TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

İNSANLIK YARARINA TEKNOLOJİ YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU

PROJE ADI: Sel Afetlerinin Benzetimi

TAKIM ADI: ÖKSÖKÖ

KATEGORİ: Afet Yönetim

Başvuru ID: 354521

TAKIM SEVİYESİ: Üniversite

DANIŞMAN ADI: Doç. Dr. Fatih NAR

İçindekiler

1. **Proje Özeti** 3
2. **Problem Durumunun Tanımlanması** 3
3. **Çözüm** 4
4. **Yöntem** 6
5. **Yenilikçi (İnovatif) Yönü** 6
6. **Uygulanabilirlik** 7
7. **Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması** 7
8. **Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar)** 9
9. **Riskler** 9
10. **Kaynakça** 9

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Günümüzde ülkemizde ve dünyada yaşanan sel felaketleri birçok can ve mal kaybına neden olmaya devam etmektedir. Geçtiğimiz günlerde Zonguldak'ın Bozkurt ilçesinde meydana gelen sel felaketi sonucu yine çok sayıda can ve mal kaybı yaşandı. Projemizde özellikle ülkemizde meydana gelebilecek sel felaketlerinde selin ulaşabileceği maksimum mesafe ve bu mesafe boyunca suyun yüksekliğinin hem sayısal hesaplama hem de derin öğrenme yöntemleri ile hesaplandıktan sonra simüle edilerek oluşabilecek can ve mal kaybını minimuma indirmek amaçlanmıştır. Bu amaç sayesinde, simülasyon yardımıyla sel felaketi meydana gelmeden önce selin etkisi gözlemlenerek olası can ve mal kayıplarının büyük ölçüde önüne geçilebilmektedir.

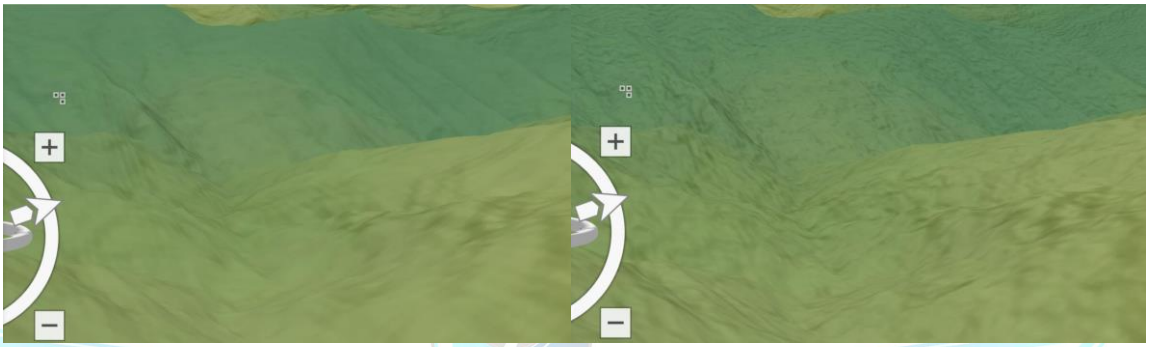
2. Problem Durumunun Tanımlanması:

Sel afeti oluşmadan önce belirli bir yağış miktarı yağdıktan sonra suyun yüksekliği ve ulaşabileceği maksimum noktayı bilmek olası bir afet sonucu oluşabilecek can ve mal kaybını afet öncesi yapılan simülasyonlar sayesinde alınan önlemler sayesinde minimuma indirilebilmektedir. Literatür araştırmamız sonucunda daha önce böyle bir projenin bu tarz bir yaklaşımla henüz hayata geçirildiği görülmemiştir. Literatürde suyun hareketini modellemek için çeşitli denklemler bulunmaktadır. Bu denklemlerden biri olan Navier-Stokes denklemi, iki boyutlu bir laminer akışı simüle etme, onu gerçek zamanlı olarak görselleştirme yeteneğine sahip olması ve diğer denklemlerden daha programlanabilir olması nedeniyle seçilmiştir. Navier-Stokes denklemini çözmek için birkaç yöntem vardır. Bu yöntemlerden ikisi olan "Sığ Su Denklemleri" ve "Jacobi Yaklaşımı" projede ele alınmaktadır. Bu yöntemlere ek olarak seçilen denklemin derin öğrenme yöntemi ile çözülmesi amaçlanmaktadır. Mevcut su hareketini modelleme yöntemleri için kullanılan denklemlerin derin öğrenme yöntemi ile çözüldüğü görülmemiştir. Dolayısıyla mevcut yöntemlerde suyun hareketinin aktığı zemine ve engel özelinde değişmemesi suyun gerçek

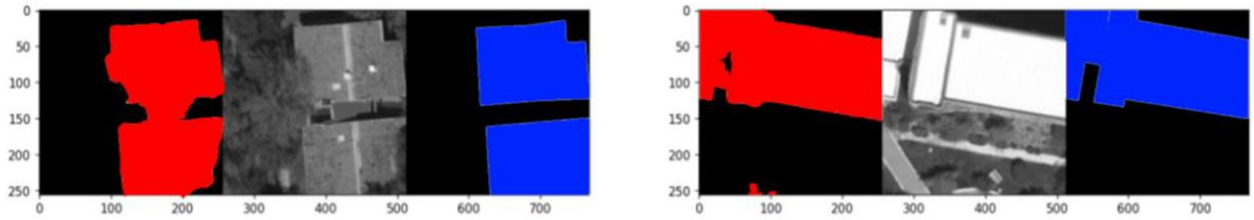
hayattaki hareketine benzer bir şekilde modelleme açısından büyük bir eksiklik oluşturduğu gözlemlenmiştir. Bu sebeplerden ötürü kullandığımız yöntemler mevcut yöntemler içerisinden hem performans hem de yeterlilik açısından daha iyi olduğu sonucuna varılmaktadır.

3. Çözüm

- Kastamonu Bozkurt ilçesi için var olan raster ve yükseklik haritası verilerinin çözünürlüğü kübik interpolasyon yöntemiyle, verilerin ayrıntısı üzerlerine fraktal gürültü (fractal noise) eklenmesiyle daha yüksek çözünürlüklü ve daha ayrıntılı veriler oluşturulmuştur.



- Derin Öğrenme yöntemi ile yüksek çözünürlüklü arazi verilerine (raster + yükseklik) ek olarak ağaç ve bina bölgelerinin otomatik olarak bulunup sınıflandırılmış ve bu noktlarda suyun viskozitesi değiştirilerek gerçeğe daha yakın bir su hareketinin oluşturulması sağlanmıştır.

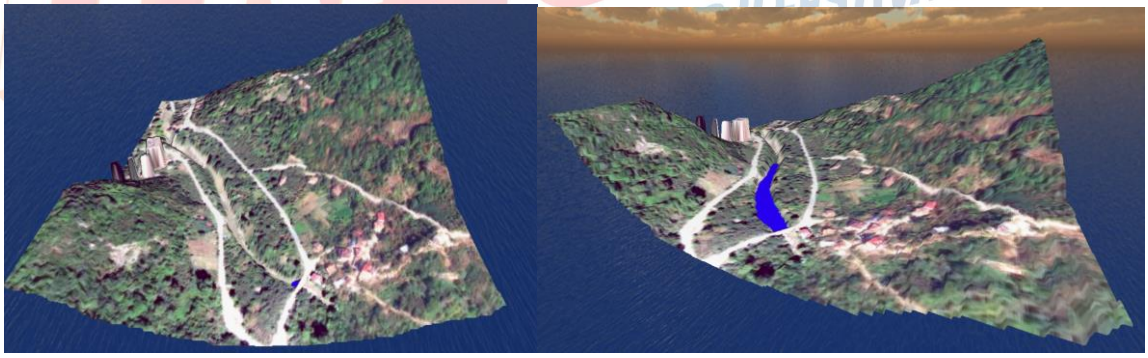


- Elde edilen veriler kullanılarak sayısal arazi modeli oluşturulmuş ve 3 boyutlu olarak görselleştirilmiştir.

- Arazideki nehir yatağı QGIS ile belirlendikten sonra daha gerçekçi bir nehir yatağı üretebilmek için mesafe dönüşümü(Distance Transform) yöntemiyle nehir yatağı daha gerçekçi bir şekilde üretilmiştir.

- Hazır hale getirilen veriler sonrasında nehir yatağının verideki en yüksek noktasına yağmur etkisi oluşturmak amacıyla sürekli olarak su verisi eklenmiş ve su Jacobi metoduyla her iterasyonda çözülüp suyun hareketinin anlık bir şekilde 2 boyutlu olarak gözlemlenmesi sağlanmıştır.

- Kullanıcıların istedikleri anlarda simülasyonu durdurularak simülasyonun 3 boyutlu olarak görselleştirilmesi Global Mapper programı sayesinde sağlanmıştır.



4. Yöntem

Projemiz 3 ana safhadan oluşmaktadır. Bu nedenle yöntemlerimizi bu üç safha özelinde inceleyebiliriz.

İlk safhası suyun modellenmesi aşamasıdır. Burada literatürde suyun modellenmesi için Navier Stokes denklemleri öne çıkmaktaydı. Ancak bilgisayar ortamında çözülmesi mümkün değildi. Biz de alternatif su modelleme yaklaşımlarından Jacobi yaklaşımını seçerek devam ettik. 2D-3D modellemede Jacobi yaklaşımındaki kullandığımız matrisleri seyrek matris (sparse matrix) yöntemiyle çözerek kolay bir şekilde suyun hareketini bu boyutlarda hesaplayabildik. Ancak coğrafi alanın büyüklüğünden dolayı seyrek matrislerin boyutu çok fazla büyüyebilir ve hafıza sorunu yaşatabilir. Bu sebeple bu çözümü seyrek matrislerden kurtarabilecek bir optimizasyon uygulamak için üzerinde çalışıyoruz.

İkinci safhası olarak coğrafi verilerin hazırlanması ve bina gibi nesnelerin tespiti aşamasıdır. Burada coğrafi veriler için öncelikle Harita Genel Müdürlüğü'nün Küre yazılımı, Google Eerth Pro yazılımı, GIS yazılımları (ArcGIS Pro, QuantumGIS) yazılımları aracılığıyla 1 metre çözünürlükte Kastamonu/Bozkurt ilçesinin verisini elde edildi.
Daha sonra bu veriyi daha yüksek ayrıntılı ve çözünürlüklü hale getirmek için interpolasyon (boyut büyütme) ve fraktal gürültü (fractal noise) ile de coğrafi bölgenin toprak yapısına ayrıntı ekledik. Daha sonra ürettiğimiz coğrafi bölgeye sel afetinin kaynağı olacak nehir eklenmesi işlemini gerçekleştirildi. Ek olarak nehir yatağının daha gerçekçi bir görüntüde olabilmesi için uzaklık-mesafe dönüşümü (distance transform) metodu uygulandı. GIS yazılımlarıyla çizdiğimiz nehire belirli bir debide su ekleyerek bu adımı tamamlandı. Sel afetinin gerçekleşmesi nehrin en yüksek noktasından yağış alacak senaryosuna göre o noktaya simülasyon boyunca su eklenmesi işi yapıldı ve örnek bir sel senaryosu oluşturuldu. Bu senaryonun daha hızlı çalışabilmesi için sadece suyun olduğu yerlerde hesaplama yapılması optimizasyonu da şu an geliştirilmeye devam etmektedir.
Binaların tespiti içinse derin öğrenme ile segmentasyon işlemi yapıldı. Burada yaptığımız literatür araştırmasında U-Net modelinin öne çıktığı görüldü. Örnek bir veri seti hazırlanarak derin öğrenme modeli eğitilerek hazır hale getirildi.

Son safhası olarak ise simülasyon ortamının grafik arayüzü geliştirilmesi bulunmaktadır. Şu an geliştirilmesine yeni başlanmış olup, Teknofest finallerine kadar geliştirilmesinin tamamlanması hedeflenmektedir. Burada da OpenGL, CityGML, Global Mapper gibi açık kaynak yazılımlar aracılığıyla bu geliştirilme yapılacaktır.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Proje başlangıcı öncesinde projemizin konu edindiği sel afetlerinin benzetimiyle ilgili araştırmaların, ürünlerin olup olmadığı araştırıldı. Literatürde suyun modellenmesiyle alakalı çeşitli yöntemler ve yaklaşımların olduğu görüldü. Biz de mevcut su modelleme yöntemlerinden Navier Stokes denklemlerini bilgisayar ortamında 3 boyutta hızlı şekilde çözebilmek adına seyrek matrislerden (sparse matrix) yararlanarak bu anlamda bir kod geliştirmesi yaptık. Suyun modellenmesi safhasından sonraki binaların tespiti, simülasyon

ortamının geliştirilmesi gibi konularla alakalı araştırmaların, işlerin olduğu ancak verilen coğrafi alan ve belirlenen su debisiyle hazırlanan bir sel benzetimi amaçlı geliştirilmiş bir simülasyon ürününün piyasada olmadığı gözlemlenmiştir. DSM verilerindeki binaların tespitiyle alakalı bir derin öğrenme modelinin geliştirilmesi projemiz açısından bir inovasyon sağlamıştır çünkü halihazırda bu işi yapabilmek için çeşitli araçlarla binaların tek tek elle tespit edilip çizilmesi gerekiyor. Bunlara ek olarak, simülasyonumuzda uygulayacağımız çeşitli optimizasyon teknikleriyle birlikte simülasyonumuzu daha hızlı gerçekleştirebileceğiz. Bu da bize büyük bir coğrafi alanda simülasyon yapılmak istendiğinde avantaj sağlayacaktır.

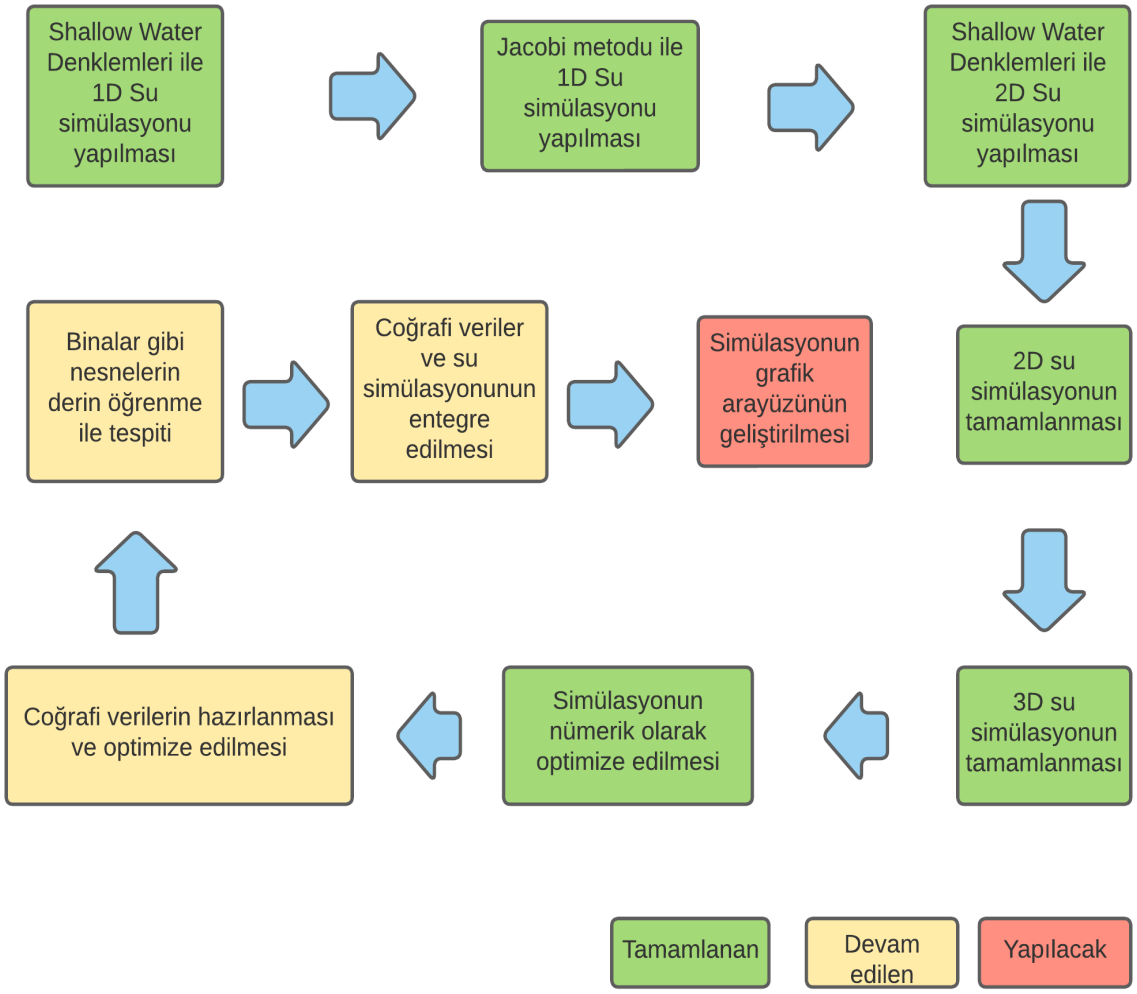
6. Uygulanabilirlik

Projemiz bu aşamada temel geliştirme anlamında ilk fazını bitirme noktasına gelmiştir. Suyun modellenmesi, bina tespiti için model geliştirilmesi gibi konularda ortada çalışan bir yapımız bulunmaktadır. İleriki aşamalarda bir takım optimizasyon uygulanarak daha da iyi hale getirilecektir. Simülasyon ortamının geliştirilmesi işi ise devam etmektedir. Şu aşamada ticari bir ürün olarak sunulması pek mümkün olmasa da geliştirmelere devam edilip projenin olgunluğa ulaştığı safhada bir ticari ürüne dönüşmesi yüksek ihtimalle gerçekleşebilir durumda olacaktır. Şu an ve gelecekteki en büyük risk simülasyon yapılmak istenen coğrafi bilginin sayısal yükseklik modellerinin (DTM ve DSM verilerinin) temin edilebilmesidir. Projemizi ilk geliştirme safhasında danışman hocamızın bize sağlamış olduğu yüksek çözünürlüklü bir veriyle çalışmış olsak da çeşitli gizlilik ve anlaşmalardan dolayı projemizde kullanmamız mümkün olmamıştır. Bu sebeple Harita Genel Müdürlüğü'nün sağlamış olduğu Küre yazılımından elde ettiğimiz 5 metre çözünürlükteki bir DEM verisiyle geliştirmemizi devam ettirmiş bulunmaktayız. Projenin ticari bir ürüne dönüşme safhasına geçeceği zaman olası müşterilerinden veya belediyeler, AFAD, Harita Genel Müdürlüğü gibi kurumlardan coğrafi veri sağlanması gerekmektedir.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Eğer ilgili kuruluşlar veya olası müşteri bölgenin DSM, DTM ve bina verilerini ücretsiz bir şekilde erişimimize açarsa maliyet sadece su akışını hesaplayıp modelleyecek olan bilgisayar olacaktır. Burada iyi ve güçlü bir bilgisayar kullanılacağını varsayarsak, yeni bir bilgisayar veya ekran kartı maliyeti olacaktır. Eğer bölge verisi ücretsiz bir şekilde verilmezse her bir bölge için İHA kiralanıp bölge üzerinde uçulup veri elde edilmesi lazım. Ancak bunun tahmini maliyeti çok fazla olacaktır. Bu nedenle internetten açık kaynaklı yazılımlar ve servisler aracılığıyla 1 metreye kadar çözünürlükte verilerle simülasyon yapılabilir veya daha kaliteli bir çözünürlük için çeşitli yazılım ve servisler aracılığıyla veri satın alımı yapılabilir. Sonuç olarak, yeni bir bilgisayar veya ekran kartı ihtiyacı olması durumu haricindeki bu maliyetler projenin ticari bir ürüne dönüştüğü zaman oluşabilecek maliyetlerdir.
Olası ekran kartı maliyeti (Nvidia 3060) 10 bin TL ve olası bilgisayar maliyeti 15-20 bin TL arasında değişmektedir

Ekim 2021 - Haziran 2022 Arası Gerçekleşen Güncel Yol Haritası



İşin Tanımı / Ay	Haziran	Temmuz	Ağustos
Coğrafi verilerin hazırlanması ve optimize edilmesi	X		
Binalar gibi nesnelerin derin öğrenme ile tespiti	X		
Coğrafi veriler ve su simülasyonun entegre edilmesi	X		
Simülasyonun grafik ara yüzünün geliştirilmesi		X	
Test ve Demo			X

8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar):

Problemi yaşayacak kitle sel afetinden can ve mal kaybı yaşayan insanlar olacaktır. Projenin hitap ettiği kitle ise risk durumun ölçme ve değerlendirmesini yapıp, insanların can ve mal kaybını engellemek veya azaltmak isteyen devlet kuruluşları, belediyeler, inşaat şirketleri veya sigorta şirketleri.

9. Riskler

Projede bilgisayar dışında herhangi bir cihaz kullanılmadığı için çok fazla bir risk olmayacağını düşünüyoruz. En büyük risk, yükseklik verisi, bina verisi bulunamazsa projenin aksaması durumudur. Hazır alınan ya da üretilen bir veri olması durumunda, su akışı hesaplanacak bölgenin yükseklik verisinde (DSM veya DTM) bozukluk var ise doğal olarak su akışının modellemesi de yanlış olacaktır. Ayrıca bölgenin büyüklüğü, kullanılan bilgisayarın hafızasından büyük ise programın hata vermesiyle karşılaşabiliriz veya bölge seyrek (sparse) değilse ya da bilgisayarın hafızası yeterli ama bölge çok büyükse su akışının modellenmesi yavaş olabilir. Yukarıda belirtilen risklerin her biri için projemizde çözümler geliştirmeye devam ediyoruz. Veri yok ise çeşitli açık kaynaklı yazılımlardan elde edilmesi, veride bozukluk var ise interpolasyon ve fraktal gürültü (fractal noise) gibi yöntemlerle düzeltilmesi, simülasyonun modellenme ve çalışma hızını da çeşitli optimizasyonlar ile arttırılması gibi çözümlerimiz bulunmaktadır.

10. Kaynaklar

- Navier Stokes equations Wikipedia. (10.06.2022)

  https://en.wikipedia.org/wiki/N avier%E2%80%93Stokes_equations

- NAR, Fatih. Vessel segmentation using shallow water equations. 2011.

- Saad, Yousef (2003). Iterative Methods for Sparse Linear Systems (2nd ed.). SIAM. p. 414. ISBN 0898715342.

- Perlin, Ken (July 1985). "An Image Synthesizer". SIGGRAPH Comput. Graph. 19 (97–8930): 287–296.

- Tilo Strutz Technical paper, June, 2021, TECHP/2021/06 Leipzig University of Telecommunication

- RONNEBERGER, Olaf; FISCHER, Philipp; BROX, Thomas. U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation. In: International Conference on Medical image computing and computer-assisted intervention. Springer, Cham, 2015. p. 234-241.