRACT

SITE SELECTION OF TEMPORARY SHELTERS FOLLOWING A DISASTER BY USING GIS

Establishment of temporary shelters are most widely used method for protecting or sustaining the lives (in an optimum level of standards) of the victims who may have suffered from disasters, social congestions or wars. UNHCR (United Nations Refugee Agency) is one of the efficient organizations acting in this area and their reports are important guides in means of supplying know-how in designing, maintaining and selecting the right locations for shelters. Similar to UNHCR, WHO (World Health Organization) and Humanitarian Charter and Minimum Standards in Humanitarian Response-Sphere Project is concerned with the righteous conditions in shelters and the Sphere Handbook is a valuable product that describes the details and standards of sheltering.

It is shown by several scientific studies that Istanbul may face a big scale earthquake in near future. The main axis of these studies is to assess the vulnerability and estimate the possible results due the adverse conditions of the earthquake. These studies claim that one of the most important issues is the requirement of temporary shelter for the victims. To meet the needs of the victims there are several physical conditions in addition to social components that need to be considered.

This study presents a decision support model that generates solution for the problem of temporary shelter site selection in the aftermath of a disaster. This model based on AHP methodologies benefiting from spatial analysis through a GIS software. Thus the correct locations for these areas were determined before earthquake and it is also available for the decision makers to develop strategies to enhance and rehabilitate those areas. The system is also efficient in post-earthquake situation for evaluating the selected sites. Moreover it provides the users to re-evaluate the efficiency of the shelter locations based on the new

conditions that arise because of the earthquake. Therefore decision makers will have the ability to update the criteria simultaneously and new locations based on these optimum conditions can be assessed. Inexistence of such a study in Turkey proves the importance of this study and highlights the emergence of the situation.

Keywords: AHP, GIS, Disaster Management, Decision Support Systems, Temporary Shelter Areas.

1. GİRİŞ

Afetler sonrası yaşanan zorlu durumlarda, özellikle afete maruz kalanların ve evlerinden ayrı kalmak zorunda olanların koşulları çok büyük öneme sahiptir. Bu kesimler afetlerin yıkıcılığını en derin biçimde hisseden ve normal yaşantılarına dönmek için onun etkilerinden kurtulmaya ihtiyaç duyan insanlardır. Bu nedenle bu insanların, koşullar en azından normalleşene kadar geçici yerleşim birimlerinde barınmaları ve bu alanlarda optimum şartlarda yaşantılarını sürdürebilmeleri gerekmektedir. Geçici barınma alanları sağladıkları hizmet ile afet sonrası koşullarda çok büyük roller oynayabilmektedir. Afetin boyutuna bağlı olarak bu alanların kullanımı beklenenden çok daha uzun sürebilmektedir. Ayrıca yalnızca afetler değil, toplumsal olaylar da bu tip alanların tesis edilmesini gerekli kılabilir. Son dönemde yaşanan Suriye kaynaklı gelişmeler ve takibinde Türkiye sınırları içinde kurulumu gerçekleştirilen büyük ölçekli barınma alanları bunlara örnektir.

Geçici barınma alanları hizmet sağladığı insanlar için yalnızca barınma alanı olmaktan öte onların sağlık, güvenlik, emniyet ve huzur içinde yaşayabilmelerini belli ölçülerde sağlayan sistemlerdir. Bu alanlarda barınmanın yanında, sağlık hizmetleri ve eğitim hizmetlerinin verilebilmesi birçok zaman söz konusu olabilmektedir. Tüm bu şartlar geçici barınma alanlarının konumlarının doğru bir biçimde belirlenmesini zorunlu kılmaktadır. Aksi takdirde insanların hayatlarını kolaylaştırmak ve zor koşulları hafifletmek amacıyla tasarlanan bu tesisler beklenmeyen etkiler doğurabilir ve öngörülenin aksine sonuçlara neden olabilir.

Geçici barınma alanlarının kurulması; dünyanın birçok noktasında kimi zaman afetler, kimi zaman toplumsal karışıklıklar, kimi zaman da savaşlar nedeniyle mağdur duruma düşen insanları korumak ve hayatlarını belli standartlarda da olsa yürütmelerini sağlamak amacıyla başvurulan yöntemlerden en yaygınıdır. Türkiye’de 2012 Van depreminden sonra kurulan çadır kentler, Suriyeli mültecilerin sığındığı kamplar başta AFAD ve Türk Kızılay’ı olmak üzere Türk kurumlarının bu konudaki tecrübelerinin değerlendirildiği güncel örnekler olarak bulunmaktadır. Bu örnekler ayrıca geçici barınma alanları konusunun önemini ortaya koymaları açısından da hatırlatıcı bir niteliğe sahiptir. 2002 yılında İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve JICA (2002) ortaklığıyla gerçekleştirilen İstanbul Afet Önleme Azaltma Temel Planı bu noktaya işaret etmekte ve yaklaşık 330.000 adet çadıra ve 120 km²’lik çadır alanına ihtiyaç duyulduğu belirtilmektedir. Bu değerlerin yaratacağı fiziki koşulları ve sosyal sıkıntıları kestirmek neredeyse imkânsızdır. Aradan geçen 10 senede İstanbul’ın fiziki dokusuna yönelik birtakım iyileştirmeler yapılmış olsa da, İstanbul’daki mevcut yapı stoku ve altyapı durumu göz önünde bulundurulduğunda gerçekleşecek hasarın halen büyük miktarda barınma ihtiyacı doğuracağı öngörülmektedir. Bu doğrultuda ele alınması gereken en temel unsurlardan biri geçici barınma alanlarının kentin hangi noktalarında konuşlandırılacağıdır.

CBS, 1989 ve 1994 yıllarında meydana gelen Loma Prieta ve Northridge depremlerinden başlayarak afet yönetimi alanında yoğun ve önemli bir kullanım kazanmıştır (Buika, 2000, Naeim, 2004, Schneider ve Schauer, 2006, Kircher, vd., 2006). Bu kapsamda CBS yazılımlarına entegre edilmiş HAZUS, KOERLOSS, DBELA gibi araçlar ya da sadece afet yönetimi odaklı açık kaynak kodlu MAEviz ve HAZTURK gibi yazılımlar sıklıkla kullanılmışlardır (Karaman, 2009). Bu kullanımlar sonucu elde edilen geri beslemeler sayesinde CBS’nin afet yönetiminde kullanım olasılıkları ve güvenilirliği de artmıştır. Çalışma kapsamında da kullanılan CBS ve ilgili yazılımlar hem ilgili verilerin aynı datum ve koordinat sisteminde işlenebilmesini hem de çıktı verilerinin mevcut harita ve CBS veri standartlarına uygun olarak üretilmesini sağlamıştır. Ek olarak, CBS’nin avantajı olarak geliştirilen model ve araç arayüzü ilgili işlem adımlarının kullanıcılar için hem hızlı hem de kolayca gerçekleştirilmesini sağlamaktadır.

Çalışma kapsamında, İstanbul’da karşılaşılması olası bir deprem sonucunda ihtiyaç duyulacak geçici barınma alanlarının tespiti için çok ölçütlü analiz yapılmasına olanak sağlayan CBS tabanlı bir model geliştirilmiştir. Bu kapsamda afet sonrası evsiz ve açığa kalacak olan vatandaşların geçici olarak yerleştirilmesi için en uygun alanlar gerekli ihtiyaçlara göre belirlenmiş ve bu alanlar sıralandırılmıştır. Böylelikle hem en uygun geçici barınma alanları belirlenmiş hem de hangi alanın ne kadar uygun olduğu ortaya çıkarılmıştır. Bu kapsamda dünya üzerinde sıkça kullanımda olan karar destek sistemlerinden biri olan çok ölçütlü karar verme teknikleri coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla bir bilgisayar modeli olarak kullanılmıştır.

2. ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR ANALİZİ

Çok ölçütlü mekânsal karar analizi ölçüt değerleriyle seçeneklerin coğrafi konumlarına da gereksinim duymaktadır. Veriler, bir CBS programı ve çok ölçütlü karar verme teknikleri kullanılarak işlenmekte ve karar verme için gerekli bilgiler edinilmektedir. Sonuçta, veriler CBS kullanılarak işlendiğinden, CBS tabanlı çok ölçütlü karar analizi ve

çok ölçütlü mekânsal karar analizi terimleri aynı anlamı içerecek şekilde kullanılmaktadır. Çok ölçütlü mekânsal karar analizi, mekânsal veri ile veri gruplarının birbirleriyle birleştirilmesi ve birbirine dönüşümüyle bir bileşke karar çıktısını oluşturan işlemlerden oluşmaktadır. Çok ölçütlü karar verme süreçleri, girdi harita verisi ile çıktı harita verisi arasındaki ilişkiyi tanımlamaktadır. Bu süreçler, daha önceden belirlenmiş karar verme kurallarına göre mekânsal verilerin kullanımını, işlenmesini ve karar vericinin tercihlerini içermektedir. Mekânsal çok ölçütlü karar analizinin önemli bir özelliği ölçüt değerlerine dayanan mekânsal olguların değerlendirilmesini ve değerlendirme ölçütlerine dayanan karar vericinin tercihlerini içermesidir. Bu bağlamda, analizin sonuçları sadece mekânsal objelerin dağılımıyla sınırlı kalmamakta aynı zamanda karar verme işleminin içine karar vericinin değer yargıları da katılmaktadır.

Çok ölçütlü mekânsal karar analizinde iki önemli husus belirlemektedir. Biri, verinin kazanımı, depolanması, işlenmesi ve analizinden sorumlu olan CBS; diğeri ise mekânsal veriler ile karar vericinin tercihlerinin toplanıp harmanlanmasından sorumlu olan çok ölçütlü karar verme işlem ve yöntemleridir. Bu bağlamda, CBS ve çok ölçütlü karar verme tekniklerinin en önemli rolü bir mekânsal problemin çözümünde karar vericinin etkin ve etkili bir şekilde karar verme işlemini başarmasına destek sağlamaktır. CBS'nin yapabilirliklerin çok ölçütlü karar verme teknikleriyle bütünleştirilmesi karar verme işleminin tüm aşamalarında karar vericiye destek sağlamaktadır (Malczewski, 1999a)

Karar verme, tüm karar vericiler için büyük önem arzeden eylemlerden biridir. Karar vericiler, karar verme işleminin herhangi bir aşamasında çeşitli problemler ile yüzyüze gelmek durumundadırlar. Örneğin bir afet yöneticisi yeni ve ihtiyaç duyulan bir acil durum merkezi için en uygun yeri, bu yer için gerekli kaynakları ve tesisi işletmek için gereken mali kaynağı araştırmak durumunda kalabilir. Bu ve benzeri karar verme problemleri yapılarından dolayı çok ölçütlüdür. Uygulamada çok ölçütlü mekanizmayı içeren ve karar verme işlemine destek sağlayan birçok yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden biri Saaty (1977) tarafından geliştirilen Analitik Hiyerarşi Yöntemi-AHY (Analytic Hierarchy Process)'dir.

2.1. Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHP)

AHP geliştirildiği günden beri birçok alanda uygulama olanağı bulmuştur. Yer analizi, kaynak tahsisi, proje değerlendirme, pazarlama, enerji, eğitim, risk analizi, çevresel etki değerlendirme, erişebilirlik analizi, arazi uygunluk analizi ve yer seçimi analizi bu uygulama alanlarından bazılarıdır (Erden ve Karaman, 2012). AHP öznel ve nesnel değerlendirme ölçütlerini içeren çok ölçütlü karar problemlerinin çözümünde kullanılan bir yöntemdir (Saaty, 1977). AHP genel olarak üç temel prensibe dayanmaktadır: problemi parçalara ayırma ve hiyerarşi oluşturma (decomposition), karşılaştırmalı karar verme ve tercih matrisinin oluşturulması (comparative judgement) ve önceliklerin sentezlenmesi (synthesis of priorities) (Saaty, 1977; Saaty, 1980; Harker ve Vargas, 1987). Parçalara ayırma prensibinde hiyerarşik bir yapı yaratılmakta ve problem bu hiyerarşik yapıya göre çözümlenmektedir. Karşılaştırmalı karar verme aşamasında ölçütler, çiftler şeklinde belirlenmekte ve birbirleriyle karşılaştırmalı olarak incelenmektedir. Her bir hiyerarşi düzeyinde belirlenen ağırlıklar genel bir ölçekte toplanıp sentezlenerek seçeneklerin önceliklendirilmesi aşamasında kullanılmaktadır (Saaty ve Niemira, 2006).

Karar verici, hiyerarşik yapıyla, bir problem ile ilgili tüm detayları oldukça eksiksiz bir biçimde tanımlayabilmektedir. Hiyerarşinin, amaç, ölçütler ve seçenekler şeklinde düzenlenmesinin sağlayacağı yararlar aşağıda belirtilmiştir (Saaty, 1994b):

1. Karar probleminin doğasında olan karmaşık ilişkilerin tanımlanmasına olanak sağlayarak problemin kavranmasını kolaylaştırmaktadır,
2. Karar problemini modüler bir yapıya indirgeyerek problemin çözümünde etkinlik sağlamaktadır,
3. Sağlam ve esnek bir yapıya sahiptir. İyi yapılandırılmış hiyerarşide yapılacak küçük değişiklikler sistemin genel performansını etkilememektedir.

Tüm bunlara ek olarak hiyerarşik yapının tüm parçaları birbiriyle ilişkili olmakta ve bir faktördeki değişimin diğer faktörler üzerindeki etkisi kolayca görülebilmektedir. AHY'nin hiyerarşik yapısındaki bu esneklik ve etkinlik, karar vericiye, karar verme sürecinde büyük kolaylık sağlamaktadır. Kararlar bu yapıda kurularak, birçok veri türü bir araya getirilebilmekte ve farklı gözükten nesnelere arasında karşılaştırma yapılabilmektedir (Saaty, 1994b).

İkili karşılaştırma yöntemi AHY içinde temel bir ölçme biçimidir. Bu işlem, özellikle herhangi bir anda karar verme aşamasında sadece ikili veri gruplarının birbirleriyle olan ilişkisine yöneldiğinden karar vermenin karmaşıklığını önemli derecede azaltmaktadır. İkili karşılaştırma yöntemi üç işlem adımını içermektedir. Bunlar:

- Hiyerarşinin her aşamasında bir karşılaştırma matrisinin oluşturulması
- Herbir hiyerarşi düzeyi için ağırlıkların hesaplanması
- Tutarlılık oranının belirlenmesi

Amaç, ölçüt ve alt ölçütler belirlendikten sonra, ölçüt ve alt ölçütlerin kendi aralarındaki önem derecelerinin belirlenmesi için ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur. Karar verici, bir düzeydeki öğelerin, hiyerarşide hemen bir

üst düzeyde yer alan öğeler açısından görece önemlerini saptayacak şekilde Çizelge 1’de görülen değerler ve tanımlara dayalı bir puanlama yapılmaktadır.

Çizelge 1. AHY İkili Karşılaştırma Örneği

ÖNEM DERECESESİ	TANIM
1	Eşit öneme sahip
2	Eşit ile orta arası önemde
3	Orta öneme sahip
4	Orta ve güçlü arası önemde
5	Güçlü öneme sahip
6	Güçlü ile çok güçlü arası önemde
7	Çok güçlü öneme sahip
8	Çok güçlü ile çok çok güçlü arası önemde
9	Çok çok güçlü öneme sahip

Çalışma kapsamında ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulabilmesi için literatürdeki AHY çalışmalarında da uygulanan deprem parametrelerini ve ölçütleri belirlenmiştir. Belirlenen ölçütler ve alt ölçütler Çizelge 2’de verilmektedir.

Çizelge 2. Geçici Barınma Alanlarının Tespiti için Üst ve Alt Ölçütler

Üst Ölçütler	Altyapı (AL)	Erişebilirlik (ER)	Tehlike (TH)	Topografya (TO)	Kapasite (KA)	Arazi Kullanım Türü (AK)
Alt Ölçütler	İletişim (İL)	Karayolları (KR)	Deprem Tehlike Haritası (DT)	Alt Ölçüt Yoktur	Alt Ölçüt Yoktur	Alt Ölçüt Yoktur
	İçme Suyu (SU)	Denizyolları (DN)	Tsunami Tehlike Haritası (TT)			
	Kanalizasyon (KN)	Helikopter P. (HP)	Heyelan Tehlike Haritası (HT)			
	Elektrik (EL)	Demiryolları (DM)	Su Baskını Tehlike Haritası (ST)			
	Gaz (GZ)		Kimyasal Sızıntı Tehlike Haritası (KT)			
			Yangın Tehlike Haritası (YT)			

Çizelge 2’de verilen ölçüt ve alt ölçütleri içeren anketler belirlenen ölçütler, n uzman görüşlerine göre olan ağırlıklarının elde edilmesi için hazırlanmıştır. Bu anketler Çizelge 3’te verilen uzmanlar tarafından kendi görüş ve yaklaşımları doğrultusunda doldurulmuş ve her bir uzman için bir ikili karşılaştırma matrisi elde edilmiştir.

Çizelge 3. Anket Gönderilen Kurum ve Kuruluşlar

KURUM KURULUŞ ADI	SINIFI
İstanbul Teknik Üniversitesi	Üniversite
Boğaziçi Üniversitesi - Kandilli	Üniversite
Boğaziçi Üniversitesi - Ekonomi	Üniversite
ODTÜ - Sosyoloji	Üniversite
TU Wien	Üniversite
DASK	Kamu Kurumu
Kızılay	Kamu Kurumu
İstanbul İl AFAD Müdürlüğü	Kamu Kurumu
İstanbul Büyükşehir Belediyesi	Yerel Yönetim
Aile ve Sosyal Politikalar Bakanlığı - İstanbul Şubesi	Kamu Kurumu
İstanbul İl Sağlık Müdürlüğü	Kamu Kurumu
AKUT	Sivil Toplum Kuruluşu
MAG (Mahalle Afet Gönüllüleri)	Sivil Toplum Kuruluşu
GEA (INSARAG (Birleşmiş Milletler Uluslararası Arama Kurtarma Ekipleri Tavsiye Grubu) üyesi)	Sivil Toplum Kuruluşu
University of Tabriz	Üniversite

Tüm ikili karşılaştırma matrisleri yukarıda sözü edilen kurallar uyarınca oluşturulduktan sonra ağırlık vektörü hesaplanır. Ağırlık vektörü Saaty (1980)'nin özvektör prosedürüne göre hesaplanır. Ağırlık vektörünün hesaplanması iki temel adımı içermektedir: Birincisi, ikili karşılaştırma matrisinin normalize edilmesi; ikincisi, normalize edilen değerlerden ağırlıkların hesaplanmasıdır. Hazırlanan ve katılımcı uzmanlara gönderilen ölçüt anketlerinden geri dönüşlere göre elde edilen ağırlıklar ise her bir uzman için tek tek hesaplanıp tutarlılık oranları hesaplanmıştır. Normalize edilen değerlerin oluşturduğu matrisin en büyük özdeğeri olarak adlandırılan λ_{max} değeri AHY içinde önemli bir parametredir ve Tutarlılık Oranı (TO)'nun (Consistency Ratio (CR)) hesaplanmasında bir temel katsayı olarak işlev görmektedir (Saaty, 1991b; Saaty, 1994a; Chen, 2006). TO'nun hesaplanabilmesi için öncelikle bir Tutarlılık Katsayısı (TK)'nin hesaplanması gerekir. Saaty (1980)'e göre TK'nın hesaplanması için aşağıdaki eşitlik önerilmiştir:

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

n, burada, değerlendirilen ölçüt sayısını göstermektedir. İkili karşılaştırma matrisinin tutarlı olabilmesi için;

$$\lambda_{max} = n \quad (2)$$

olmalıdır. Başka bir deyişle, λ_{max} değeri n değerine ne kadar yaklaşırsa, yapılan ikili karşılaştırmaların o kadar tutarlı olduğu düşünülür (Saaty, 1991b). Hesaplanan Tutarlılık Katsayısı (TK)'nden anlamlı yorumlamalar yapabilmek amacıyla Saaty (1980) tarafından Tutarlılık Oranı (TO) terimi tanımlanmıştır:

$$TO = \frac{TK}{RK} \quad (3)$$

Burada RK, Rastlantısal Katsayı (Random Index) olarak adlandırılmaktadır. RK rastlantısal olarak belirlenmiş ikili karşılaştırma matrisinden türetilmiş bir katsayı değeridir. RK değerleri karşılaştırılan ölçüt sayısına bağlı olmaktadır. Ölçüt sayısı arttıkça RK değerleri de artmaktadır. Saaty (1980) tarafından, ayrıca, TO için bir üst limit de belirlenmiştir. Eğer $TO < 0.1$ olursa bu oran ikili karşılaştırmaların kabul edilebilir bir düzeyde olduğunu göstermektedir. Eğer $TO \geq 0.1$ ise bu oranın değeri ikili karşılaştırmaların tutarsız olduğunu gösterir ki tüm işlemin en baştan tekrarlanması gerekir. Başka bir deyişle, ikili karşılaştırma matrisinin elemanları tekrar gözden geçirilmeli ve bu işlemlerden sonra yeni bir tutarlılık oranı hesaplanmalıdır. Bu kapsamda uzmanlardan elde edilen anketler değerlendirilerek tutarlılık oranları 0.1'den fazla olanlar uzmanlara geri gönderilerek yeniden değerlendirilmesi sağlanmıştır.

3. UYDU GÖRÜNTÜLERİNİN KULLANILARAK İSTANBUL İL SINIRLARINDA BOŞ ALANLARIN BELİRLENMESİ

İstanbul il sınırları içerisindeki geçici barınma olarak kullanılabilir alanların uzaktan algılama yöntemleri belirlenmesi, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından belirtilen kişi başı 4.5-5.5 m² sığınak alanı ve maksimum 10000-12000 insan barındırma standartları göz önüne alınarak gerçekleştirilmiştir. Öncelikle elde edilen görüntülerin geometrik ve radyometrik düzeltmeleri tamamlanmıştır. Ön işleme adımlarından sonra elde edilen görüntüler üzerinde uzaktan algılama görüntü işleme teknikleri ve filtreleri kullanılarak açık alanların belirlenmesi işlemi gerçekleştirilmiştir.

Uydu görüntüleri üzerinde yapılan farklı görüntü işleme tekniklerinin başında sınıflandırma işlemi gelmektedir. Sınıflandırma işlemi, obje tabanlı ve piksel tabanlı yöntemler başlığı altında iki farklı yöntem genelinde gerçekleştirilebilir. Piksel tabanlı sınıflandırma da pikseller sahip oldukları gri değerlere göre farklı istatistiksel yöntemler ve yer gerçeği verisi ile birlikte sınıflandırılırken, obje tabanlı sınıflandırmada pikseller gruplandırılarak görüntü içerisindeki piksel öbekleri sınıflandırılmaktadır. Bu çalışmada çadır alanlarına temel teşkil edecek açık alanların bulunmasında obje tabanlı sınıflandırma yöntemi kullanılmıştır. eCognition Developer yazılımı kullanılarak uydu görüntüleri önce öbekler haline getirilerek sonrasında gerekli sınıf tanımlamaları ile görüntü ilgili sınıflara ayrılmıştır.

Çalışma kapsamında güncel görüntülere erişimi sağlayan NASA (US-National Aeronautics and Space Administration) tarafından uzaya yerleştirilmiş LANDSAT 8 uydu görüntüleri kullanılmıştır. Görüntülere keskinleştirme işlemi yapılarak çok spektrumlu bantlar pankromatik bant ile birlikte işlenerek 15m çözünürlüğe ulaşılmıştır. İstanbul çalışma alanını kapsayan 30.07.2013 tarihinde çekilmiş, 180/31 ve 180/32 numaralı iki ayrı LANDSAT görüntüsü çalışma kapsamında temin edilmiştir (URL1) (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanını kapsayan LANDSAT 8 görüntüleri

Objeye tabanlı sınıflandırma görüntü çözünürlüğü önemli bir unsur olarak ortaya çıkmaktadır. Görüntü çözünürlüğü yükseldikçe oluşan segmentlerin boyutu da küçülecek ve görüntü üzerinde daha küçük özelliklerin tek segmentler halinde belirlenmesi mümkün olacaktır. Çalışma kapsamında kullanılan 15 metre çözünürlüklü görüntü orta çözünürlüklü görüntüler kapsamında girmektedir.

Bu kapsamda görüntünün objeye tabanlı sınıflandırmada segmentasyon aşamasında küçük bir değer 10 ölçek faktörü seçilmiştir. Ölçek faktörü küçüldükçe görüntüde daha küçük piksel grupları segmentleri oluşturmaktadır. Ayrıca görüntünün segmentasyonunda hem spektral hem de uzamsal özelliklere aynı derecede ağırlık verilerek segmentasyon gerçekleştirilmiştir.

Sınıflandırma da kullanılan üst görüntüde toplamda 128000 obje elde edilmiştir. Böylece milyonlarca pikselle çalışmak yerine belli sayıda obje sınıflandırmaya temel teşkil edilecektir. Objeye tabanlı sınıflandırmanın bir dezavantajı olarak bazı objeler homojen yapıda oluşabilmektedir, örneğin içerisinde bahçe olan kare şeklinde bir yapı tek bir obje olarak çıkacağından içerisindeki yeşil alanda bina olarak sınıflandırılabilir. Yukarıda bahsedilen ölçek parametresi küçültüldüğünde daha küçük objeler elde etmek mümkün olacaktır fakat bu şekilde de hem işlem yükü çoğalacak hem de mekânsal özellikler az kullanılmış olacaktır. Sınıflandırma açısından önemli olan bir görüntüyü sınıflandırmaktan öte farklı görüntülerde çalışacak bir kural dizisi oluşturmaktır, (Kalkan ve Maktav, 2010) bu çalışmada bu noktadan hareketle bir kural dizisi oluşturulmuştur. Çalışmanın bu aşamasında üzerinde yapılaşma olmayan alanların belirlenmesi önceliğinden yola çıkılmıştır. Görüntünün sınıflandırılmasında adım adım işlemler birleştirilerek otomatik bir süreç elde edilmiştir. Böylece görüntüdeki açık alanlar otomatik olarak belirlenmektedir.

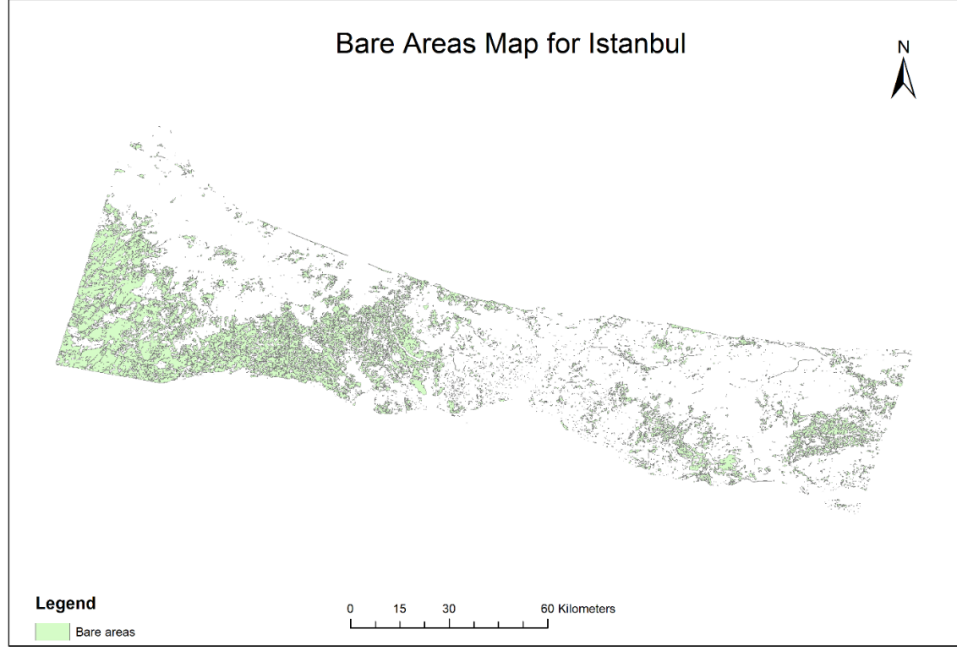
Bu amaçlar görüntüdeki su alanları ve bitki örtüsü alanları farklı uzaktan algılama görüntü indeksleri sınıflandırılarak eleştirilmiştir. Su yapılarının sınıflandırılmasında yoğun olarak kullanılan NDWI (Normalized Difference Water Index) (Gao, 1996) ve bitki örtüsü özelliklerinin sınıflandırılmasında ise NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) (Rouse vd., 1973) kullanılmıştır. Sınıflandırma sırasında kullanılan indeksler ile sınıf tanımları yapılarak bazı eşik değerler belirlenerek sınıflandırma gerçekleştirilmektedir. Bu eşik değerler görüntü bazında değişebilecek değerler olup kullanıcıların bu değerleri değiştirmesi dışında ekleyeceği yeni bir özellik bulunmamaktadır. Bu eşik değerlerinin belirlenmesinde kesin değerler bulunmamakta olup iteratif olarak yapılacak testler ve yer gerçeği verisinden alınan örnekler ile oluşturulacak havuz kullanılarak bu değerler tespit edilebilir (Kalkan ve Maktav, 2010).

Açık alanların belirlenmesinde kullanılan özellikler Çizelge 4’te verilmiştir. Bu özellikler toprak alanların yüksek ayrışım gösterdiği mavi bant ve görüntüdeki diğer özellikler ile ayrışmasını sağlayan parlaklık (brightness) değerlerinin aritmetik işlemleri ile hesaplanan değerlerdir.

Çizelge 4. Açık alan sınıf tanımlama özellikleri

BELİRLEME DEĞERİ	DEĞER KULLANIM SEBEBİ
Mavi bant değeri / Kırmızı bant değeri	Toprak alanlarda mavi bant değeri yüksek olduğundan yüksek değerler almaktadır.
Parlaklık değeri * Mavi bant değeri	Toprak alanlarda mavi bant değeri ve parlaklık değeri yüksek olacağından değer katlanacaktır ve ayırım kolaylaşacaktır.
Parlaklık değeri	Toprak alanların parlaklık değeri diğer arazi örtüsü sınıflarına göre yüksek olacaktır.

Açık alan sınıf tanımlamaları sonrası LANDSAT 8 görüntüsü üzerinden uygun açık ve boş alanlar belirlenmiş ve Şekil 2’de ArcMap uygulamasında verilmiştir.

**Şekil 2.** Görüntüde belirlenen açık ve boş alanlar

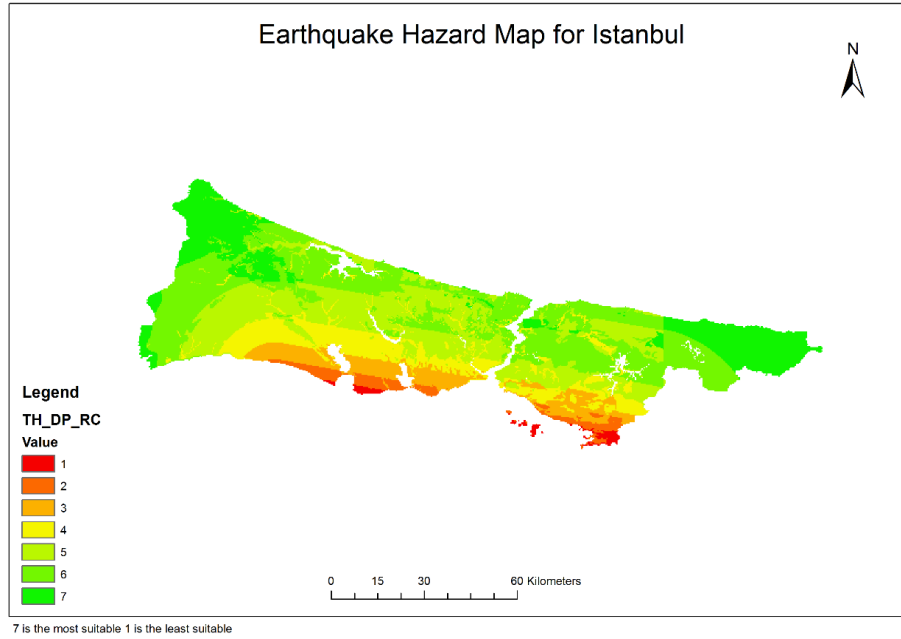
4. VERİLERİN HAZIRLANIP MODELİN OLUŞTURULMASI

Bu aşamada dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, oluşturulacak modelde girdi olarak kullanılacak olan verilerin format ve sınıflandırmalarıdır. Çalışmanın ana amacı AHP ile çok ölçütlü karar analizi çalışmasını CBS ile mekansal olarak gerçekleştirmek olduğu için girdi verilerini kullanılan yazılımın kabul edeceği veri formatına mevcut veriler ve uluslararası standartlara göre dönüştürmek önemlidir.

Bu kapsamda tüm ana ve alt ölçütlere ilişkin veriler ArcMap yazılımı Weighted Sum analizi kullanımını temel alan modele girdi olacak şekilde düzenlenmiştir. Öncelikle modelin ilk şartı tüm girdi verilerinin Raster veri formatında olmasıdır. Bu nedenle ölçütlere dair elde edilen veriler veri türüne ve ölçüt özelliğine göre önce yakınlık (near) analizleri ile olumlu ya da olumsuz ölçüte çalışma alanını tanımlayan objelerin uzaklıklarının belirlenmesi ile düzenlenmişleridir. Ardından verilerin özneliliklerine, boyutlarına ya da uzaklıklarına göre uluslararası standartlarda belirtilen aralıklarla sınıflandırılması tamamlanmıştır. Tüm bu işlemlerin ardından verilerin raster formatına dönüştürülmesi tamamlanmıştır. Bu aşamadaki veriler artık oluşturulan modelde girdi olarak kullanılabilir hale gelmiştir.

4.1. Model Özellikleri

Geliştirilen ve Şekil 5’te verilen model, girdi olarak kullanılacak olan raster verisetlerinin belirlenen sınıf sayısına ve sınıf değerlerine göre sınıflandırılmalarıyla başlar. Oluşturulan raster formatındaki ölçütlerin haritalarının karar vericiler tarafından hızlı ve kolay bir şekilde algılanabilmesi için yedi sınıfta sınıflandırılması yapılmıştır. Yapılan sınıflandırmaların ardından alt ölçütler için toplam onyediyi raster girdi verisi üretilmiştir. Bu verilerden biri olan yedi sınıf sayısı ile sınıflandırılmış İstanbul ili deprem tehlike haritası örnek olarak Şekil 3’te verilmektedir. Modelde 7 değeri sonuç için en uygun ya da istenen bölgeleri temsil ederken, 1 değeri modelde barınma alanı olarak kullanılmayacak olan bölgeleri ilgili ölçütler için göstermektedir.



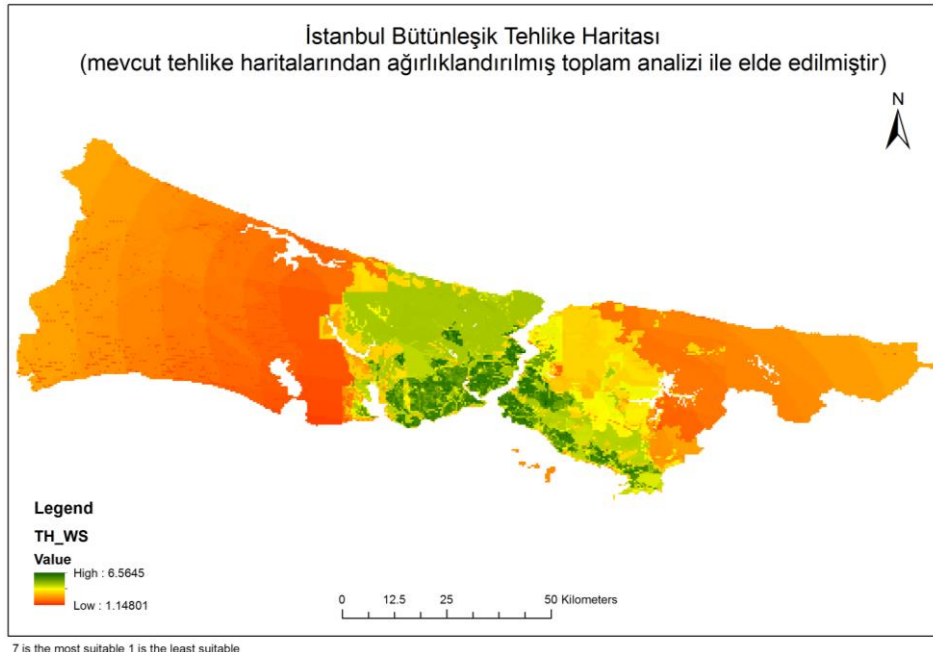
Şekil 3. 7 sınıf ile sınıflandırılmış İstanbul deprem tehlike haritası alt ölçüt girdi verisi

Bu sınıflandırma sayısı, Schoppmeyer (1978) tarafından “haritanın kartografik olarak algılanabilirliğin yedi sınıftan fazla olmaması gerektiği” vurgusuna dayanmaktadır. Sınıf sayısı arttıkça algılanabilirlik azalmakta, sınıf sayısı azaldıkça verilmek istenen bilgi azalmaktadır. Sınıflandırma esnasında kullanılacak birçok yöntem bulunmaktadır. Bunlardan bazıları;

1. El ile (manual)
2. Eşit aralıklı (equal interval)
3. Dağılım (quantile)
4. Doğal aralık (natural breaks) ve
5. Standart sapma (standart deviation)’ dir.

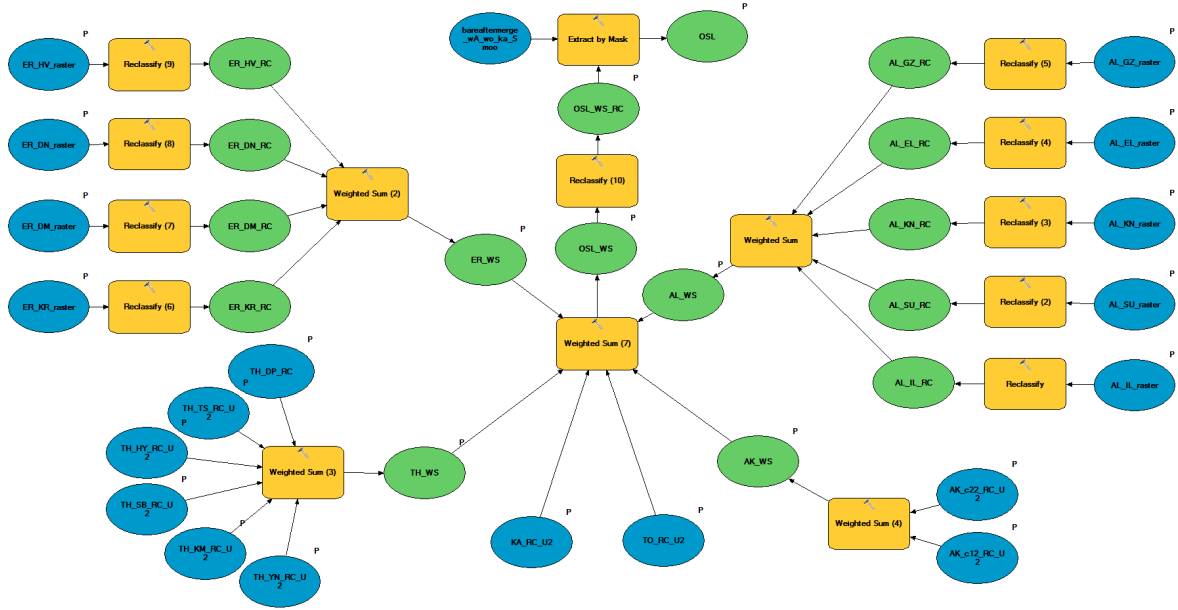
El ile sınıflandırma toplam değer aralığını kullanıcının belirleyeceği sınırlara göre sınıflandırırken, eşit aralıklı sınıflandırma toplam değer aralığını eş aralıklara bölmektedir. Her iki yöntem de kullanıcı tarafından kolay algılanabilir bir lejant oluşturmakta ve süreklilik arzeden verilerle en iyi uyumu sağlamaktadır (ESRI, 2011).

Yer seçim modelinin bir sonraki adımı, modelin alt ölçütlerine dair 7 sınıf ile sınıflandırılmış raster verisetlerinin etkileri, mekânsal analiz yöntemlerinden ağırlıklandırılmış toplam (weighted sum) yöntemi ile birleştirilerek üst sınıf ölçütlerinin raster formatındaki haritalarının üretilmesidir. Bu kapsamda altı adet ağırlıklandırılmış raster veriseti üretilmiştir. Bir örnek olarak İstanbul İli Bütünleşik Tehlike Haritası Şekil 4’te verilmiştir.



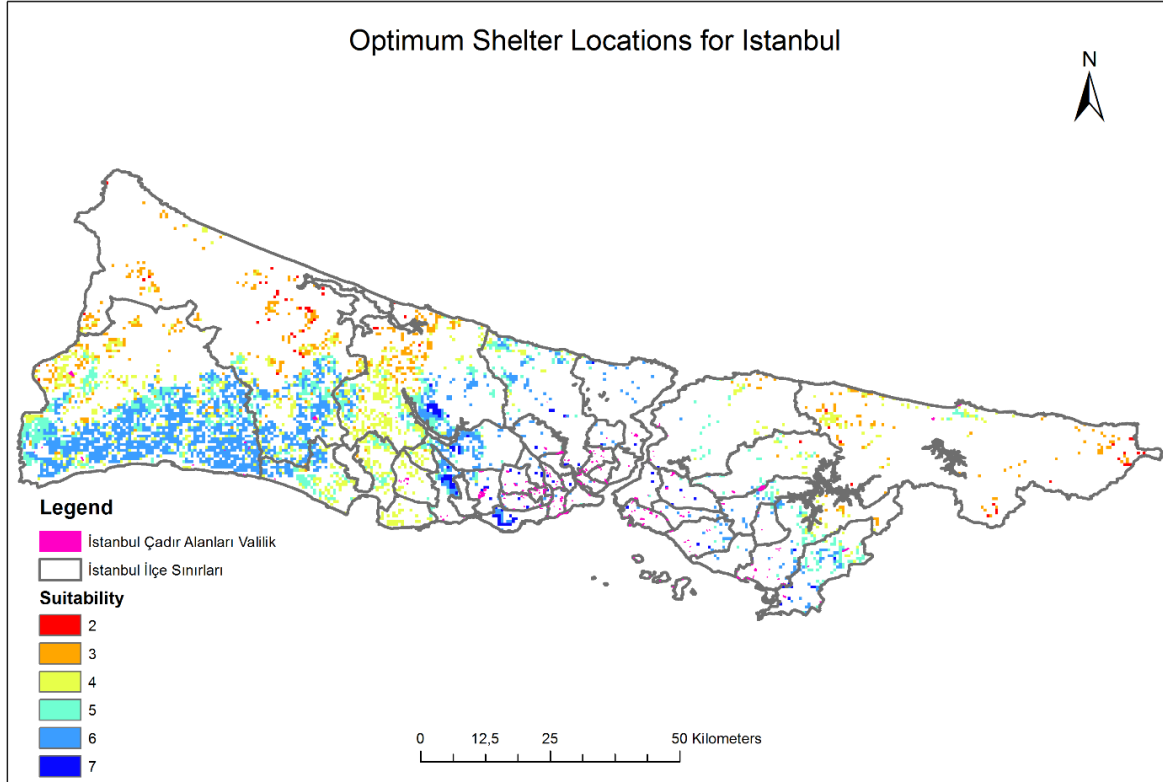
Şekil 4. Modelin 2. Adımında Oluşturulan İstanbul İli Bütünleşik Tehlike Haritası

Bu adımı takiben oluşturulan üst sınıf ölçütlere dair verisetlerinin etkileri, bir önceki adımda kullanılan ağırlıklandırılmış toplam (weighted sum) yöntemi ile birleştirilerek çalışma bölgesinin geçici barınma alanları olarak kullanılabilir bölgelerin belirlenmesi yapılmaktadır.



Şekil 5. Optimum Barınma Alanı Konumu Modeli

Sonuç olarak üretilen ürün tüm İstanbul'daki alanları, belirlenen 7 sınıf değeri ve rengine göre geçici barınma alanına uygunluğunu vurgulayacak şekilde görüntülenir. Bu ürün, çalışma amacıyla belirlenen barınma alanı olmak için en önemli şart olan boş ve açık alan olma kriterini sağlamaz. Bu nedenle bölüm 3'te açılan ve uydu görüntülerinden üretilen poligon şeklinde ve vektör veri formatındaki İstanbul'daki açık ve boş alan haritası ile üçüncü adım sonrasında üretilen sonuç raster ürün mekânsal analiz yöntemlerinden vektör maske ile seçip çıkartma (extract by mask) yöntemi kullanılarak WHO tarafından belirlenen minimum geçici barınma alanı boyutlarına uygun, boş ve açık alanlar arasındaki barınma alanı olarak kullanılabilir bölgeler elde edilmiştir.



7 is the most suitable 1 is the least suitable

Şekil 6. İstanbul İli için en uygun geçici barınma alanları

5. SONUÇLAR

Çok ölçütlü karar verme, mekansal veri ile veri gruplarının birbirleriyle birleştirilmesi ve birbirine dönüşümüyle bir bileşke karar çıktısını oluşturan işlemlerden oluşmaktadır. Çok ölçütlü karar verme süreçleri, girdi harita verisi ile çıktı harita verisi arasındaki ilişkiyi tanımlamaktadır. Bu süreçler, daha önceden belirlenmiş karar verme kurallarına göre mekansal verilerin kullanımını, işlenmesini ve karar vericinin tercihlerini içermektedir. Mekansal çok ölçütlü karar verme analizinin önemli bir özelliği ölçüt değerlerine dayanan mekansal olguların değerlendirilmesini ve değerlendirme ölçütlerine dayanan karar vericinin tercihlerini içermesidir. Bu bağlamda, analizin sonuçları sadece mekansal objelerin dağılımıyla sınırlı kalmamakta aynı zamanda karar verme işleminin içine karar vericinin değer yargıları da katılmaktadır. Bu sayede sadece tek bir bilim insanının ya da aynı görüşe sahip bir ekibin ürünü olan bir bilimsel çalışmayı dikkate almak yerine, farklı görüşlere sahip uzmanların yargı, görüş ve tercihlerinin bir bileşkesi dikkate alınabilmektedir.

Model analizi sonunda Avrupa yakasında, Arnavutköy Merkez, Mavi Göl mahalleleri, Hacımaşlı köyü, Başakşehir Şamlar köyü, Şahintepe mahallesi, Avcılar Tahtakale, Firuzkoy mahalleleri, Küçükçekmece İstasyon ve Halkalı merkez mahallesi, Bakırköy Yeşilköy, Şenlik mahalleleri, Bahçelievler Şiavuşpaşa ve Kocasinan merkez mahallesi, Esenler Havaalanı ve Kemer mahalleleri, Sultangazi Uğurmumcu mahallesi, Eyüp Defterdar, Yeşil Pınar ve Emniyet tepe mahalleleri, Şişli Huzur ve Ayazağa mahalleleri ile Kısırkaya köyü ve Sarıyer Reşitpaşa mahalleleri geçici barınma alanları için uygun alanlar içermektedir. Anadolu yakasında ise, Tuzla Aydınli, Tepeören, Aydıntepe, Yayla ve İstasyon mahalleleri, Pendik Ahmet Yesevi, Sanayi mahalleleri ile Kurtdoğmuş köyü, Sancaktepe Ferhatpaşa, Veyselkarani ve Pasakoy mahalleleri, Maltepe Büyükbakkalköy ve Zümrütevler mahalleleri, Ümraniye Yukarı Dudullu, Kadıkoy Atatürk, Çakmak, Kazım Karabekir mahalleleri, Üsküdar Bahçelievler ve Güzeltepe mahalleleri, Kadıköy Rasimpasa ve Hasanpaşa mahalleleri, Beykoz Dereseği köyü, Yeni mahalle ve Anadolu Kavağı mahalleleri, İstanbul için en uygun barınma alanlarını içermektedir.

KAYNAKLAR

Buika, J.A., 2009, A Public-Private Partnership to Develop the HAZUS Earthquake Risk Assessment Capabilities for the San Francisco Bay Area, California, A paper report in the Federal Emergency Management Agency (FEMA), Mitigation Division, Hazus.org, (2000).

Erden T, Karaman H. 2012, Analysis of earthquake parameters to generate hazard maps by integrating AHP and GIS for Kucukcekmece region. Natural Hazards and Earth System Sciences. 12(2):475-483. Available from <Go to ISI>://WOS:000300883100023 doi 10.5194/nhess-12-475-2012

ESRI, 2011, ArcGIS Resource Center. Esri.com. http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/Classifying_numerical_fields_for_graduated_symbolology/00s50000001r000000/. Accessed May 5, 2011

Gao, B.C., 1996, NDWI - A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. Remote Sensing Of Environment, 58(3), 257-266.

Harker, P.T., Vargas, L., 1978, The Theory of Ratio Scaled Estimated: Saaty's Analytical Hierarchy Process, Management Science, 33, 11, 1385-1403.

Japan International Cooperation Agency (JICA) and Istanbul Metropolitan Municipality., 2002, The Study on A Disaster Prevention/Mitigation Basic Plan in Istanbul including Seismic Microzonation in the Republic of Turkey, Final Report, December 2002, Turkey.

Karaman, H., 2009, Comparison of the Istanbul Earthquake Loss Assessment Studies, TIEMS 16th Annual Conference, Istanbul, Turkey, (2009), pp: 30-41.

Kalkan, K., & Maktav, D., 2010, Nesne Tabanlı ve Piksel Tabanlı Sınıflandırma Yöntemlerinin Karşılaştırılması (IKONOS Örneği). In III. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu. Kocaeli, Türkiye.

Kircher, C.A., Whitman, R.V., and Holmes, W.T., 2006, HAZUS Earthquake Loss Estimation Methods, Nat. Hazards Rev., 7, 2, 45-59.

Landsat, 2014, https://landsat.usgs.gov/best_spectral_bands_to_use.php

Malczewski, J., 1996, A GIS-based Approach to Multiple Criteria Group Decision Making, International Journal of Geographic Information Systems, 10, 8, 955-971.

- Naeim, F.**, 2004, Impact of the 1994 Northridge Earthquake on the Art and Practice of Structural Engineering, The Structural Design of Tall and Special Buildings, 13, 373–389.
- Rouse, J.W., Jr., R.H. Haas, J.A. Schell, and D.W. Deering**, 1973, Monitoring the vernal advancement and retrogradation (green wave effect) of natural vegetation. Prog. Rep. RSC 1978-1, Remote Sensing Center, Texas A&M Univ., College Station, 93p. (NTIS No. E73-106393)
- Saaty, T.L.**, 1977, A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures, Journal of Mathematical Psychology, 15, 234-281.
- Saaty, T.L.**, 1980, The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation, McGraw-Hill, New York, Pp: 437.
- Saaty, T.L.**, 1991, Some Mathematical Concepts of The Analytic Hierarchy Process, Behaviormetrika, 29, 1-9.
- Saaty, T.L.**, 1994, How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process, Interfaces, 24, 6, 19-43.
- Saaty, T.L., and Niemira, M.P.**, 2006, A Framework for Making a Better Decision: How to Make More Effective Site Selection, Store Closing and Other Real Estate Decisions, Research Review, 13, 1, 1-4.
- Schneider, P.J., and Schauer**, 2006, B.A., HAZUS-Its Development and Its Future, Nat. Hazards Rev., 7, 2, 40-44.
- Schoppmeyer, J.**, 1978, Die Wahrnehmung von Rastern und die Abstufung von Tonwertskalen in der Kartographie, Hohen Landwirtschaftlichen Fakultät der Rheinischen, Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn, 98 pp.