

CBS 2007



HEYELAN DUYARLILIK HARİTALAMASINDA CBS KULLANIMI

A. Erener¹, S. Lacasse²

¹Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Coğrafi Bilgi Teknolojileri Ana Bilim Dalı, Ankara, erener@metu.edu.tr

²International Centre for Geohazards, NGI, Oslo, Norway, suzanne.lacasse@ngi.no

CBS 2007

- 1. Giriş
- 2. Veri Seti ve Çalışma Alanı
- 3. Frekans Oranları Metodu
 - 3.1 Frekans Oranları Metodu Heyelan Duyarlılık Haritalaması
- 4. Lojistik Regrasyon Metodu
 - 4.1 Heyelan Duyarlılık Haritalaması
- 5. Sonuçlar

GİRİŞ ◀

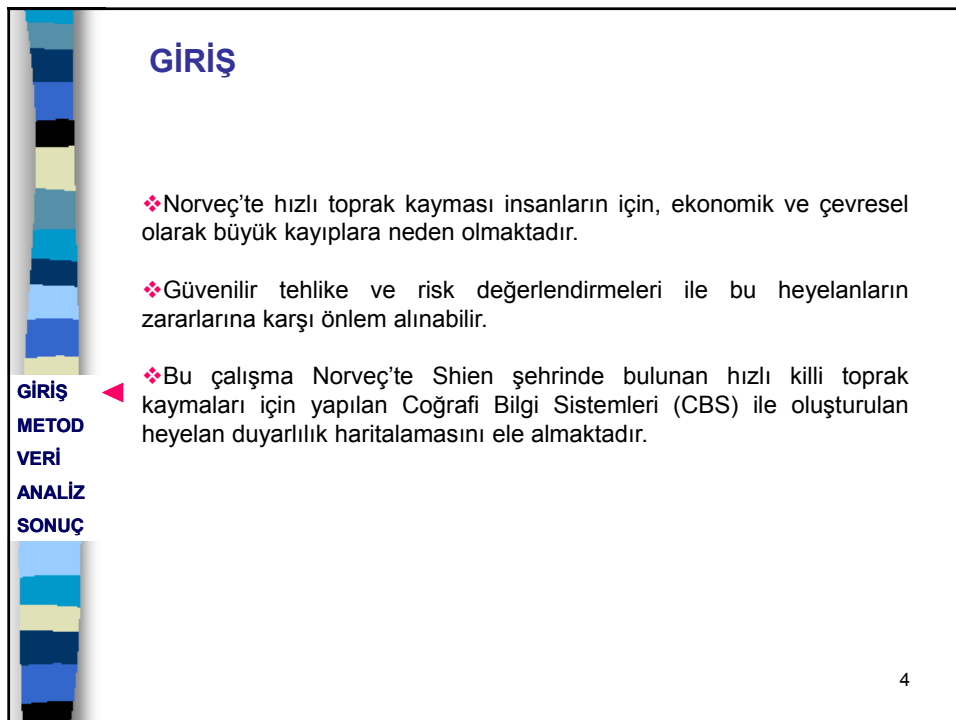
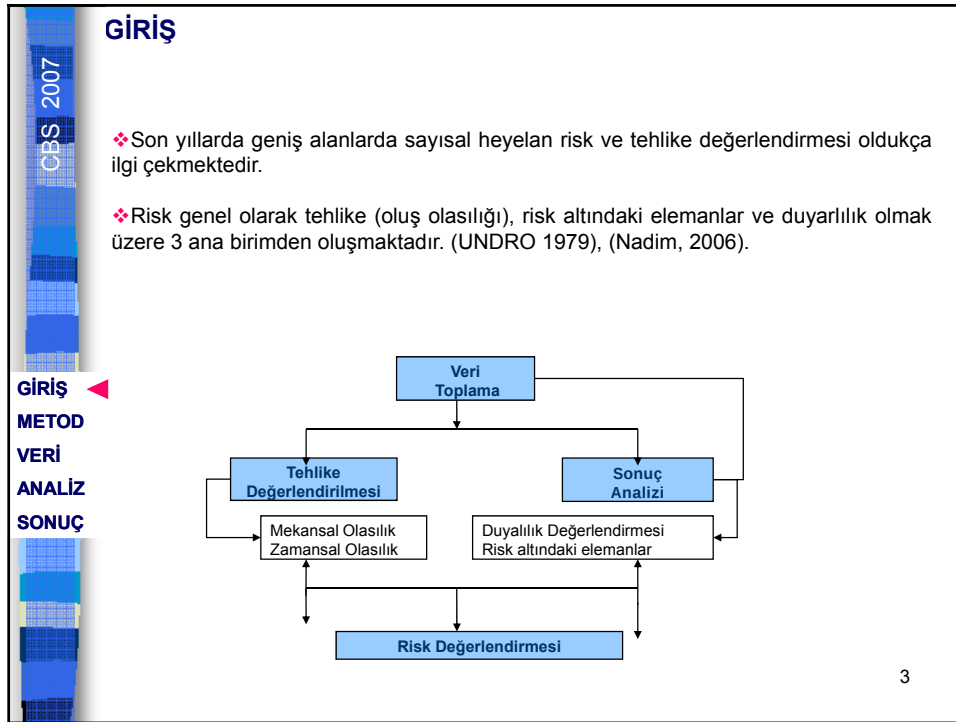
METOD

VERİ

ANALİZ

SONUÇ

2



GİRİŞ

METOD

VERİ

ANALİZ

SONUÇ

METOD

- ❖ Heyelan tehlikesini değerlendirmek için literatürde birçok metodoloji önerilmiştir.
- ❖ Bu çalışma da iki farklı metod kullanılmıştır .
- ❖ İlk uygulanan metod frekans oranı metodu.
- ❖ İkinci metod Lojistik regrasyon metodu.

5

GİRİŞ

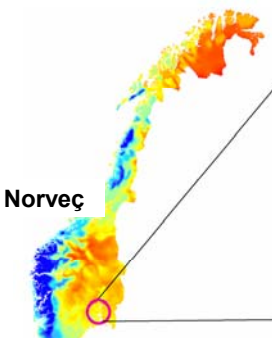
METOD

VERİ

ANALİZ

SONUÇ

ÇALIŞMA ALANI




- ❖ Çalışma alanı Norveç'in güney doğusunda yer almakta ve 44.8 km² lik bir alan kaplamaktadır.
- ❖ Çoğu killi toprak kayması kent yerleşiminin bulunduğu, nehir kenarında olmaktadır.
- ❖ Alanda bulunan killi toprak, üstüne çok yük bindiği taktirde veya doğal yapısı bozulduğu taktirde ani çökmelere eğimlidir buda yıkıcı heyelanlara neden olabilmektedir.

6

ÇALIŞMA ALANI

- ❖ Buzul çağının sonlarında buzultaşları depozitleri oluşmuştur.
- ❖ Buzullar geri çekildikçe alçak kısımlar kil ve çamur içeren kalın deniz çökeltileri ile kaplanmıştır.
- ❖ Buzul devrinden sonraki dönemde deniz çökeltileri bu tabaka altındaki diğer toprak tabakaları kuru arazi haline gelmiştir.
- ❖ Nehirler, körfez dere ve çaylar toprağı aşındırmaktadır.
- ❖ Olabilecek bir erozyon killi toprak kaymalarını tetiklemektedir. Bu da nehir kenarında bulunan yapılar ve yaşayan insanlar için bir tehdit unsuru olmaktadır.

7

VERİ ÖZELLİKLERİ

Heyelanı etkileyen faktörler esas değişken ve harici değişken olmak üzere iki çeşide ayrılabilir.

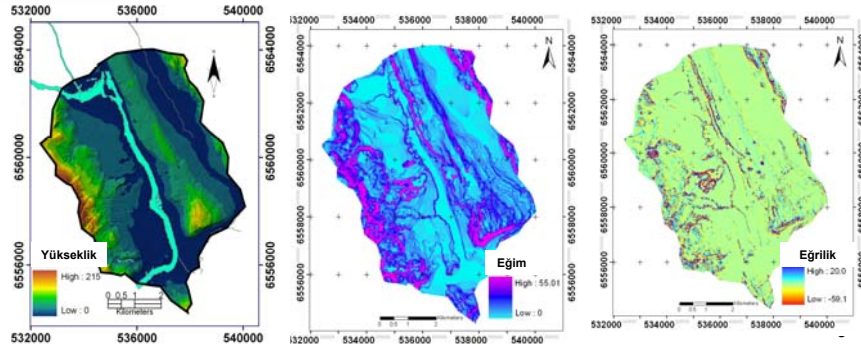
- ❖ Esas değişkenler jeolojik koşullar, morfoloji ve eğim açısı gibi değişkenlerdir.
- ❖ Heyelanlar aynı zamanda yağış, deprem ve insan aktiviteleri gibi çeşitli harici değişkenler tarafından da tetiklenebilirler.
- ❖ Ormanların kesilmesi, kazı, yol yapımları veya bina yapımları gibi insan aktiviteleri özellikle nüfus artışı ve şehirleme Norveç'te killi toprak kaymalarını tetikleyici önemli faktörlerdendir.

Ana veri Setleri	Üretilen Haritalar	CBS veri tipi	Ölçek/Doğruluk	Sınıflandırma
Arazi kullanım Haritaları	Arazi kullanım	Poligon	1:25,000	Alan kullanım
	Nehir ve göle mesafe	GRID	20x20	Mesafe
	Yol ve trenyoluna mesafe	GRID	20x20	Mesafe
Topoğrafik Harita	Eğim	GRID	20x20	Topoğrafik
	Eğrilik	GRID	20x20	Topoğrafik
	SYM	GRID	20x20	Topoğrafik
Yağış Haritası	Yağış	GRID	1X1 km ²	Yağış verisi
Jeoloji Haritası	Litoloji	Poligon	1:25,000	Jeoloji
Toprak Haritası	Toprak tipi	Poligon	1:25,000	Yapısal Jeoloji
Kil alanları	Kil alanı	Poligon	1:50,000	Jeoloji

8

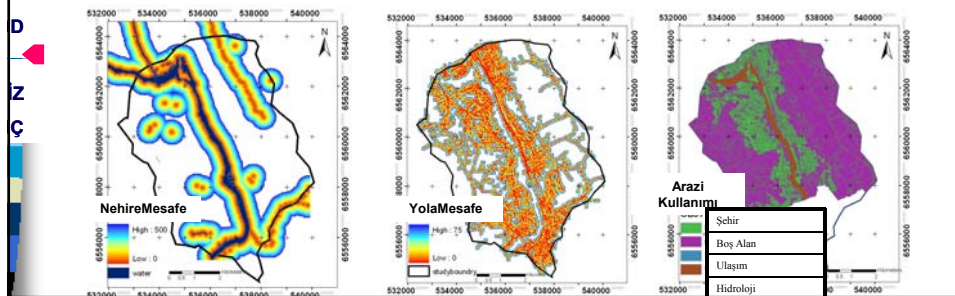
VERİ SETİ VE CBS İLE VERİ TABANI OLUŞTURULMASI

- ❖ Topoğrafik faktörlerin hesabı için TIN (Düzensiz Üçgen Ağları) kurulmuştur
- ❖ Bu katman sürekli yükseklik yüzeyi oluşturmak için kullanılmış ve SYM enterpolasyon ile hesaplanmıştır.
- ❖ Alanın ortalama denizden yüksekliği 0 ile 215 m arasında değişmektedir.
- ❖ 20 m x 20 m çözünürlüklü SYM daha sonra morfolojik faktörleri çıkarmak için kullanılmıştır.
- ❖ SYM' den eğim ve eğrilik hesaplanmıştır. Eğim haritası 0 ile 55 derece arası değişmektedir.



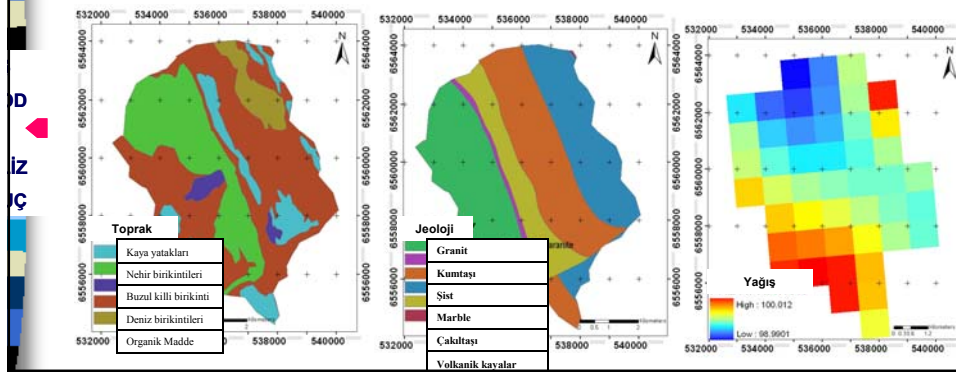
VERİ SETİ VE CBS İLE VERİ TABANI OLUŞTURULMASI

- ❖ Topoğrafik etkiler yanında şehirleşme ve insan etkileri de dikkate alınmıştır.
- ❖ Bu etkilerin killi toprak kaymasına etkisini araştırmak için yol ve tren rayına olan mesafe, ve arazi kullanımı da faktör olarak analizlere eklenmiştir.
- ❖ Çalışma alanına ait arazi kullanım haritaları ise dört farklı kategoride incelenmiştir. Bunlar: Şehir, Ulaşım, Hidroloji, ve boş alanlar.



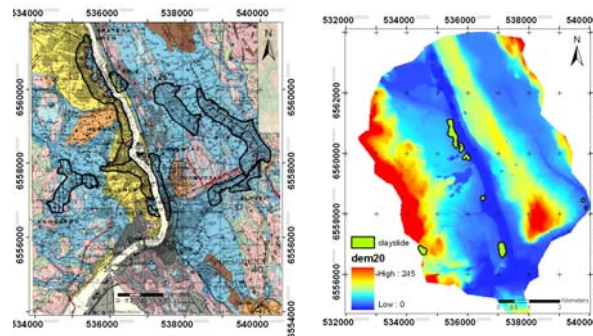
VERİ SETİ VE CBS İLE VERİ TABANI OLUŞTURULMASI

- ❖ Alana ait 6 farklı formasyonda jeoloji haritası
- ❖ 5 farklı tür içeren toprak haritalarında Norveç jeoloji biriminden elde edilmiştir.
- ❖ Heyelanlar oldukça sık olarak yağışlarla tetiklenmektedir.
- ❖ Aylık ortalama yağış haritası Oslo meteoroloji enstitüsü tarafından sağlanmıştır.



VERİ SETİ VE CBS İLE VERİ TABANI OLUŞTURULMASI

- ❖ Daha önce alanda yapılan çalışmalarla tehlike alanları bilirkişiler tarafından belirlenmiş ve çizilmiştir.
- ❖ Bu alanlar içinde daha önce olmuş olan toprak kaymalarında gösterilmektedir.
- ❖ Geçmiş heyelan lokasyonları gelecekte olabilecek lokasyonları tahmin etmek için kullanılmaktadır prensibine dayalı olarak, alana ait heyelan haritaları dijital hale getirilmiş ve analizler için bu lokasyonlar kullanılmıştır.



12

HEYELAN DUYARLILIK DEĞERLENDİRİLMESİ

Frekans Oranı Metodu (FR)

- ❖ Frekans oranları metodu, geçmiş heyelan lokasyonları ile dikkate alınan heyelanı etkileyen her bir faktörün korelasyonunu araştırmak için kullanılmıştır.
- ❖ Bu nedenle her bir heyelanı etkileyen faktör kategorilere ayrılmıştır
- ❖ Her bir kategorideki heyelan frekans oranı değeri CBS fonksyonları kullanılarak hesaplanmıştır.
- ❖ Bu metod potansiyel tehlike alanlarının belirlenmesinde, heyelanı etkileyen faktörlerin objektif bir şekilde ağırlıklandırılmalarını sağlamaktadır.

13

HEYELAN DUYARLILIK DEĞERLENDİRİLMESİ

Frekans Oranı Metodu (FR)

- ❖ Frekans Oranları hesabı için aşağıda verilen formül kullanılmıştır:

$$FR = PLO / PIF$$

Burada:

PLO: heyelanı etkileyen faktörün her bir kategorisi içinde heyelan varlığının bulunma olasılığı

PIF: heyelanı etkileyen faktörün kategorisinin bulunma olasılığı

$$PLO = A/B$$

$$PIF = C/D$$

Frekans oranlarının hesabı için verilen örnek tabloda elde edilen FR değerlerinden:

$x > 1$, yüksek bir korelasyon,

$x < 1$, düşük bir korelasyon.

Kategori	Heyelan varlığı*		Tüm Alan**		Ratio
	A, Hücre sayısı	PLO (%)	C, Hücre sayısı	PIF (%)	
0-5°	556	53	73555	66	0.81
5-10°	349	34	22553	20	1.67
10-15°	130	12	8953	8	1.56
15-20°	6	1	3692	3	0.18
20-25°	0	0	1758	2	0.00
>25°	0	0	1630	1	0.00

*B=1041 (Heyelanı içeren toplam hücre sayısı)

**D=112,141 (Alandaki toplam hücre sayısı)

Tablo 2.Eğim haritası için frekans oranı hesabı

14

HEYELAN DUYARLILIK DEĞERLENDİRİLMESİ Frekans Oranı Metodu (FR)

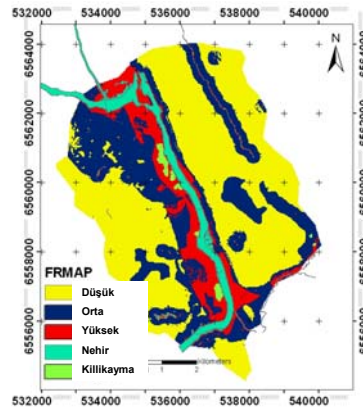
- ❖ yollara 60 m'ye kadar heyelan ile korelasyon gittikçe artmakta ve uzaklaştıkça bu korelasyon düşmektedir.
- ❖ Buda Şehirleşmenin killi toprak kaymasının önemli bir tetikleyici nedeni olduğunu göstermektedir.
- ❖ Toprak tipi sınıflarında ise en çok korelasyon nehir birikintileri ve killi çamur da görülmektedir.
- ❖ Nehire yakınlık incelendiği zaman en çok korelasyon 0-20 m de görülmektedir. Nehirden uzaklaştıkça bu korelasyon azalmaktadır.
- ❖ Jeolojide ise kireçtaşı, şist ve kumtaşı biriminin heyelana korelasyonu fazladır .
- ❖ Arazi kullanımında ise heyelanla en yüksek görülen korelasyon şehir alanındadır. Bu sonuçta yine şehirleşmenin heyelan oluşumuna negatif etkisini göstermektedir.

15

Frekans Oranı Metodu (FR)

Elde edilen ağırlıklar faktörlerin derecelendirilmeleri için kullanılmıştır.

- ❖ Frekans oranları 20X20 m2 lik her bir birim için hesaplanıp, faktörlerin her bir kategorisi için bu değerler ilgili birimlere atanmıştır.
- ❖ Daha sonra CBS ile tüm haritalar çakıştırılıp, oranlar toplanmış ve her birim için duyarlılık indeksi oluşturulmuştur.



16

HEYELAN DUYARLILIK DEĞERLENDİRİLMESİ

Lojistik Regrasyon Metodu

- ❖ Lojistik regrasyon yöntemi bağımsız değişkenler ile bağımlı değişken olan heyelan arasındaki ilişkiye bakmakta ve gelecekte olabilecek heyelan alanları için bu ilişki kullanmaktadır. (Ohlmacher and John, 2003).
- ❖ Lojistik regrasyonun diğer regrasyon yöntemlerine göre avantajı, değişkenlerin sürekli, kategorik veya çift değişkenli olabilmesidir.
- ❖ Bu çalışmada bağımlı değişken, heyelanın var yada yok olduğunu gösteren bir çift değişkenli değişkendir.
- ❖ 11 bağımsız değişken ise eğim, eğrilik, yükseklik, yağış, mukavemet kuvveti, jeolojik formasyon, toprak tipi, killi alanlar, yola ve tren raylarına mesafe, nehre ve göllere mesafe ve arazi kullanımıdır.

17

Lojistik Regrasyon Metodu

- ❖ Lojistik regrasyon sonucu elde edilen model göstermiştir ki heyelan oluşumu şehir alanı ile ve toprak tipiyle yüksek oranda pozitif korelasyonludur.
- ❖ Model ayrıca jeoloji tipinden Marble ve granit ile ayrıca suya mesafe ve yola mesafe ile negatif korelasyonludur

$$f(x)=B_0+B_1X_1+B_2X_2+....+B_nX_n \quad (2)$$

Burada B_i değerleri bağımsız değişkenlerin ($X_1, X_2, ..., X_n$) katkısını ölçen katsayılar

Değişken	Kategori	Beta	Değişken	Kategori	Beta
Killi alanlar		4.6024	Toprak tipi		
Eğrilik		-0.0882	Organik Madde		1.2035
Yükseklik		-0.0201	Kaya yatakları		-1.3514
Nehre Mesafe		-0.0043	Nehir birikintileri		-0.095
Alan kullanımı			Buzul killi birikinti		1.6047
	Şehir	3.0551	Deniz birikintileri		0.2239
	Ulaşım	0.5060	Jeoloji		
	Boş	0.1846	Granit		-3.364
	Hidroloji	0.2003	Kumtaşı		1.0035
Mukavemet kuvveti		0.0011	Şist		0.7027
Yola mesafe		-0.0126	Marble		-2.7245
Eğim		0.0501	Çakıltası		0.4742
Precipitation		0.0002	Volkanik kayalar		0.1465
Baki sinüs		-0.011	Sabit		-11.8632
Baki kosinüs		0.0257			

8

Lojistik Regrasyon Metodu

- ❖ Lojistik regrasyon sonucu daha sonra Cox-Snell R^2 ve Nagelkerke R^2 değerleri ve sınıflandırma tablosu ile değerlendirilmiştir. Cox-Snell R^2 ve Nagelkerke R^2 değerleri temel olarak R^2 değeri tahminidir ve bağımsız değişkenlerin modele katılımı ile bağımlı değişkendeki değişim oranını göstermektedir.
- ❖ Büyük değerdeki R^2 değeri değişimin çoğunun model tarafından tanımlandığını ifade etmektedir.
- ❖ Ve bu değerler sırasıyla 0.536 ve 0.714 olarak bulunmuştur.
- ❖ Lojistik regrasyon sonucunun başarısı ayrıca sınıflandırma tablosuna bakılarak değerlendirilebilir.
- ❖ 2X2 olan tablo tüm model için doğru ve yanlış tahminleri göstermektedir.
- ❖ Kolonlar bağımlı değişkenin tahmin edilen değeri ve satırlar ise gözlenen (gerçek) değerlerdir.

	Tahmin edilen		
Gözlenen	0%	1%	Doğruluk yüzdesi
0%	89	11	89.34%
1%	3	96	96.54%
			Tüm doğruluk 92.94%

19

Lojistik Regrasyon Metodu

- ❖ Lojistik regrasyon modeli oluşturulduktan sonra alana ait heyelan duyarlılık haritası oluşturulmuştur.
 - ❖ Fonksiyonun logit değeri, $P(L)$, lojistik fonksiyonu tarafından olasılık olarak tanımlanmaktadır. Bunun için Formül 2 ye göre fonksiyon her birim için hesaplanmış ve heyelan duyarlılık haritası oluşturulmuştur.
- $$f(x) = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + \dots + B_nX_n \quad (2)$$

$$P(L) = \frac{1}{1 + \text{Exp}^{-f(x)}}$$

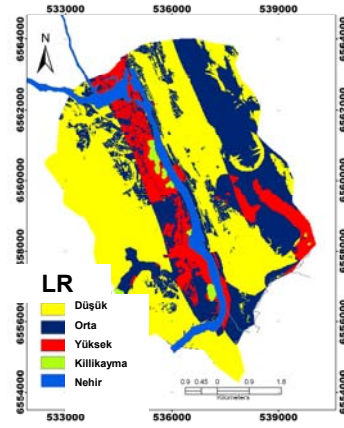
Burada B_i değerleri bağımsız değişkenlerin ($X_1, X_2, \dots, X_n$) katkısını ölçen katsayılarıdır, $P(L)$, ise lojistik fonksiyonun olasılığı olarak tanımlanır.

- ❖ $f(x)$ değeri $-\infty$ ile $+\infty$ arası değişirken olasılık 0 ile 1 arasında değişir.
- ❖ Heyelan olasılık değerleri elde edildikten sonra duyarlılık haritası oluşturmak için düşük, orta ve yüksek olarak üç sınıfa ayrılmıştır.

20

Lojistik Regrasyon Metodu

- ❖ Heyelan olasılık değerleri elde edildikten sonra duyarlılık haritası oluşturmak için düşük, orta ve yüksek olarak üç sınıfa ayrılmıştır.
- ❖ Yüksek heyelana duyarlı alanlar faktör analizi sonucuna benzer şekilde nehir kenarları çıkmıştır ve burada yol, şehir alanı etkisinde açıkça görülmektedir.



21

Sonuçların Değerlendirilmesi

- ❖ Uygulanan metodların doğruluğu her bir duyarlılık sınıfı alanı için heyelan yoğunlukları ve yüzdeleri hesaplanarak karşılaştırılmıştır.
- ❖ Duyarlılık sınıflarındaki heyelan yoğunluğu, her bir duyarlılık sınıfı alanında bulunan heyelan alanının oranı olarak hesaplanmıştır.
- ❖ Ayrıca her bir metodun hangi oranda heyelan oluşumunu tahmin ettiğini analiz etmek içinde yüzdeler hesaplanmıştır.

FR Metodu					LR Metodu			
Duyarlılık Sınıfı	Heyelan alanı	Toplam alan	Yoğunluk	Heyelan oluşumu Yüzdesi	Heyelan Alanı	Toplam Alan	Yoğunluk	Heyelan oluşumu Yüzdesi
Düşük	2	69235	0.00	0.19	5	56579	0.00	0.48
Orta	146	27149	0.01	14.02	288	40648	0.01	27.67
Yüksek	893	15757	0.06	85.78	748	14914	0.05	71.85

22

TEŞEKKÜR

- ❖ Bu proje Avrupa projesi No. 505448 LESSLOSS tarafından desteklenmiştir
- ❖ Çalışma Uluslararası afet araştırmaları merkezi olan NGI (International Centre for Geohazards) da yapılmıştır .
- ❖ NGI, Enstitüsüne bu imkanı sağladıkları için teşekkürler.
- ❖ CBS2007 konferansı tüm organizasyon ekibine teşekkürlerimi sunarım.

23

TEŞEKKÜRLER

24