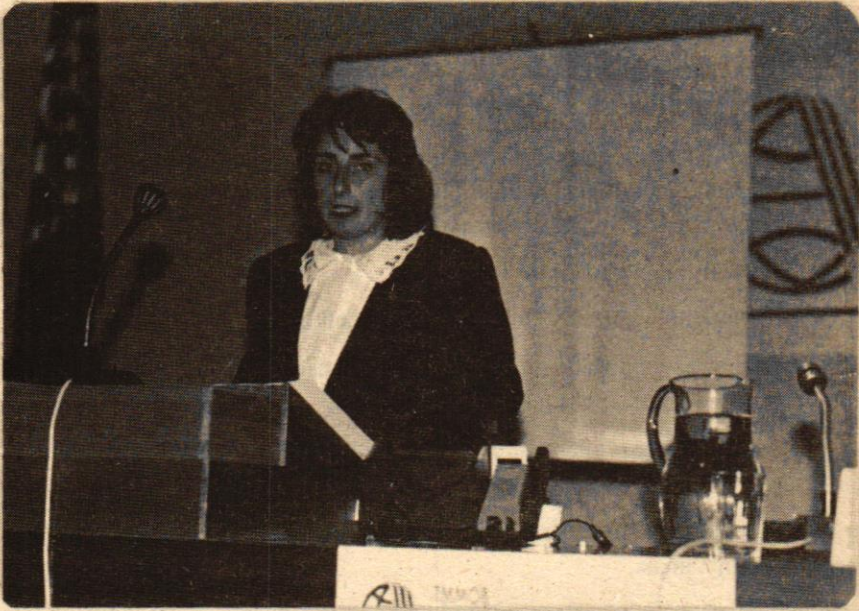


# EROZYON BELİRLEME ÇALIŞMALARINDA SAYISAL ARAZİ MODELİ KULLANILMASI

Gönül TOZ

Feyza AKYÜZ



## Özet

En fazla erozyona uğrayan Güneybatı-Güneydoğu Asya kuşağı içinde yeralan ülkemizde, erozyon nedeniyle uğranılan toprak, can ve mal kaybı yadsınamaz bir gerçektir. Binlerce yıldan beri yoğun bir arazi kullanımına konu olan ve özellikle doğal bitki örtüsü önemli ölçüde tahribata uğratılmış ülkemizde yapılan hesaplara göre her yıl Kıbrıs adası büyüklüğünde toprak denizlere taşınmaktadır.

Topoğrafya, jeoloji ve iklim koşullarının erozyona elverişliliğinin yanı sıra özellikle arazi kullanımındaki yanlışlıklar, orman ve mer'alarda süre gelen aşırı kullanımın yol açtığı zararlı gelişimler, erozyonun yaygınlaşmasına neden olan önemli etkenlerdir.

Ortalama yüksekliği 1132 m olan ülkemizin genel bir değerlendirme ile % 8 den faz-

la eğimli alanlar % 80 nini, % 40 dan fazla eğimli alanlar % 46 sını oluşturmaktadır. Yapılan araştırmalar, havzaların fizyografik özelliklerinden topoğrafya ile ilgili parametreler olan eğim ve arazi ortalama yükseltisinin erozyonun oluşumu üzerinde en önemli etken olduğunu ortaya çıkarmıştır. (DPT Raporu, 1990).

Ülkemizde bugüne kadar yapılan çalışmalara bakıldığında universal toprak kaybı denkleminde önemli bir faktör olan topoğrafya faktörünün klasik haritalar üzerinden hesaplanmış olduğu görülmektedir.

Bu çalışmada yukarıda söz konusu edilen topoğrafya faktörünün erozyon üzerine etkisi, tüm ormancılık faaliyetlerine temel altlık oluşturacak Orman Bilgi Sistemi için gerekli sayısal verileride sağlayacak olan, sayısal arazi modelinden elde edilen verilerle incelenmiştir.

## 1. Giriş

Erozyon, doğal dengenin en önemli unsuru olan toprağı yerinde tutan ve koruyan bitki örtüsünün insan tarafından değişikliğe uğratılması sonucunda büyük ölçüde hız kazanmış toprak aşınması ve taşınması olayıdır.

### Erozyon konusunda ana sorunlar:

- Düzensiz yerleşmenin arazi kullanımına olumsuz etkisi,
- Halkın, toprak erozyonu ve doğurduğu zararlar konusunda yeterince eğitilememesi nedeniyle araziden bilinçsiz bir şekilde yararlanması,
- Mülkiyet sorununun çözümlenmemiş olmasından dolayı planlanan çalışmaların gerçekleşmemesi durumunda ise koruma güçlükleriyle karşılaşılması,
- Baraj yapılan alanlarda önceden yapılması gerekli olan toprak ve su muhafazası tedbirlerinin alınmaması,
- Erozyon kontrolü ve mer'a ıslahı amacıyla ele alınan büyük havzalarda halkın arazi üzerine olan baskısını azaltmak üzere sosyo-ekonomik yönden alınması gerekli önlemlerin yetersiz oluşu,
- Konuyla ilgili çeşitli devlet kuruluşları arasında olması gereken işbirliğinin arzu edilen düzeye ulaşmaması,
- Ayrılan parasal kaynağın çok yetersiz kalışı,

Şeklinde sıralanabilir (DPT Raporu, 1990).

## 2. Evrensel Toprak Kaybı Eşitliği

Erozyon kontrolü çalışmalarında yöntem seçimine yardımcı olacak verilerin üretilmesinde erozyonla taşınabilecek toprak miktarının tahmin edilmesi gereklidir. Bunun için yaygın olarak evrensel toprak kaybı eşitliği kullanılmaktadır (Ehgartner-Kalliany-Stechauer 1988, Hızal 1984).

$$A = R.K.L.S.C.P$$

(1)

şeklinde verilen bu eşitlikte;

A = Birim alanda meydana gelecek toprak kaybını (ton/ha/yıl),

R = Yağış faktörünü,

K = Toprak erodibilite faktörünü,

L = Yamaç uzunluğunu (m), } Topoğrafya  
S = Eğim (%), } Faktörü

C = Bitki amenajman faktörünü,

P = Toprak koruma faktörünü

deyimlendirmektedir (Hızal 1984, Ehgartner-kalliany-Stechauner 1989).

Bu çalışma, İstanbul il sınırları içerisinde olan Ömerli Baraj gölünün (3-4 km) batısında 1/1000 ölçeğindeki harita üzerinde seçilen bir alanda yapılmış olup, evrensel toprak kaybı eşitliğinde söz konusu edilen faktörler aşağıda açıklanmıştır.

### 2.1. Yağış Faktörü (R)

Yapılan araştırmalar, yağmurun kinetik enerjisi ile 30 dakikalık şiddetinin çarpılmasıyla elde edilen erozyon indeksi ( $EI_{30}$ ) ile toprak kaybı arasında yüksek bir ilişkinin bulunduğunu göstermiştir. (Balci, 1978). Yağış faktörünün hesaplanmasında yararlanılan erozyon indeksi haritasından alınabilir (Doğan Güçer 1976).

### 2.2. Toprak Erodibilite Faktörü (K)

Evrensel toprak kaybı eşitliğinin toprak erodibilite faktörü (K) deneysel olarak belirlenmektedir (Hızal 1984). Bu faktör; % 9 eğimli 22.1 metre uzunluğunda ve tekdüze bir genişliğe sahip bulunan bir arazi biriminin eğim yönünde sürülerek devamlı olarak çıplak bırakılması durumunda, erozyon indeksi ( $EI_{30}$ ) ile hektardan kaybolan toprağın ton olarak ifadesidir.

### 2.3. Topoğrafya Faktörü (LS)

Arazideki uygulamalar için evrensel toprak kaybı eşitliğindeki L yamaç uzunluğu; yüzeysel akışın başlangıç noktasından sedimentasyonun oluştuğu veya yüzeysel akışın bir kanala ulaştığı nokta arasındaki uzunluk olarak tanımlanmaktadır. (Hızal 1984).

$$L = \left( \frac{\lambda}{22.1} \right) \cdot m \quad (2)$$

eşitliğinde;  $\lambda$  arazideki yamaç uzunluğunu (metre),  $m$  arazide elde edilen bilgilere göre saptanan katsayıyı tanımlamaktadır. Örneğin eğimin % 10 dan büyük olması durumunda  $m = 0.6$ , kuru ağır kil topraklar için  $m = 0.3$ , bu toprakların ıslak olmaları halinde  $m = 0.5$  olarak alınmaktadır.

- Evrensel toprak kaybı eşitliğindeki eğim yüzdesi ise;

$$S = \frac{0.43 + 0.30s + 0.043s^2}{6.613} \quad (3)$$

ile hesaplanmaktadır (Wischmeier, Smith 1965). Bu eşitlikte  $S$  eğim yüzdesini,  $s$  arazi eğimi göstermektedir. Bunun yanısıra arazideki uygulamalar için yamaç uzunluğu ile eğim derecesi aşağıdaki şekilde birleştirilerek de kullanılmaktadır (Doğan Güçler 1976).

$$LS = \frac{\sqrt{I}}{100} (1.36 + 0.97s + 0.138s^2) \quad (4)$$

Burada  $LS$  topoğrafya faktörünü,  $I$  erozyonal yamaç uzunluğunu (metre),  $s$  arazi eğimini (%) belirtmektedir.

Eğimli yüzeyde toprak taşınması artan eğim ve yamaç uzunluğu ile büyümektedir. Yamacın eğimi ne kadar dikse erozyona neden olan yağış yüzeysel akış haline o kadar çabuk gelmekte ve su o kadar hızla aşağıya akmaktadır. Artan yamaç uzunluğu ile yamacın aşağısı daima daha fazla yüzeysel akış toplamakta ve bu akış daha hızlı olmaktadır.

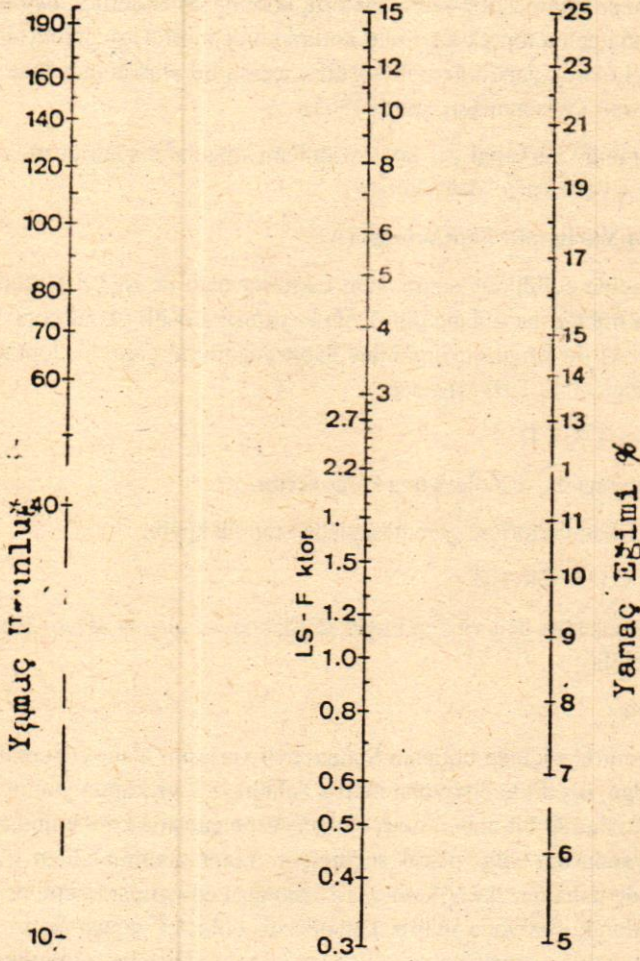
Yüzeysel akışın miktarı ve hızı taşıma kapasitesini ve aşınmayı belirlemektedir. Bu ilişki  $LS$  faktörü ile kantitatif olarak ifade edilmektedir. Bu herhangi bir eğim ve uzunluktaki yamacın taşıma kapasitesinin aynı koşullar altında % 9 eğim ve 22 metre uzunlukta standart yamacın oranını vermektedir. Bu durumda yukarıda söz konusu edildiği üzere  $LS$  faktörü bir oran sayıdır.

Daima eğim yönünde ölçülen yamaç uzunluğuna göre erozyonal yamaç uzunluğu daha kısadır ve bundan dolayı topoğrafik haritalardan alınması olanaksızlaşır.

Yamaç eğimi mümkün olduğu kadar doğru belirlenmelidir. Zira bundan türetilen  $s$  faktörü diğer faktörlere göre daha fazla etki yapmaktadır (Schwertmann, Vogl, Kainz 1987).

$LS$  faktörü yukarıdaki eşitliklerden hesaplanabildiği gibi nomogramlardan da alınabilir (Şekil 1).

Yamaçlar düzgün eğime sahip olmayabilirler. Eğimleri yukarıdan aşağı artar (konveks) veya azalır (konkav). Ortalama yamaç eğimi ile böyle yamaçlar yetersiz olarak ifade edilir. Bu nedenle eğimi fazla olan ve düzgün eğime sahip olmayan arazilerde LS faktörünün belirlenebilmesi için arazi eğim gruplarına ayrılır.



Şekil 1 : LS faktörü (Vogl-Kainz 1987).

#### 2.4. Bitki amenajman Faktörü (C)

Evrensel toprak kaybı eşitliğinin bitki amenajman faktörü (C), belirli koşullar altında ürün alınan bir tarlada meydana gelen toprak kaybının sürülü ve sürekli olarak

nadasa bırakılan bir tarlada oluşan toprak kaybına oranı olarak ifade edilmektedir. C faktörü, bitkilerin toprağı erozyona karşı koruma derecelerine bağılı olarak; toprak bitki tarafından tam örtülü ise 0 "sıfır", toprak tamamıyla çıplak ise 1 arasında değışir (Hızal 1984).

### 2.5. Toprak Koruma Faktörü (P)

Evrensel toprak kaybı eşitliğinin P faktörü, koruma önlemlerinin uygulandığı bir alanda meydana gelen toprak kaybının koruma önlemleri uygulanmayan ve sürümün eğime paralel olarak yapıldığı aynı koşullar içeren bir alanda meydana gelen toprak kaybına oranıdır (Wischmeier, Smith 1965). -

P faktörü, arazide herhangi bir kontrol önlemi uygulanmadan tarım yapılıyorsa, 1, önlem alınmış ise 0 "sıfır" değışirini alır.

### 2.6. Erozyon Varlığının Saptanması (A)

Tüm veriler elde edildikten sonra sabit faktörler olan R, K, LS faktörleri çarılarak toprak kaybı miktarı hesaplanabilir. Toprak yapısına bağılı olarak toprak kaybı tolerans değıeri (A) ile karşılaştırılmalıdır. Sabit değıerlerin çarpımı, toprak kaybı tolerans değıerinden (T.K.T.D) büyükse,

$$A = R.K.LS > T.K.T.D \quad (5)$$

arazinin erozyona duyarlı olduğuna karar verilir.

Sabit ve değışken faktörlere göre hesaplanan toprak kaybı,

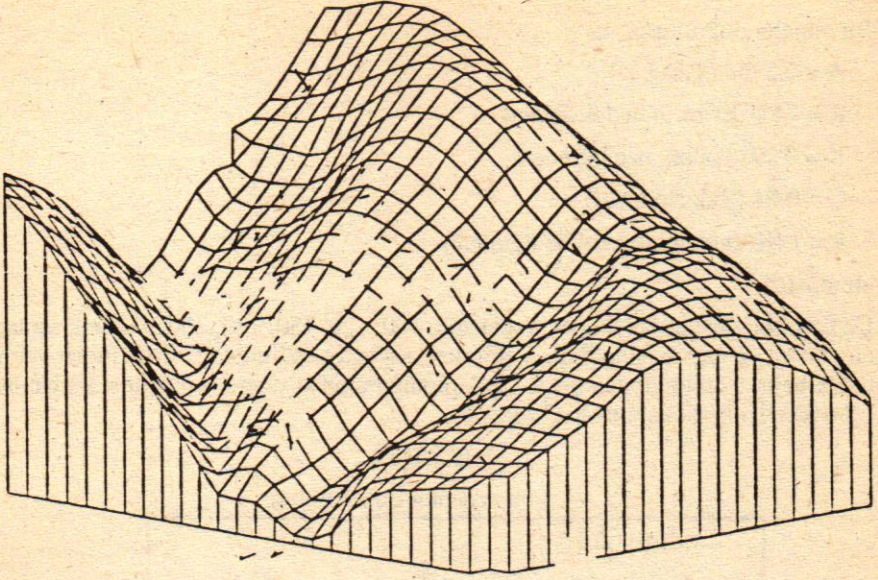
$$A = R.K.LS.C.P > T.K.T.D \quad (6)$$

toprak kaybı tolerans değıerinden büyükse sözkonusu alanda aktüel erozyonun oluştuğı söylenebilir.

## 3. Uygulama

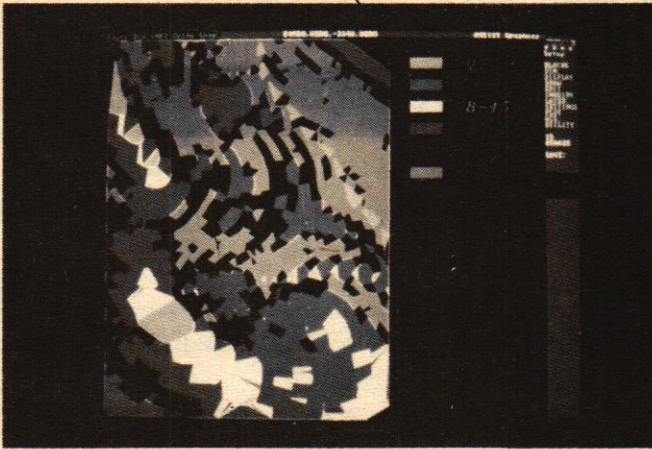
İstanbul İli sınırları içinde bulunan Sultanbeyli yerleşim alanı-Ömerli Barajı arasında kalan bölge, özellikle erozyona maruz kalabilecek ve kamuoyunun çevre sağlığı yönünden ilgilendiğı bir alan olması nedeniyle bu çalışma kapsamındaki sayısal uygulamanın yapılacağı bölge olarak seçilmiştir. Yörenin temin edilen 1/25000 lik haritası üzerinde daha önceki bölümlerde sözkonusu edilen parametreler yönünden irdeleme yapılarak erozyona maruz kalabilecek bölgeler saptanmıştır. Bu bölgenin 1987 yılında yapılan uçuştan elde edilen hava fotoğrafları, bu fotoğrafların değıerlendirilmesinden elde edilen veriler ve bölgenin perspektif görünüşü (Şekil 2) eğim yönünden 6 bölüme ayrılabilceğini göstermiştir. Bu eğim grupları, % 0-3 arası düz, % 3-8 arası az eğimli, % 8-15 arası eğimli, % 15-25 arası orta eğimli % 25-35 arası dik, % 35 den büyük çok dik'dir.

İstanbul ili toprak kaynağı envanter raporuna dayanarak yörenin toprak sınıflaması



Şekil 2: PERSPEKTİF GÖRÜNÜŞ

saptanmıştır. N15.3 F.6 olarak verilen toprak tipi için N15.3 değri dik eğimde, sığ toprakların şiddetli erozyona uğramış olduğunu, üst toprağın % 75 inden fazlasının veya alt toprağın % 25 inin aşınmış olduğunu, kalkersiz, kahverengi orman toprakları olduğunu ifade etmektedir. F, bitki örtüsünün funda ve yalancı maki olduğunu, 6 ise 6.sınıf toprak olduğunu göstermektedir.



Şekil 3: Eğim Grupları

Bu bilgiler doğrultusunda:

A = 2.5 ton (T.K.T.D)

R = 74.0 (Erozyon indeksinden)

K = 0.29 (Toprak özelliğinden)

C = 0.04 (Yalancı maki)

P = 1 (Koruma önlemi olmadığından)

alınmıştır.

Üç boyutlu oluşturulan model gözlenerek 100, 120, 150, 180, 200 m olarak saptanan erozyonal yamaç uzunluklarının eğimleri, sayısal arazi modeli verilerinden yararlanarak belirlenebildiğinden Şekil 1 deki nomogramdan veya (4) bağıntısı kullanılarak LS değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1

LS Faktörünün Belirlenmesi

Erozyonal Yamaç Uz. I (m)	Eğim S( %)	LS
100	15	4.70
120	35	22.38
150	20	9.30
180	25	15.01
200	25	15.82

(5) ve (6) bağıntılarına göre yapılan hesaplarla aktüel erozyonun varlığı tesbit edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2

Erozyona duyarlılık ve Aktüel Erozyon

Faktörler					T.K.T.D Erozyona Duyarlılık Aktüel Erozyon				
R	K	LS	C	P	ton/ha yıl	R.K.LS ton/ha yıl	Değer lendirme	R.K.LS.C.P ton/ha/yıl	Değer.
74.0	0.29	4.70	0.04	1	2.5	100.86	Erozyon olabilir	4.03	Erozyon
"	"	22.38	"	"	"	480.27	"	19.21	"
"	"	9.30	"	"	"	199.58	"	12.88	"
"	"	15.01	"	"	"	322.11	"	13.57	"
"	"	15.82	"	"	"	339.48	"	13.57	"



#### 4. Sonuç

- Seçilen alan Sultanbeyli ile Ömerli Barajı arasında baraj havzası içerisinde. Günümüzde Sultanbeyli hızla kontrolsüz olarak büyümektedir. Arazinin üzeri yalnızca maki ile kaplı olan bu alanda aktüel erozyonun varlığı saptanmıştır. Düzensiz şekilde büyüyen Sultanbeyli ile bu doğal örtünün ortadan kalktığı düşünülürse Ömerli Barajı hızla dolma tehlikesi ile birlikte kirlilik tehlikesi ile de karşı karşıyadır.

- Hava fotoğrafları yardımıyla oluşturulan sayısal arazi modellerinden elde edilen bilgilerin kullanılması topoğrafik analiz ve planlama amaçları için çok yönlü bilgileri içermektedir. Eğim gruplarının sayısal arazi modeli üzerinde belirlenmesiyle erozyona müsait bölgelerin elde edilmesi erozyon önleme çalışmalarında büyük yarar sağlayacak ve bu konudaki çalışmalarda diğer meslek gruplarının da katılımı erozyon kontrol çalışmalarını başarıya ulaştıracaktır.

Tüm bu çalışma adımları içerisinde yalnızca erozyon kontrolü değil şehir ve bölge planlaması ve gerekli mühendislik hizmetlerinin eksiksiz projelendirilebilmesi için en etkin ve çabuk yöntem fotogrametik değerlendirme teknikleridir. Bu nedenle bu tekniklerin olay ortaya çıktıktan sonra kullanılması yerine daha başlangıç safhalarında gereken önem verilerek uygulanması gerek insan ve çevre sağlığının korunması, gerekse kaynak israfının önlenmesi yönünden son derece önemlidir.

#### Kaynaklar

**Balci, N. :** Kurak ve Nemli İklim Koşulları Altında Gelişmiş Bazı Orman Topraklarının Eroodibilite Karakteristikleri. İ.Ü. Yay. No : 2402, Or. Fak. Yay. No : 248, İstanbul 1978.

**Doğan, O. ; Güçer, C. :** Su Erozyonunun Nedenleri, Oluşumu ve Üiversal Denklemlerle Toprak Kayıplarının Septanması. Topraksu Gn.Md. Genel Yay. No:41, Ankara 1976.

**Ehgartner, M. ; Kalliany, R. :** Bodenerosionsgefährdungs-karten als Planungsgrundlage in der Flubereinigung

**Stechauer, A. ; Hızal, A. :** Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik, Wien 1988 Hava Fotoğrafları Yorumlamasının Havza Amenajmanı Çalışmalarında Uygulama Olanaklarının Araştırılması. İ.Ü. Yay. No: 3144, O.F. Yay. No: 341, İstanbul 1984.

**Schwertmann, U. ; Vogl, W. ; Kainz, M. :** Bodenerosion durch wasser Eugen Ulmer. Stuttgart 1987.

#### Raporlar :

"İstanbul İli Toprak Kaynağı Envanter Raporu" Köyişleri Bakanlığı, Topraksu Gn.Md. Raporlar Serisi: 54, Bakanlık Yay. No: 182, Ankara 1972.

"DPT Raporu" : VI.Beş Yıllık Kalkınma Ö.İ.K. Raporu. DPT Yay. No: 2201, Ö.İ.K. Yay. No: 350 Ankara 1990

**BAŞKAN-** Açıklamalarınız için çok teşekkürler. Sayın Doktor Feyza Akyüz'e yönelteceğiniz sorular var mı?

**PROF.DR.ERGÜN ÖZTÜRK-** Feyza Hanıma kısaca, şu elimdeki uzaktan algılamayla elde edilen sayısal arazi modelinde, yatay ve düşey konum duyarlılığını öğrenmek istiyorum. Yatay konumda 10 metre, düşey konumda 5 metre biçiminde bir sayısal bilgi verebilir mi?

**DR. FEYZA AKYÜZ-** Ergün Bey hocamın uzaktan algılama gibi birtakım renkli renkli boyamalarımızı öyle gösterdiği şeylerdi. O sadece, uzaktan algılamayla alakası, sayısal, normal fotogrametrik üç boyutlu model.

**BAŞKAN-** Teşekkür ediyoruz.

Şimdi bildirimiz "Elektronik Teodolitlerdeki Gelişmeler ve Bilgi Değerlendirme Birimleri". Bu bir ortak bildiri. Bu çalışma Doktor Denizhan Yalın, Cihangir Özşamlı ve Rahmi Nurhan Çelik tarafından hazırlanmış. Bildiriyi sunmak üzere Sayın Doktor Denizhan Yalın kürsüye geliyor. Kendilerine teşekkür ediyoruz.