VERİ KONTROLLÜ VE UZMAN GÖRÜŞÜNÜ TEMEL ALAN YÖNTEMLERİN DUYARLILIK, TEHLİKE VE RİSK ANALİZLERİNDE KULLANILMASI

Tunç Emre TOPTAŞ[1], Candan GÖKÇEOĞLU[2], Alper ÇABUK[3]

[1]Şehir Plancısı, Teknik Hizmetler ve Eğitim Müdürü, Netcad Yazılım A.Ş. Bilkent, Ankara, tunc.toptas@netcad.com.tr
[2]Prof. Dr. Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Beytepe, Ankara, candan.gokceoglu@gmail.com
[3]Prof. Dr. Anadolu Üniversitesi, Uydu ve Uzay Bilimleri Enstitü Müdürü, Eskişehir, alper.cabuk@gmail.com

ÖZET

Mekân üzerinde verilecek her karar insan hayatını doğrudan etkiler. Bölgesel ve yerel planlar, kentsel ve kırsal fonksiyonlar için en uygun yer seçimleri, doğal tehlikesi yüksek alanların belirlenmesi, kentsel dönüşümde öncelikli alanlar vb. konularda verilecek kararların öncesinde, mekânsal analiz modellerinin doğru girdilerle ve doğru yöntemlerle tasarlanması, kararların yapılan analiz sonuçları göz önünde tutularak verilmesi hem ekonomik anlamda yatırımların doğru ve sürdürülebilir şekilde yapılması, daha da önemlisi insan hayatının korunması açısından son derece önemlidir.

'Öğrenme' ve akabinde 'çıkarsama' eylemini sağlamak için kullanılan iki ana kaynak vardır, bu kaynakların biri 'veri' diğeri de 'uzman'dır. Mekânsal yer seçim modelleri tasarlanırken problemin özelliğine ve model içinde kullanılan girdilerin kendi içinde ve diğer girdilerle olan korelasyonlarına göre oluşan belirsizliklere göre 'veri kontrollü' ve 'uzman tabanlı' yöntemler mekânsal analiz modelleri için kullanılabilirler.

Bu çalışmada örnek proje sahası üzerinde duyarlılık, tehlike ve risk analizleri 'uzman görüşünü temel alan' ve 'veri kontrollü' model tasarımları kullanılarak gerçekleştirilmiş; gerçekleştirilen birinci türev analizler bir arada aynı model içinde değerlendirilerek sahaya ilişkin 'çoklu tehlike analizi' yapılmıştır.

Çalışma alanına ilişkin; topografik, hidrotopografik, hidrolojik, jeolojik ve çevresel analizler gerçekleştirilmiş; birinci türev analizler girdi olarak kullanılarak 'Değiştirilmiş Analitik Hiyerarşi Süreci (m-AHP)' yöntemi ile heyelan duyarlılık modeli tasarlanmıştır. 'Heyelan duyarlılığı', 'depremsellik', 'jeolojik açıdan yerleşime uygunluk', 'hava kirliliği' ve 'tarımsal verimlilik' analizleri, tasarlanan mekânsal analiz modeli içinde bir arada değerlendirilerek çalışma alanı üzerinde yerleşime uygun alanlar belirlenmiştir. Ortaya çıkan mekânsal analizin doğruluk ölçümü de çalışma sahasında daha önceden gerçekleşmiş afetler referans alınarak ROC(Receiver Operating Characteristic) eğrisi ile sağlanmıştır. Çalışmanın analiz ve model tasarım aşamalarında Netcad 6 GIS/ANALİST teknolojisi kullanılmıştır.

Sonuç olarak, doğal tehlikeler konumsal olarak değerlendirilebilir ve bu değerlendirmeler mekânsal yer seçim modelleri içinde doğru tasarlanıp planlama süreçlerine dâhil edildiğinde ciddi can ve mal kayıpları engellenebilir. Doğal tehlikelerin değerlendirilmesinde ulaşılan mevcut bilimsel düzeye en büyük katkı çok disiplinli araştırmalardan sağlanmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Çoklu Tehlike Analizi, m-AHP, Netcad/ANALİST, ROC

USE OF DATA DRIVEN AND EXPERT BASED APPROACHES FOR SUSCEPTIBILITY, HAZARD AND RISK ANALYSIS

ABSTRACT

Any decision on land use analysis directly affects human life. It is extremely important to design spatial analysis models with accurate input and precise methods, to make decisions considering analysis results, and economic investments properly and sustainably in terms of protecting human life before making decisions on regional and local plans, identifying best location for urban and rural functions, locating properties that are higher in natural disaster and analyzing areas of priority in urban regeneration.

There are two main sources used to ensure 'learning' and then 'inference' actions: 'Data' and 'expert'. Data driven and expert based approaches are used in spatial analysis models based on the analysis used in spatial location selections, and uncertainties sourced from the inputs and their correlations used in models.

In this study, the case site was conducted expert based susceptibility hazard and risk analyses based on data driven model designs. Multi-hazard analysis' was performed by evaluating the combination of the first derivative of the analysis in the same model.

Topographic, hydrotopographic, hydrological, geological and environmental analyses were conducted; and landslide susceptibility model was designed with the Modified Analytic Hierarchy Process (m-AHP) model using the inputs obtained by the first derivative analyses results. 'Landslide susceptibility', 'seismicity', 'settlement suitability in the control of geological factors', 'air pollution' and 'agricultural productivity' analyses were evaluated altogether inside the designed analysis model in order to determine the suitable settlement areas. The accuracy of spatial analysis of the study area was provided by the ROC curve (Receiver Operating Characteristic) with reference to previously occurred disasters. In the analysis and design model phases of the study, Netcad / Analyst technology was used. The resulting measurement of had occurred previously. In the design phase of the study, analysis and models Netcad 6 GIS/ANALIST technology is used.

In conclusion, natural hazards can be assessed spatially. When these evaluations are precisely designed in spatial land use models and included in the planning process, serious losses of life and properties can be prevented. The greatest contribution achieved in natural hazard assessment of the available scientific level has been provided by a multi-disciplinary research.

Key Words: Multi-hazard analysis, mAHP, Netcad/ANALIST,

1. GİRİŞ

Mekân üzerinde verilecek kararlar öncesinde gerçekleştirilecek analiz modellerinin tasarımları, model içinde kullanılan girdilerin kendi içinde ve diğer girdilerle olan korelasyonlarına göre oluşan belirsizliklere göre 'veriye dayalı' ve 'uzman görüşüne dayalı' olarak belirlenirler. Aynı alana ilişkin kullanılacak analiz modelleri, iteratif olarak bir işlemin çıktısının takip eden işlemin girdisi olması şeklinde oluşturulabilir. Bu sayede çoklu tehlike analiz modelleri birden fazla duyarlılığı girdi olarak içerecek yapıda tasarlanabilirler.

Bu çalışmada çoklu tehlike analizi için tasarlanan analiz modelinin girdilerini 'heyelan duyarlılığı', 'jeolojik açıdan yerleşime uygunluk', 'depremsellik', 'tarımsal verimlilik', 'hava kirliliği' oluşturmaktadır. Bu girdilerin her birisi de parametre bazında topografik, hidrotopografik ve çevresel analizlerin girdi olarak kullanıldığı ön analiz modelleri ile oluşturulmuştur.

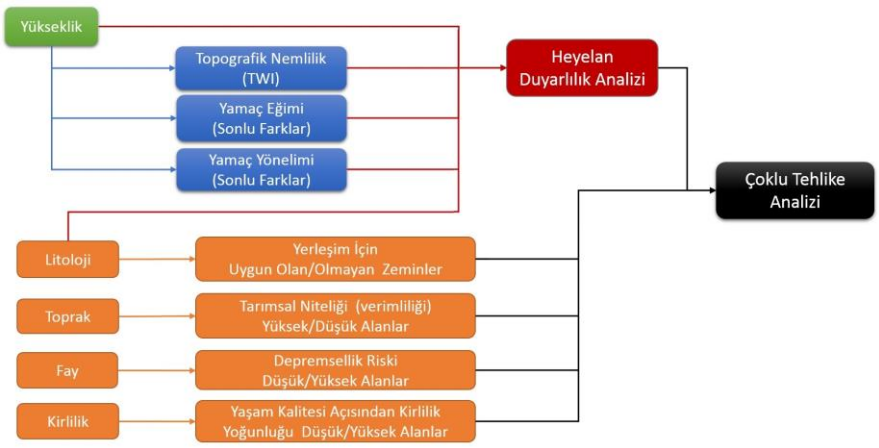
i. **Heyelan duyarlılığı;** 'topografik nemlilik', 'yamaç eğimi', 'yamaç yönelimi', 'topografik yükseklik' analizleri ile litolojik yaşlar girdi olarak kullanılarak 'uzman görüşünü temel alan m-AHP yöntemi' ile heyelan duyarlılık haritası oluşturulmuştur.

ii. **Jeolojik açıdan yerleşime uygun olan/olmayan alanlar,** çalışma sahasındaki litolojik yaşlara göre belirlenmiş, yerleşime uygunluk litolojik özelliklere göre değelendirilmiştir.

iii. **Depremsellik,** çalışma sahasındaki fayların etki alanlarının değerlendirilmesi ile faydan uzaklığa göre belirlenerek model girdisi olarak kullanılmıştır.

iv. **Tarımsal nitelik,** tarımsal arazi kullanım sınıfları göz önünde tutularak belirlenmiş, sonuçta tarımsal niteliği yüksek alanların yerleşime açılmaması hedeflenmiştir.

v. **Kirlilik,** hava kirliliği yoğunluğunun yaşam kalitesi açısından etkisi göz önünde tutuarak analiz modelinde girdi olarak kullanılmıştır.



Şekil 1. Çoklu tehlike analiz şeması

Oluşturulan modelde 'heyelan duyarlılığı', 'jeolojik açıdan yerleşime uygunluk', 'depremsellik', 'tarımsal verimlilik', 'hava kirliliği' model girdileri olarak kullanılmış; puanlanan katmanlar birbirlerine göre korelatif etkilerine göre 'veri kontrollü yöntem' ile ağırlıklı olarak çakıştırarak sonuca ulaşılmıştır.

Bu çalışmada **'veri kontrollü'** ve **'uzman görüşünü temel alan'** yöntemler gerekliliklerine göre tasarlanarak aynı mekânsal analiz modeli içerisinde kullanılmıştır.

Ortaya çıkan mekânsal analizin doğruluk ölçümü de çalışma sahasında daha önceden gerçekleşmiş doğal tehlikeler referans alınarak ROC (Receiver Operating Characteristic) eğrisi ile sağlanmıştır. Çalışmanın tüm analiz ve model tasarımı aşamalarında Netcad 6 GIS/ANALİST teknolojisi kullanılmıştır.

1.1. Heyelan Duyarlılık Haritasının Uzman Görüşünü Temel Alan 'm-AHP' (Değiştirilmiş Analitik Hiyerarşi Süreci) Yöntemi ile Oluşturulması

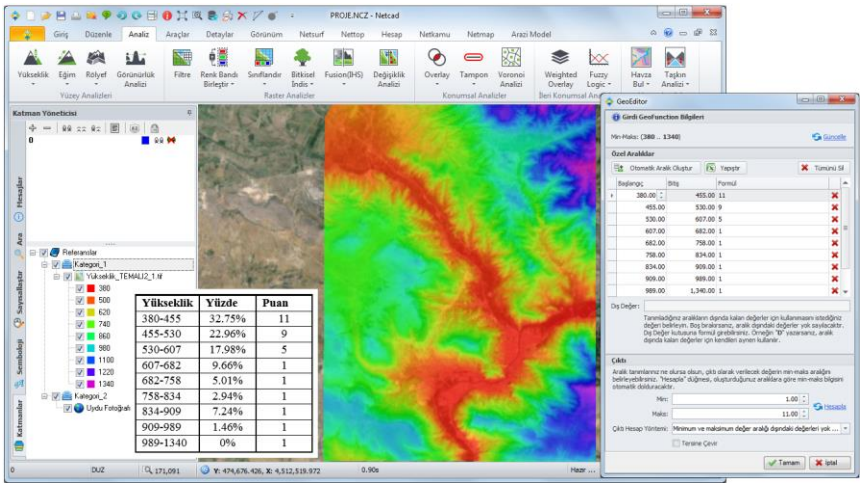
Çalışma sahasına ilişkin heyelan duyarlılık analiz modeli, yükseklik verisinin birinci ve ikinci türev analizleri olan 'topografik nemlilik', 'yamaç eğimi', 'yamaç yönelimi', 'topografik yükseklik' analizleri ile litoloji girdi olarak kullanılarak 'uzman görüşünü temel alan m-AHP yöntemi' ile oluşturulmuştur.

Heyelan duyarlılık analiz modelinde kullanılan, uzman görüşünü temel alan m-AHP yönteminde model parametrelerinin değerlendirilmesi olayın kendisi referans alınarak oluşturulmştur.

1.1.1. 'Topografik Yükseklik' Analizi ve Yükseklik Değerlerinin Heyelan Duyarlılığı Açısından Uzman Görüşüne Göre Değerlendirilmesi

Topografik yükseklik, her bir gridin deniz seviyesine göre yükseklik değerlerini tanımlar. Araziden alınan yükseklik değerlerine sahip noktaların lineer enterpolasyon yöntemi ile sayısal yükseklik modelinin üretilmesi ile oluşturulur. Sayısal yükseklik verisi girdi olarak kullanılarak çalışma alanına ilişkin 'Topografik Yükseklik' analizi Netcad 6 GIS/ANALİST ile gerçekleştirilmiştir.

Gerçekleşmiş heyelanlar ile yükseklik değerleri birlikte değelendirildiğinde, proje alanında genel olarak heyelanların yüksekliğin düşük olduğu alanlarda görüldüğü gözlemlenmiş ve yükseklik tematikleri baz alınarak uzman görüşü puanlamalara yansıtılmıştır. Çalışma alanı, en düşük 380m en yüksek 1340m yükseklik değerne sahiptir; bu sahada gerçekleşmiş heyelanların %73.69'u 380m-607m yükseklik değerindeki alanlarda gerçekleştiği gözlemlenmiş, uzman görüşüne göre belirlenen değerler Geoeditor operatörü üzerinden Nefeslioglu et al. (2013) tarafından önerilen m-AHP modeline girilmiştir.

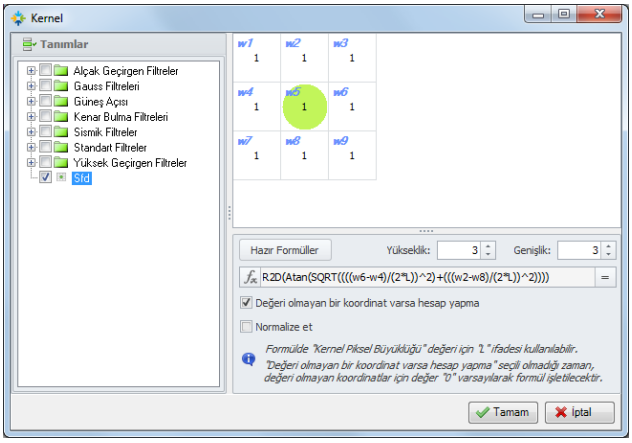


Şekil 2. Topografik yükseklik analizi ve uzman görüşü ile puanlaması

1.1.2. 'Yamaç Eğimi Analizi (Sonlu Farklar)' ve Yamaç Eğimi Değerlerinin Heyelan Duyarlılığı Açısından Uzman Görüşüne Göre Değerlendirilmesi

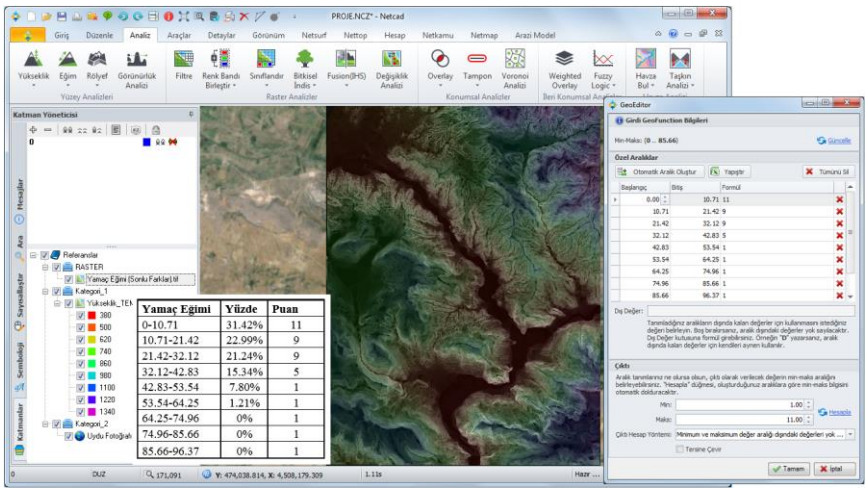
Sayısal yükseklik modelinin birincil türevlerinden bir tanesi olan 'Yamaç Eğimi', topografik dikliğin azalma yönünde yükseklik değerlerindeki değişim miktarının bir ölçüsü olarak ifade edilmektedir (Gallant and Wilson, 2000).

Yamaç eğimi heyelan duyarlılığı için en kritik parametrelerden birisidir. Raster yükseklik verisi girdi olarak kullanılarak çalışma alanına ilişkin 'Yamaç Eğimi' analizi Netcad 6 GIS/ANALİST ile 'sonlu farklar' yöntemine göre gerçekleştirilmiştir.



Şekil 5. Netcad 6 GIS kernel yapısı ile yamaç eğimi formülü

Gerçekleşmiş heyelanlar ile sonlu farklara göre hesaplatılmış yamaç eğimi değerleri birlikte değelendirilmiştir. Çalışma alanında gerçekleşmiş heyelanların %75.65'i 0 – 32.12 yamaç eğimi değerine sahip alanlarda gerçekleştiği gözlemlenmiş, uzman görüşüne göre belirlenen değerler Netcad 6 GIS/ANALİST GeoEditor operatörü üzerinden m-AHP modeline girilmiştir.

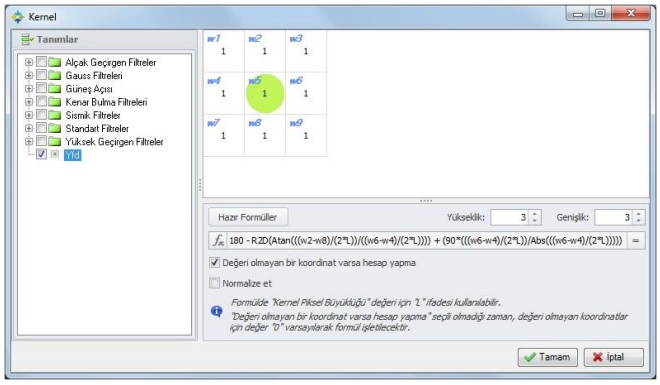


Şekil 6. Yamaç eğimi analiz sonucu ve uzman görüşü ile puanlaması

1.1.3. 'Yamaç Yönelimi Analizi (Sonlu Farklar)' ve Yamaç Yönelim Değerlerinin Heyelan Duyarlılığı Açısından Uzman Görüşüne Göre Değerlendirilmesi

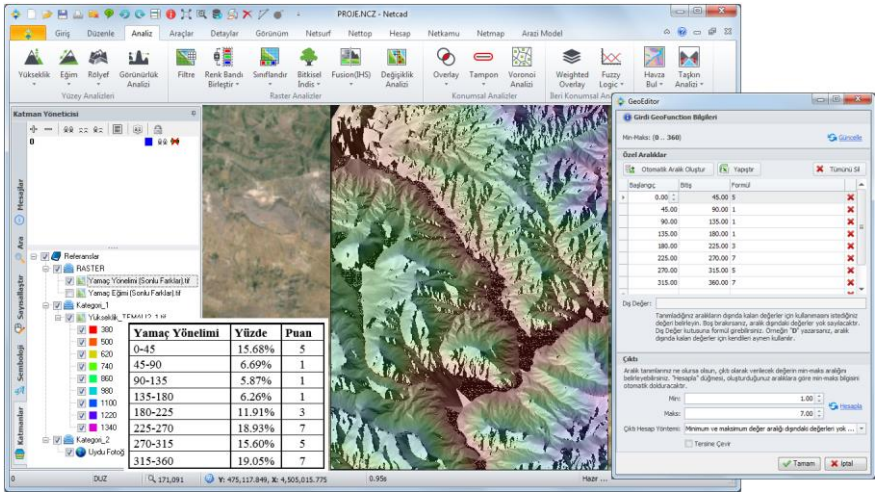
'Yamaç Yönelimi' Gallant and Wilson (2000) tarafından, topografik dikliğin azalım doğrultusunun kuzeyden itibaren saat yönünde yapmış olduğu açı olarak tanımlanmaktadır. Yine aynı araştırmacılar derece cinsinden yamaç yönelimi değerinin sayısal yükseklik modelinin birinci dereceden türevini esas alan sonlu farklar yöntemini kullanarak aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabileceğini ifade etmektedirler.

Raster yükseklik verisi girdi olarak kullanılarak çalışma alanına ilişkin 'Yamaç Eğimi' analizi 'sonlu farklar' yöntemine göre kernel formülasyonu ile hesaplatılmıştır.



Şekil 8. Netcad 6 GIS kernel yapısı ile yamaç yönelimi formülü

Oluşturulan yamaç yönelimi analizi ile gerçekleşmiş heyelan alanları birlikte değerlendirildiğinde; çalışma sahasındaki gerçekleşmiş heyelanların %69.34'ünün kuzey, batı ve güney yönlerde olduğu gözlemlenmiş ve uzman görüşü mAHP modeline Geoeditor editörü üzerinden girilmiştir.



Şekil 9. Yamaç yönelimi analiz sonucu ve uzman görüşü ile puanlaması

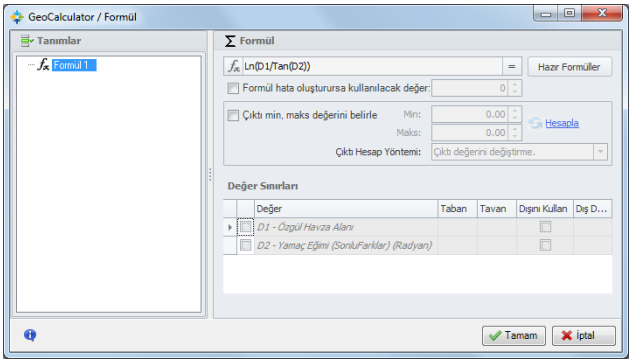
1.1.4. 'Topoğrafik Nemlilik Endeksi-TWI' Analizi ve TWI Değerlerinin Heyelan Duyarlılığı Açısından Uzman Görüşüne Göre Değerlendirilmesi

'Topografik nemlilik endeksi (TWI)', topografik anlamda suya doygun alanların lokasyonlarının ve boyutlarının ifade edilmesi amacıyla kullanılmaktadır. TWI, topografik anlamda suya doygun alanların lokasyonlarının ve boyutlarının ifade eder.

Topografik nemlilik endeksi, 'özgül havza alanı' ve 'yamaç eğimi(sonlu farklar)' parametreleri kullanılarak aşağıdaki formüle göre hesaplatılmaktadır. Homojen ve izotrop bir ortam ve tek tip zemin koşulu varsayımlarını dikkate alarak, TWI'nin hesaplanmasına yönelik aşağıdaki eşitlik önerilmektedir Moore et al. (1991).

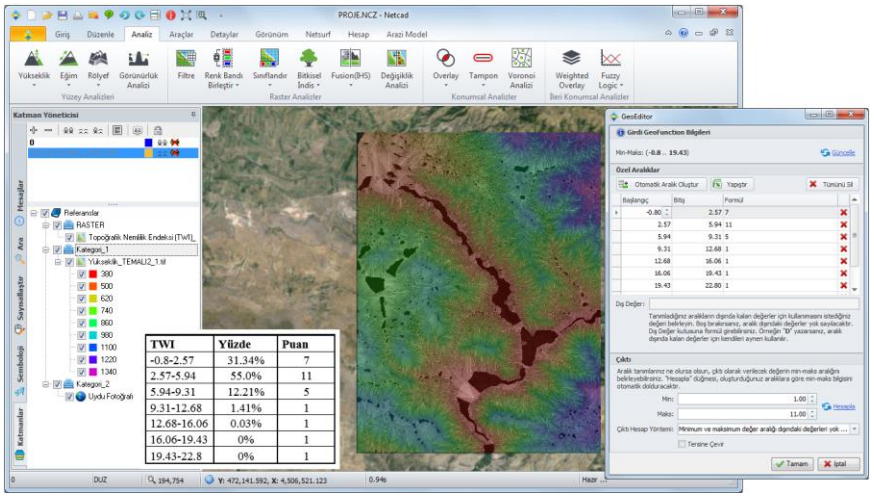
Burada, As özgül havza alanı B ise yamaç eğimi olarak verilmektedir. Söz konusu indeksin önemli sıralamalarından bir tanesini, tek tip zemin koşuluna ilişkin gerçekleştirilen varsayı oluşturmaktadır. Ancak, Wood et al. (1990) topografyadaki değişimlerin, zemin geçirgenliğindeki değişimlerle karşılaştırıldığında çok daha yüksek olduğunu göstermişlerdir. Buna bağlı olarak araştırmacılar, Eşitlikte verilen ifadenin TWI hesaplamalarında kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Burada dikkat edilmesi gereken önemli hususlardan bir tanesini, grid hücre yapısına sahip bir veri modeli içerisinde özgül havza alanını (As) değerlendirilmesine ilişkin uygulanan yöntem oluşturmaktadır. Söz konusu alanı hesaplanmasına yönelik süreç içerisinde gerekli girdi parametrelerinden birini kontur uzunluğu oluşturmaktadır, bu uzunluk grid hücre yapısına sahip modelde bir gridin bir kenar uzunluğuna eşit alınmakta, bununla birlikte bir diğer parametre olan yamaç yukarı beslenme alanına ilişin değer ise ilgili grid hücresini akış ile besleme potansiyeline sahip diğer grid hücrelerinin alansal toplamına eşit kabul edilmektedir.

Özgül havza alanı söz konusu beslenme alanını burada ifade edilen kontur uzunluğuna oranı olarak tanımlanmaktadır (Wilson and Gallant, 2000).



Şekil 11. Netcad 6 GIS kernel yapısı ile Topografik Nemlilik Endeksi kernel formülü

Raster yükseklik verisi girdi olarak kullanılarak topografik nemlilik endeksi ile çalışma alanına ilişkin 'Topografik Nemlilik Endeksi (TWI)' analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanında gerçekleşmiş heyelanların %55'i 2.57-5.94 aralığındaki TWI değerine sahip alanlarda gerçekleşmiştir. Uzman görüşüne göre belirlenen değerler Netcad 6 GIS/ANALİST GeoEditor operatörü üzerinden m-AHP modeline girilmiştir.

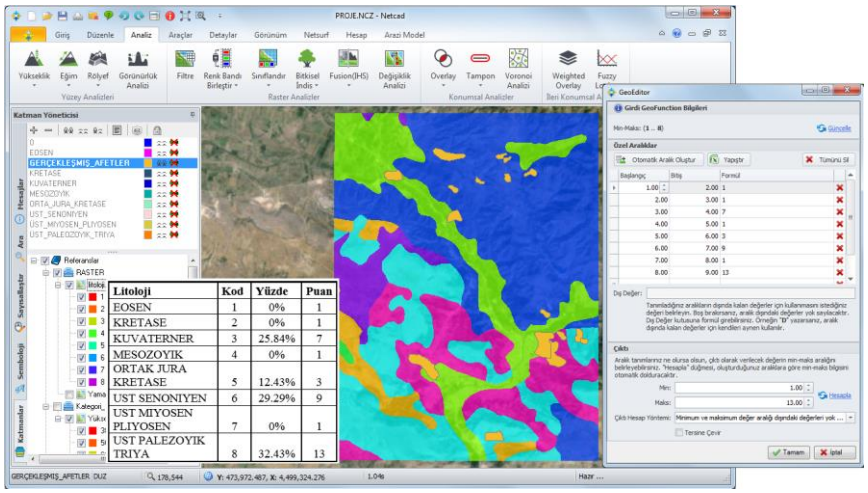


TWI	Yüzde	Puan
-0.8-2.57	31.34%	7
2.57-5.94	55.0%	11
5.94-9.31	12.21%	5
9.31-12.68	1.41%	1
12.68-16.06	0.03%	1
16.06-19.43	0%	1
19.43-22.8	0%	1

Şekil 12. Topografik Nemlilik Endeksi analiz sonucu ve uzman görüşü ile puanlaması

1.1.5. 'Litoloji' Analizi ve Litolojik Farklılıkların Heyelan Duyarlılığı Açısından Uzman Görüşüne Göre Değerlendirilmesi

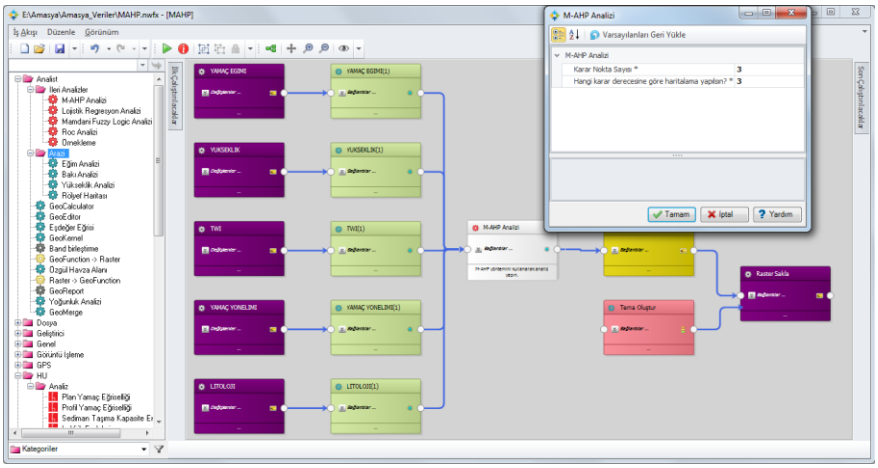
Heyelan oluşumunda bölgenin litolojk özeelikleri son derece önemli bir farktördür. 'Bu nedenle, proje sahasının jeoloji haritası (MTA 1/25000 Jeoloji Haritaları) kullanılarak Netcad 6 GIS ile uygun veri tabanı tasarımı ile sayısal jeoloji haritası üretilmiştir. Çalışma sahasında Triyas'dan Kuvaterner'e kadar değişen yaşlara sahip litolojiler bulunmaktadır. Bölgedeki aktif heyelanların %32.43'ü Üst Palezoyik - Triyas, %29.29'u Üst Senoniyen, %25.84'ü Kuvaterner litolojilerinde gerçekleşmiştir. Uzman görüşüne göre Litolojik yaşların bölgedeki heyelan duyarlılığına etkisi Netcad 6 GIS/ANALİST GeoEditor operatörü üzerinden m-AHP modeline girilmiştir.



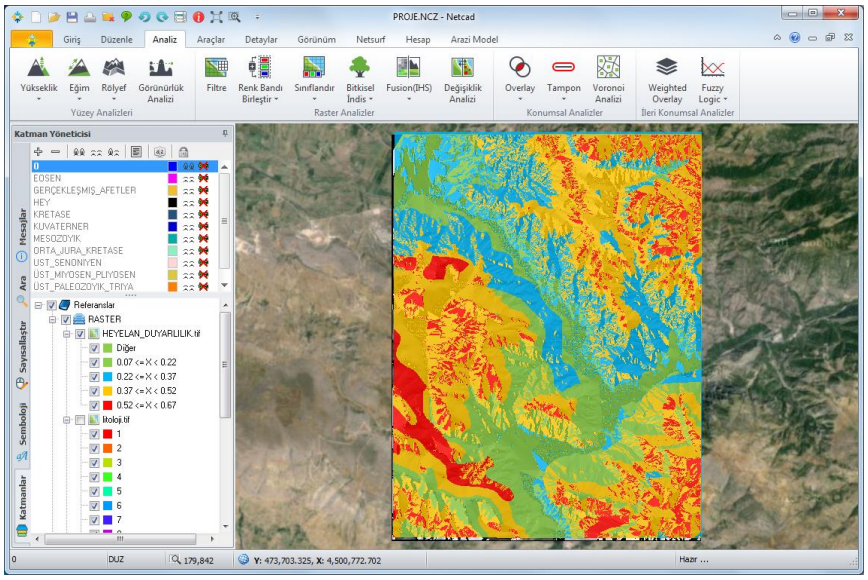
Şekil 13. Litolojik formasyonlar ve Netcad 6 GIS GeoEditor ile puanlanması

1.1.6. Heyelan Duyarlılık Modelinin m-AHP (Modified Analytical Hierarchy Process) Yöntemi ile Netcad/Mimar ile Tasarlanması ve Analiz Sonucu

Heyelan duyarlılık modelinin girdileri olan birinci türev analizler tamamlandıktan sonra, her bir girdi için belirlenen uzman görüşü parametrik değerler olarak Geoeditör operatörlerinde tanımlanmıştır. Heyelan duyarlılık girdileri Netcad 6 GIS/Mimar içerisinde algoritması ve arayüzleri hazır olan m-AHP operatörü ile değerlendirilmiş ve modele eklenen tema operatörü ile heyelan duyarlılık sonucunun dört tematik aralıkta oluşması sağlanarak model tasarımı gerçekleştirilmiştir.



Şekil 14. Netcad 6 GIS Mimar ile heyelan duyarlılık modelinin m-AHP ile modellenmesi



Şekil 15. Heyelan duyarlılık haritası

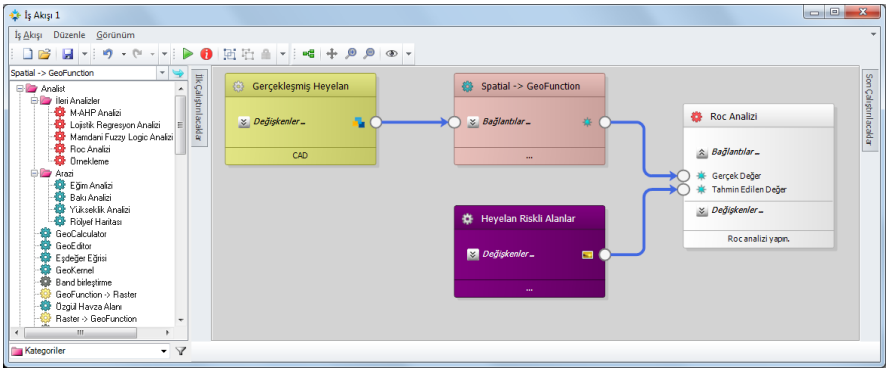
Gerçekleştirilen analiz ile topografik yükseklik, litoloji, yamaç eğimi, yamaç yönelimi ve topografik nemlilik endeks parametrelerinin bütünleşik ve korelatif olarak uzman görüşünü temel alan m-AHP yöntemine göre bir arada değerlendirilmesi sonucunda çalışma sahasındaki heyelan duyarlılığı dört tematik aralıkta oluşturulmuştur. Analiz sonucuna göre heyelan duyarlılığı en yüksek alanlar 0.52 – 0.67 aralığında değer alan kırmızı ile gösterilen alanlardır; heyelana en az duyarlı alanlar ise en fazla 0.22 değer alan yeşil bölgelerdir.

Heyelan duyarlılığı için tasarlanan model ile gerçekleştirilen analiz sonucunda çalışma sahasındaki potansiyel heyelana duyarlıalanlar belirlenmiştir. Heyelan duyarlılığı yüksek olarak belirlenen bölgelerde bulunan yapılaşmış alanlar önlem alınması veya daha az duyarlı alanlara taşınması önerilmektedir; bu alanlara ilişkin verilecek yeni yapılaşma kararlarında ise potansiyel tehlikeler göz önünde tutulmalıdır.

1.1.7. Heyelan Duyarlılık Analiz Sonucunun Doğruluğunun ROC (Receiver Operating Characteric) Analizi ile Ölçülmesi

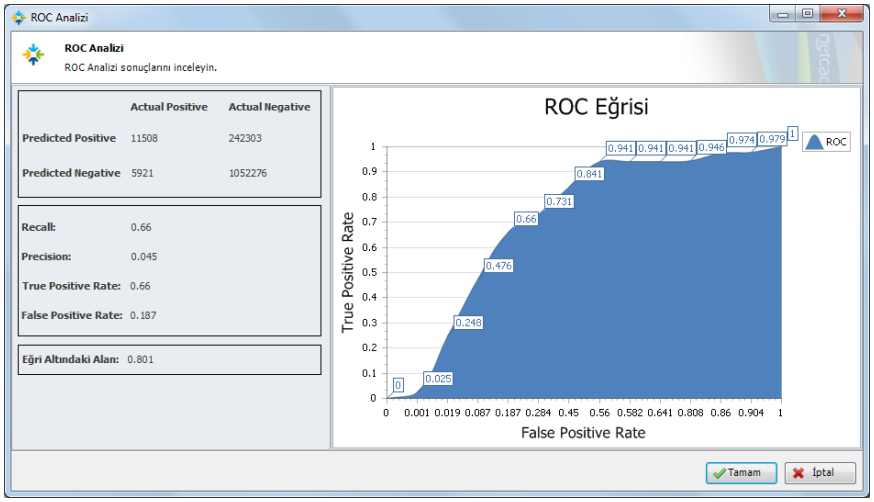
ROC eğrisi, ikili sınıflandırma sistemlerinde ayrım eşik değerinin farklılık gösterdiği durumlarda, hassasiyetin kesinliliğe olan oranıyla ortaya çıkmaktadır. ROC daha basit anlamda doğru positiflerin, yanlış pozitiflere olan kesri olarak da ifade edilebilir.

Heyelan duyarlılığı için yapılan analizin doğruluğu söz konusu alanda daha önce gerçeklmiş heyelanlar referans alınarak ikili değerlendirme sisteminde ROC eğrisi ile ölçülmüştür. Netcad 6 GIS/Mimar ara yüzünde bulunan ‘ROC Analizi’ operatörü kullanılarak doğrulama modeli tasarlanmıştır.



Şekil 16. Netcad 6 GIS ROC analiz modeli

Oluşturulan model çalıştırılarak ROC eğrisi elde edilmiş ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Bu sonuçlara göre;



Şekil 17. Netcad 6 GIS ROC analiz sonucu

1.2. Çoklu Tehlike Analiz Modelinin Tasarlanması

Duyarlılık analizlerinin bir arada değerlendirilmesi ile çoklu tehlike analizleri oluşturulabilir. Birden fazla duyarlılığı içeren çoklu tehlike analizleri kentsel ve bölgesel planlamada, kentsel ve kırsal fonksionlar için yer seçimlerinde, doğal tehlikesi yüksek alanların belirlenmesinde, verimli tarım alanlarının işgalinin önlenmesinde, yaşan kalitesi yüksek alanların belirlenmesinde, kentsel dönüşüm için öncelikli alanların saptanmasında mutlaka göz önünde tutulmalıdırlar. Bu sayede kararların yapılan analiz sonuçlarına göre verilemsi hem ekonomik anlamda yatırımların doğru ve sürdürülebilir şekilde yapılması, daha da önemlisi insan hayatının korunması açısından son derece önemlidir.

Bu çalışmadaki çoklu analiz modelinin girdileri;

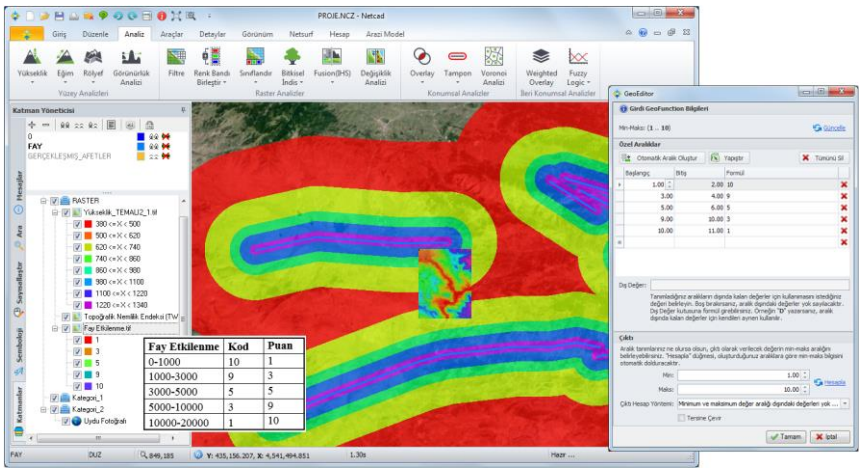
- Heyelan duyarlılığı,
- Depremsellik,
- Jeolojik açıdan yerleşime uygunluk,
- Hava kirliliği,
- Tarımsal verimliliktir.

1.2.1. Deprem Duyarlılığı ve Çoklu Tehlike Analizine Etkisi

Depremsellik, çalışma sahasındaki fayların etki alanlarının değerlendirilmesi ile faydan uzaklığa göre belirlenerek model girdisi olarak kullanılmıştır.

Çalışma sahası içerisinde bulunan aktif fay hatları kullanılarak ‘Çoklu Tampon Analizi’ gerçekleştirilmiştir. Aktif faylara en yakın alanlar depremsellik açısından modele parametrik yapıda en riskli alanlar olarak tanımlanmış, model içerisinde deprem duyarlılığı değerleri faydan uzaklığa göre belirlenmiştir.

Aktif faylara uzaklığı 1000 m’ye kadar olan alanlar bu çalışmada en duyarlı, 10000 m’den daha uzakta kalan alanlar ise depremsellik açısından en az duyarlı alanlar olarak tanımlanmıştır.

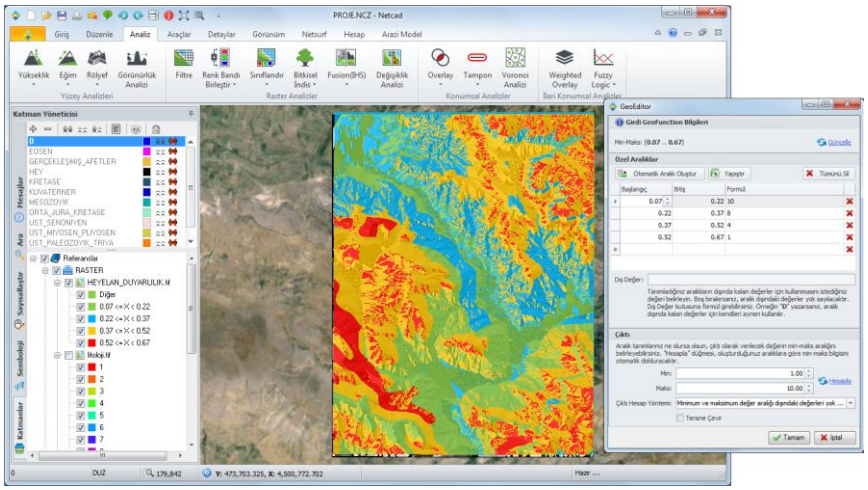


Şekil 18. Fay hatları çoklu tampon analizi ve Netcad 6 GIS GeoEditor ile puanlanması

1.2.2. Heyelan Duyarlılığı ve Çoklu Tehlike Analizine Etkisi

Bu çalışmanın birinci aşamasında gerçekleştirilen heyelan duyarlılık analizi çoklu tehlike analizinin diğer bir model girdisi olarak kullanılmıştır.
mAHP yöntemi ile gerçekleştirilen heyelan duyarlılık analiz sonuçları heyelana duyarlılık tematiği aralıklarına göre paramertik olarak modele tanımlanmışlardır.

Analiz sonucuna göre heyelan duyarlılığı en yüksek alanlar 0.52 – 0.67 aralığında değer alanlar en duyarlı; 0 - 0.22 değer alanlar en az duyarlı olarak çoklu tehlike analizine tanımlanmıştır.

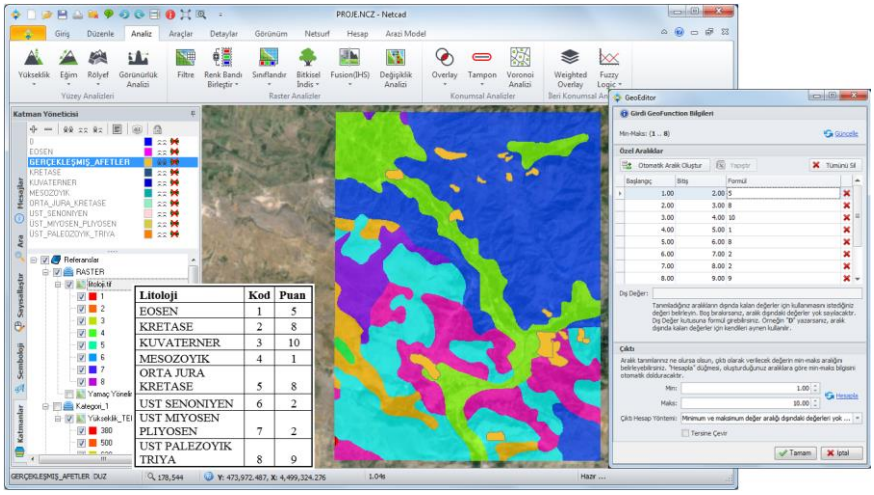


Şekil 19. Heyelan duyarlılık haritası ve Netcad 6 GIS GeoEditor ile puanlanması

1.2.3. Jeolojik Açıdan Yerleşime Uygunluk ve Çoklu Tehlike Analizine Etkisi

Jeolojik açıdan yerleşime uygun olan/olmayan alanlar, çalışma sahasındaki litolojik yaşlara göre belirlenmiş, yerleşime uygunluk litolojik özelliklere göre değelendirilmiştir.

Çalışma sahası içerisinde bulunan litolojik birimler yaşlarına göre tematik olarak haritalanmış, yerleşime uygunluk açısından zemin sertliklerine göre gruplanarak model içerisinde parametrik olarak tanımlanmışlardır.

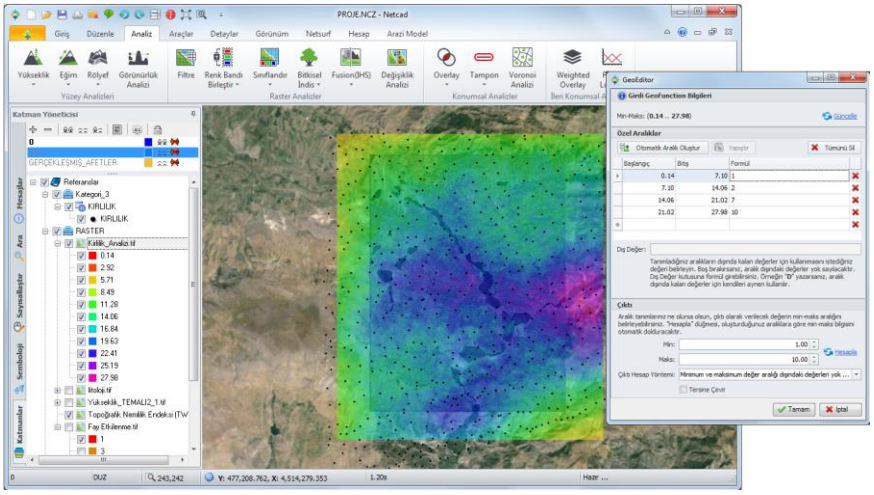


Şekil 20. Litoloji haritası ve Netcad 6 GIS GeoEditor ile puanlanması

1.2.4. Hava Kirliliği Analizi ve Kirliliğin Çoklu Tehlike Analizine Etkisi

Kirlilik, hava kirliliği yoğunluğunun yaşam kalitesi açısından etkisi göz önünde tutuarak analiz modelinde girdi olarak kullanılmıştır.

Çalışma sahasında belirli aralıklarla noktasal olarak ölçülen kirlilik değerleri enterpole edilerek Netcad 6 GIS/ANALİST modülündeki 'Kirlilik' operatörü kullanılarak kirlilik yoğunluğu haritası oluşturulmuştur. Analiz sonucuna göre hava kirliği yoğunluğu en yüksek alanlar yaşam kalitesi düşük alanlar olduğu için model içerisinde önceliği düşük; hava kirliliği düşük olan alanlar önceliği yüksek olarak tanımlanmışlardır.

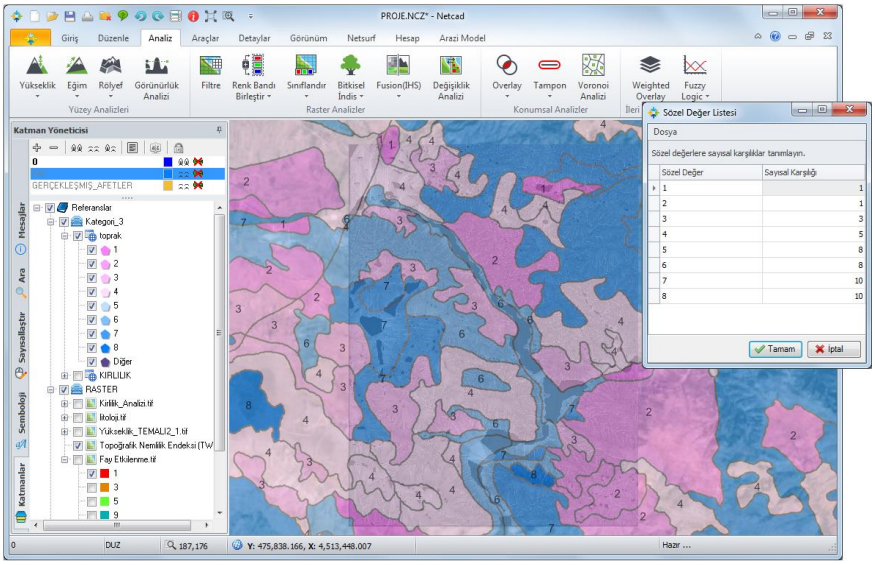


Şekil 21. Hava kirliliği yoğunluk haritası ve Netcad 6 GIS GeoEditor ile puanlanması

1.2.5. Tarımsal Verimlilik Analizi ve Tarımsal Arazi Kullanım Değerlerinin Çoklu Tehlike Analizine Etkisi

Tarımsal nitelik, tarımsal arazi kullanım sınıfları göz önünde tutularak belirlenmiş, sonuçta tarımsal niteliği yüksek alanların yerleşime açılmaması hedeflenmiştir.

Çalışma sahası içerisinde bulunan toprak türleri arazi kullanım katsayısı değerlerine göre tematik haritalanmıştır. Çalışma sahasında 1 ve 8 arasındaki tüm arazi kullanım katsayısı değerlerine sahip toprak türleri bulunmaktadır. Arazi kullanım katsayı değeri düşük verimli tarım alanları model içerisinde yer seçimi için düşük öncelikli, arazi kullanım katsayı değeri yüksek verimliliği düşük tarım alanları ise yer seçimi için yüksek öncelikli olarak tanımlannarak modele girdi olmuşlarıdır.



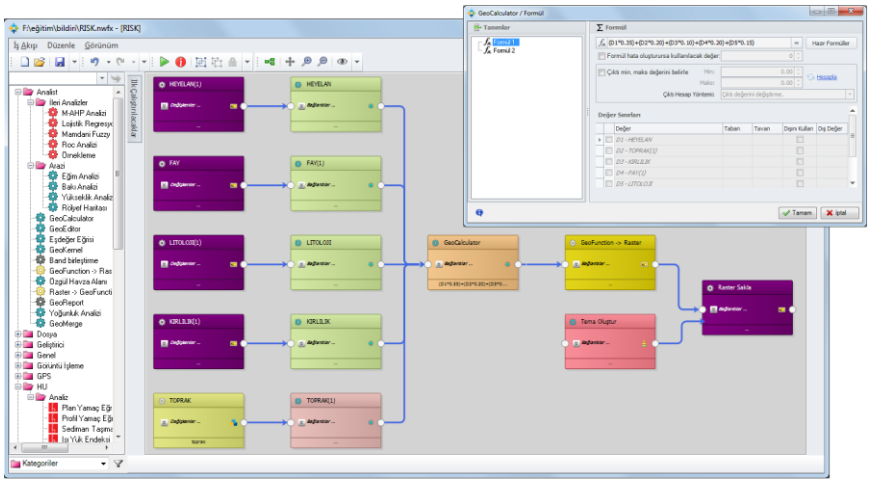
Şekil 22. Tarımsal verimlilik haritası ve Netcad 6 GIS ile puanlanması

1.2.6. Çoklu Tehlike Analiz Modelinin Veri Kontrollü Tasarımında Analiz Girdilerinin Ağırlıklarının Belirlenmesi ve Analiz Sonucu

Çoklu tehlike analiz modeli girdileri olan heyelan duyarlılığı, depremsellik, jeolojik açıdan yerleşime uygunluk, hava kirliliği ve tarımsal nitelik parametreleri belirlenen yüzdelere göre ağırlıklı çakıştırma yöntemi ile birleştirilmiştir.

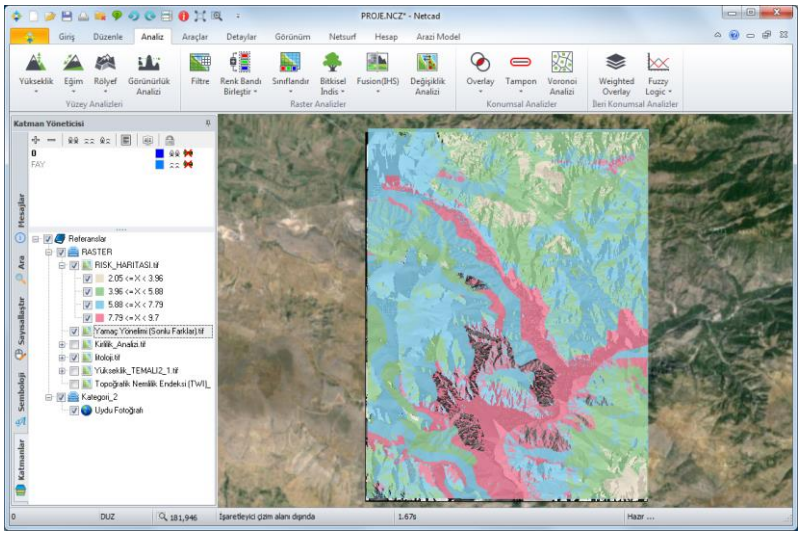
Model içerisinde heyelan duyarlılığı %35, depremsellik %20, tarımsal nitelik %20, jeolojik açıdan yerleşime uygunluk %15, yaşam kalitesi açısından hava kirliliği %10 ağırlıklarda normalize edilerek Netcad Analist Geocalculator operatöründe aşağıdaki formül ile tanımlanmıştır;

[(Heyelan Duyarlılığı*0.35)+(Depremsellik*0.20)+(Toprak*0.20)+(Jeoloji*0.15)+(Kirlilik*0.10)]



Şekil 23. Çoklu tehlike analiz modelinin Netcad GIS Mimar ile modellenmesi

Tasarlanan analiz modeli belirlenen parametrelere göre çalıştırılarak çoklu tehlike haritası oluşturulmuştur.



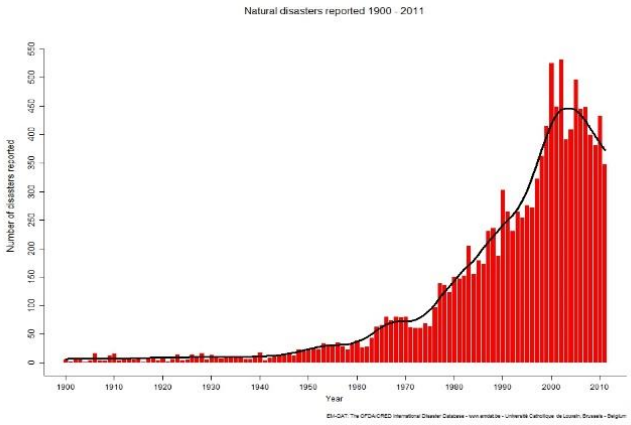
Şekil 24. Çoklu tehlike haritası

Gerçekleştirilen çoklu tehlike analiz sonucuna göre yerleşime uygun olan alanlar dört tematik aralıkta oluşturulmuştur. 7.79 - 9.7 değerine sahip alanlar heyelan duyarlılığı, jeolojik açıdan yerleşime uygunluk, tarımsal verimlilik, hava kirliliği ve depremsellik açısından yerleşime en uygun alanlar olarak ortaya çıkmaktadır.

2. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Doğal tehlikelerin mekânsal olarak nerelerde oluşacağının ve dönüşüm periyotlarının bilinmesi, etkin doğal afet yönetiminin planlanmasına ve uygulanmasına olanak sağlar. Etkin doğal afet yönetimi ise, doğal afetlerden kaynaklanacak can ve mal kayıplarının en aza indirgenmesine neden olur. Bu nedenle, gerçekte mekânsal yer seçimlerinin mümkün olduğunca doğru ve ekonomik olarak yapılması gerekliliği açıktır. .

Daha açık bir ifade ile doğal afetlerden korunmak için mekânsal yer seçim analizleri büyük önem taşımaktadır, mekânsal analizin gerçekleştirildiği ortamdaki olası doğal tehlikelerin tanımlanması; tanımlanan doğal tehlikelere göre alanın göreceli olarak zonlara ayrılması (mekânsal olasılık/duyarlılık); ortamda birden fazla doğal tehlikenin mevcudiyeti halinde çoklu doğal tehlike değerlendirmesinin yapılması; yerleşime ve/veya planlanan mühendislik projesine uygun ya da uygun olmayan alanların belirlenmesi için uygun yöntemlerle mekânsal analizlerin gerçekleştirilmesi ve mekân üzerinde verilecek her kararın, yapılan analiz sonuçlarının dikkate alınarak verilmesi ile doğal afetlerden kaynaklı can ve mal kaybı önlenebilir.



Şekil 25. Doğal afetlerin yıllara göre dağılımı.

Analiz süreçlerinde seçilecek yöntem, problemin yapısına göre belirlenmelidir. Veri kontrollü yaklaşımlar analiz edilecek alana ilişkin yeterli büyüklükte ve hacimde veriye sahip olunması durumunda daha doğru sonuçlanmaktadır; uzman görüşüne dayanan yaklaşımlar ise elde yeterli büyüklükte veri bulunmadığı durumlarda daha esnek sorunları hedef alan analizler için kullanılması önerilmektedir. Dolayısıyla bu çalışmada, örnek oluşturması açısından veri kontrollü ve uzman görüşünü temel alan yöntemler aynı analiz süreci içerisinde iteratif olarak bir arada kullanılmış ve son derece ümit verici sonuçlar elde edilmiştir. Sonuç olarak, son derece karmaşık süreçleri içeren çoklu tehlike analizlerinde farklı yöntemlerin bir arada kullanımı ile çalışılan sahayı temsil edici sonuçların üretilmesi mümkündür.