

## DOĞU ANADOLU BÖLGESİ VE CİVARININ POISSON YÖNTEMİ İLE DEPREM TEHLİKESİNE TAHMİN

Tuba TÜRKER<sup>1</sup> ve Yusuf BAYRAK<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Araştırma Görevlisi, Jeofizik Müh. Bölümü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon

<sup>2</sup> Profesör, Jeofizik Müh. Bölümü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon  
Email: tturker@ktu.edu.tr.

### ÖZET:

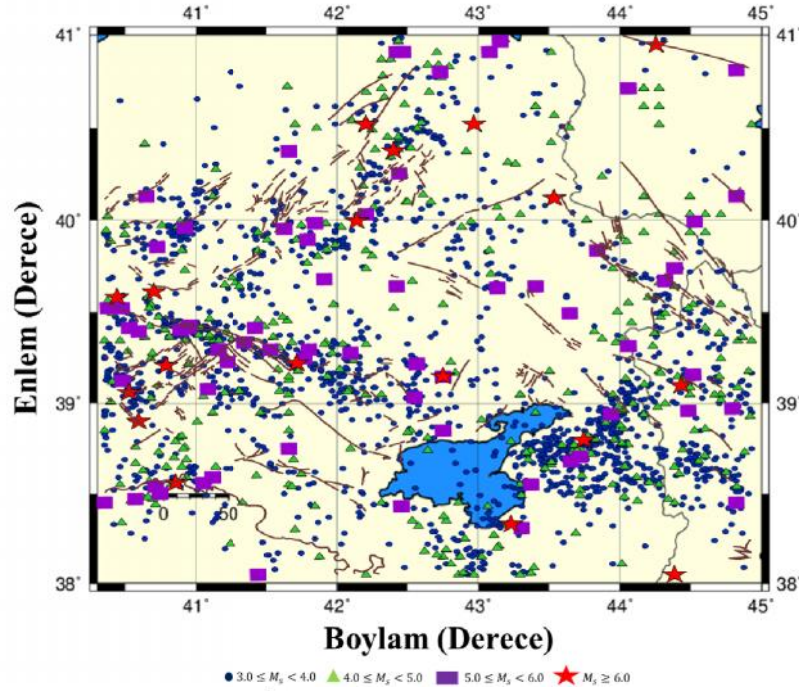
Doğu Anadolu Bölgesi ve civarı depremsellik ve deprem tehlikesi açısından son yıllarda meydana gelmiş depremler ile depremsellik çalışmalarının yoğun olarak araştırıldığı bölge haline gelmiştir. Bu çalışmanın amacı; Doğu Anadolu Bölgesi ve civarındaki depremlerin gelecekte olma olasılıkları ve tekrarlanma (geri dönüş) periyotları Poisson yöntemi kullanılarak hesap edilmiştir. İlk olarak; Çalışma bölgesi için Gutenberg-Richter ilişkisindeki (magnitüd-frekans) a ve b parametrelerini bulmak, bu parametrelerden yararlanarak ve Poisson yöntemini kullanarak farklı büyüklükteki depremlerin meydana gelme olasılıkları ve geri dönüş periyotları tahmin edilerek Doğu Anadolu bölgesi ve civarının deprem tehlikesi belirlenmeye çalışılmıştır. Magnitüd-frekans ilişkisindeki a ve b parametreleri  $\log N = 5.51 - 0.734M$  şeklinde hesap edilmiştir. Çalışmada;  $M_s$  magnitüdü ( $M_s \geq 3$ ) için ve aletsel dönemi içeren homojen bir deprem kataloğu hazırlanmıştır. Katalog; Bozaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü (BÜRKDAE), Ulusal Deprem İzleme Merkezi (UDM), TÜBİTAK, TURKNET, Uluslararası Sismoloji Merkezi (ISC), Sismoloji Araştırma Enstitüsü (IRIS) gibi farklı kataloglar kullanılarak oluşturulmuştur. Doğu Anadolu Bölgesi ve civarı için 1897 adet deprem verisi kullanılmıştır. Bu bölgede aletsel dönem için geçmiş yıllarda meydana gelen en büyük magnitüdü depremlere bakıldığında  $M_{max}$  değerlerinin 5.0-7.3 arasında olduğu bilinmektedir. Bu bölge için deprem olma olasılıkları 10, 20, 30, 50, 75 ve 100 yıl için hesap edilmiştir. Gelecek 100 yıl içerisinde 6.5 büyüklüğünde bir depremin meydana gelme olasılığı %96, dönüş periyodu ise 30 yıl olarak, 7 büyüklüğünde bir depremin meydana gelme olasılığı %75, dönüş periyodu ise 71 yıl ve 7.5 büyüklüğünde bir depremin meydana gelme olasılığı %45, dönüş periyodu ise 167 yıl olarak hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda Doğu Anadolu bölgesi ve civarında gelecek yıllarda 6.5'dan büyük deprem olma olasılığının yüksek olduğu hesap edilmiştir.

**ANAHTAR KELİMELER :** Doğu Anadolu Bölgesi ve Civarı, Deprem tehlikesi, Poisson Yöntemi

### 1. ÇALIŞMA KULLANILAN YÖNTEM VE VERİ

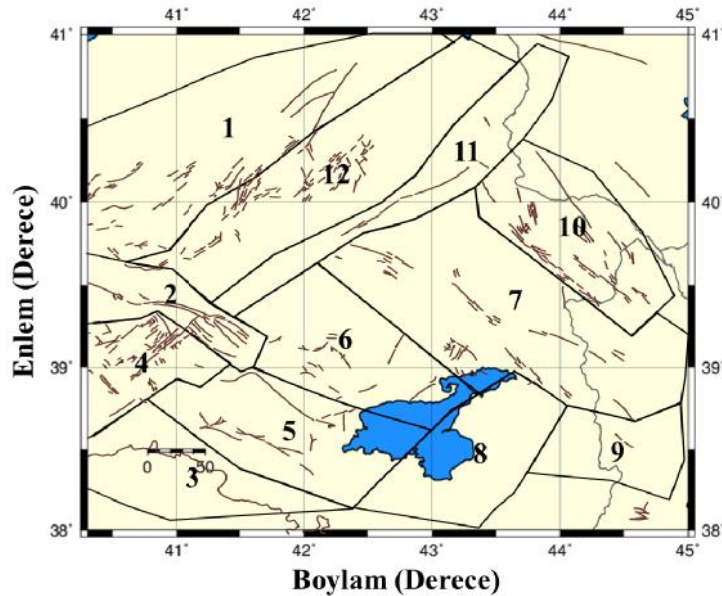
Çalışmada; Bayrak vd. (2009) tarafından hazırlanmış aletsel deprem kataloğu kullanılmıştır. Bu katalog; Bozaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü (BÜRKDAE), Ulusal Deprem İzleme Merkezi (UDM), TÜBİTAK, TURKNET, International Seismological Centre (ISC);(2006), Incorporated Research Institutions for Seismology (IRIS) gibi farklı kataloglar kullanılarak oluşturulmuştur. Aletsel katalog, depremlerin tarihlerini, oluş zamanlarını, farklı magnitüd değerlerini ( $M_s$ : yüzey dalgası magnitüdü,  $M_b$ : cisim dalgası magnitüdü,  $M_p$ : süreye bağlı magnitüd,  $M_L$ : yerel magnitüd,  $M_w$ : moment magnitüdü), koordinatlarını ve derinlik bilgilerini içermektedir. Doğu Anadolu Bölgesi ve civarı için 1897 adet deprem verisi kullanılmıştır. Bu bölgede aletsel dönem için geçmiş yıllarda meydana gelen en büyük magnitüdü depremlere bakıldığında  $M_{max}$  değerlerinin 5.0-7.3 arasında olduğu bilinmektedir (Tablo 1'de gösterilmiştir).

Aletsel dönemde meydana gelmiş  $M_s \geq 3$  olan depremlerin episantr dağınılımları, odak mekanizması çözümleri ve mevcut tektonik yapı dikkate alınarak yapılan bölgeleendirme ile Doğu Anadolu Bölgesi 12 farklı sismik kaynak bölgeye ayrılmıştır (ekil 2).



ekil 1. Doğu Anadolu’da  $M_s \geq 3$  meydana gelmiş depremlerin episantr dağılım haritası.

Çalışma bölgesi için Gutenberg-Richter ilişkisindeki (magnitüd-frekans) a ve b parametrelerini bulmak, bu parametrelerden yararlanarak ve Poisson yöntemini kullanarak farklı büyüklükteki depremlerin meydana gelme olasılıkları ve geri dönüş periyotları tahmin edilerek Doğu Anadolu bölgesi ve civarının deprem tehlikesi belirlenmeye çalışılmıştır. Magnitüd-frekans ilişkisindeki a ve b parametreleri  $\log N = 5.51 - 0.734 * M$  ekleinde hesap edilmiştir ( ekil 3). Poisson yöntemi ile araştırılan bölgenin deprem tehlikesi Tablo 3’de listelenmiştir.



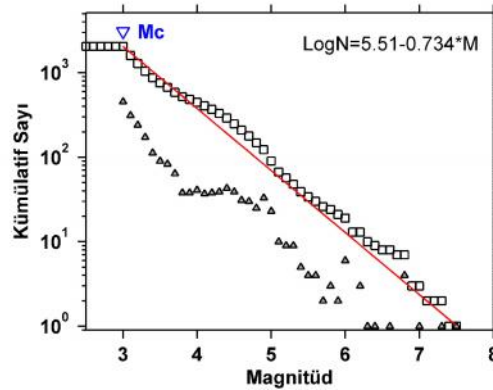
ekil 2. Doğu Anadolu’da mevcut tektonik yapı ve episantr dağılımları, odak mekanizması çözümleri dikkate alınarak yapılan bölgeleştirme.

**Tablo 1.** Doğu Anadolu bölgesi ve civarında gözlenen en büyük magnitudlü depremler.

Bölge	Bölge Adı	Mmax
1	Dumlu Fay Zonu	6.0
2	Kuzey Anadolu Fayı	7.0
3	Bitlis Bindirme Zonu	6.6
4	Doğu Anadolu Fayı	6.8
5	Mu Fayı, Kavakbaşı Fayı	5.4
6	Bulanık Fayı, Malazgirt Fayı	6.3
7	Ağrı Fayı, Tutak Fayı, Karayazı Fay Zonu	7.3
8	Van Fayı	7.3
9	Bağkale Fayı	5.0
10	Balıklı Göl Fay Zonu, Doğubeyazıt Fay Zonu	5.8
11	Kağızman Fay Zonu	6.0
12	Çobandede Fay Zonu	6.8

### 1.1. Poisson Yöntemi

Deprem olaylarının tahmininde en sık kullanılan modellerden birisi de Poisson modelidir. Poisson modeline göre bir sonraki depremin oluşması için geçen bekleme zamanının dağılımı, bir önceki depremin oluşundan itibaren geçen zamandan etkilenmez (Öztemir et al 2000). Poisson model özellikle büyük depremler için önemlidir.



**ekil 3.** Doğu Anadolu ve civarında meydana gelen depremler için Gutenberg-Richter ilişkisi

Bu çalışmada Poisson yöntemi ile araştırılan bölge için deprem tehlike parametreleri farklı denklemler kullanılarak hesap edilmiştir ve Tablo 2’de listelenmiştir.

**Tablo 2.** Çalışma bölgesi için deprem tehlike parametreleri.

<b>a</b>	<b>b</b>	<b>a'</b>	<b>a<sub>1</sub></b>	<b>a<sub>1</sub>'</b>
5.51	0.734	5.282	3.51	3.282

$$a' = a - \log(b \cdot \ln 10) \quad (1)$$

$$a_1 = a - \log T \quad (2)$$

$$a_1' = a' - \log T \quad (3)$$

Bu denklemlerdeki T, gelecek yıllardaki dönemleri gösterir ve 100 yıllık için hesaplama yapıldı. Normal frekans de eri deprem riskini belirlemek için kullanıldı ve a a ıdaki e itlikle gösterildi.

$$N(M) = 10^{a_1' - b \cdot M} \quad (4)$$

N(M) de eri yıllık ortalama deprem olu sayısını gösterir deprem magnitud ve sismik parametrelere göre hesap edilmi tir. Sismik Risk de erleri R(M) a a ıdaki e itlik ile hesap edilir.

$$R(M) = 1 - e^{-N(M) \cdot T} \quad (5)$$

Bu modeldeki T de eri di er modellerden farklıdır ve gelecek zaman içerisindeki deprem olu ma riskinin hesaplanmasında kullanılır.

Poisson yöntemine göre geri dönü periyotları a a ıdaki e itlik kullanılarak gelecek yıllar (10, 20, 30, 40, 50, 75, 100) için hesap edilmi tir.

$$Q(M) = \frac{1}{N(M)} \quad (6)$$

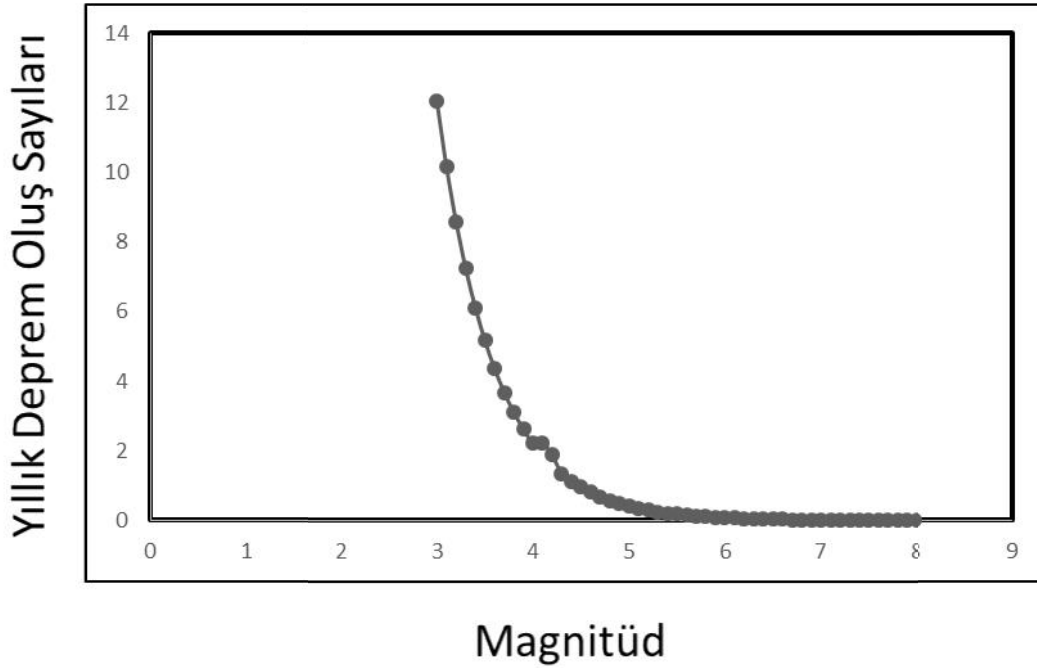
## 2. SONUÇLAR

Bu bölge için deprem olu ma olasılıkları 10, 20, 30, 50, 75 ve 100 yıl için hesap edilmi tir. Gelecek 100 yıl içerisinde 6.5 büyüklü ünde bir depremin meydana gelme olasılı ı %96, dönü periyodu ise 30 yıl olarak, 7 büyüklü ünde bir depremin meydana gelme olasılı ı %75, dönü periyodu ise 71 yıl ve 7.5 büyüklü ünde bir depremin meydana gelme olasılı ı %45, dönü periyodu ise 167 yıl olarak hesaplanmı tir. Yapılan hesaplamalar sonucunda Do u Anadolu bölgesi ve civarında gelecek yıllarda 6.5'dan büyük deprem olma olasılı ının yüksek oldu u hesap edilmi tir.

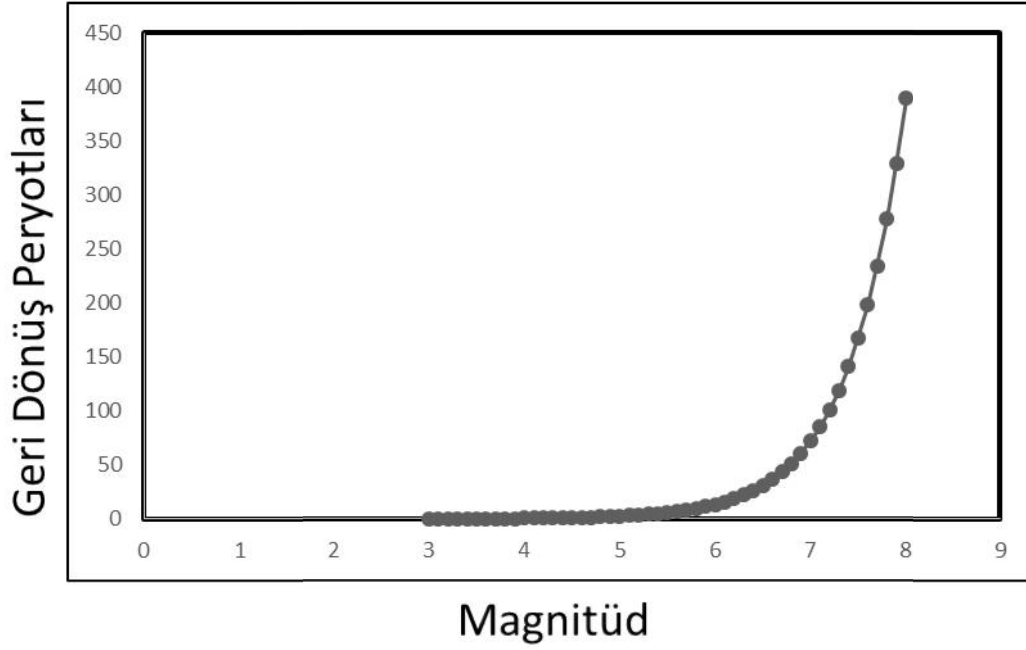
**Tablo 2.** Do u Anadolu bölgesi ve civarı için hesap edilen Deprem Tehlikesi ve Geri Dönüş Peryotları.

M <sub>s</sub>	N(M)	Deprem Risk (%)							Geri Dönüş Peryotları Q(M)
		10	20	30	40	50	75	100	
3	12.0251	100	100	100	100	100	100	100	0.1
3.1	10.1552	100	100	100	100	100	100	100	0.1
3.2	8.5761	100	100	100	100	100	100	100	0.1
3.3	7.2425	100	100	100	100	100	100	100	0.1
3.4	6.1163	100	100	100	100	100	100	100	0.2
3.5	5.1652	100	100	100	100	100	100	100	0.2
3.6	4.3620	100	100	100	100	100	100	100	0.2
3.7	3.6837	100	100	100	100	100	100	100	0.3
3.8	3.1109	100	100	100	100	100	100	100	0.3
3.9	2.6272	100	100	100	100	100	100	100	0.4
4	2.2186	100	100	100	100	100	100	100	0.5
4.1	2.2186	100	100	100	100	100	100	100	0.5
4.2	1.8736	100	100	100	100	100	100	100	0.5
4.3	1.3363	100	100	100	100	100	100	100	0.7
4.4	1.1285	100	100	100	100	100	100	100	0.9
4.5	0.9530	100	100	100	100	100	100	100	1.0
4.6	0.8048	100	100	100	100	100	100	100	1.2
4.7	0.6797	100	100	100	100	100	100	100	1.5
4.8	0.5740	100	100	100	100	100	100	100	1.7
4.9	0.4847	99	100	100	100	100	100	100	2.1
5	0.4093	98	100	100	100	100	100	100	2.4
5.1	0.3457	97	100	100	100	100	100	100	2.9
5.2	0.2919	95	100	100	100	100	100	100	3.4
5.3	0.2465	92	99	100	100	100	100	100	4.1
5.4	0.2082	88	98	100	100	100	100	100	4.8
5.5	0.1758	83	97	99	100	100	100	100	5.7
5.6	0.1485	77	95	99	100	100	100	100	6.7
5.7	0.1254	71	92	98	99	100	100	100	8.0
5.8	0.1059	65	88	96	99	99	100	100	9.4
5.9	0.0894	59	83	93	97	99	100	100	11.2
6	0.0755	53	78	90	95	98	100	100	13.2
6.1	0.0638	47	72	85	92	96	99	100	15.7
6.2	0.0539	42	66	80	88	93	98	100	18.6
6.3	0.0455	37	60	74	84	90	97	99	22.0
6.4	0.0384	32	54	68	78	85	94	98	26.0
6.5	0.0324	28	48	62	73	80	91	96	30.8
6.6	0.0274	24	42	56	67	75	87	94	36.5
6.7	0.0231	21	37	50	60	69	82	90	43.2
6.8	0.0195	18	32	44	54	62	77	86	51.2
6.9	0.0165	15	28	39	48	56	71	81	60.6

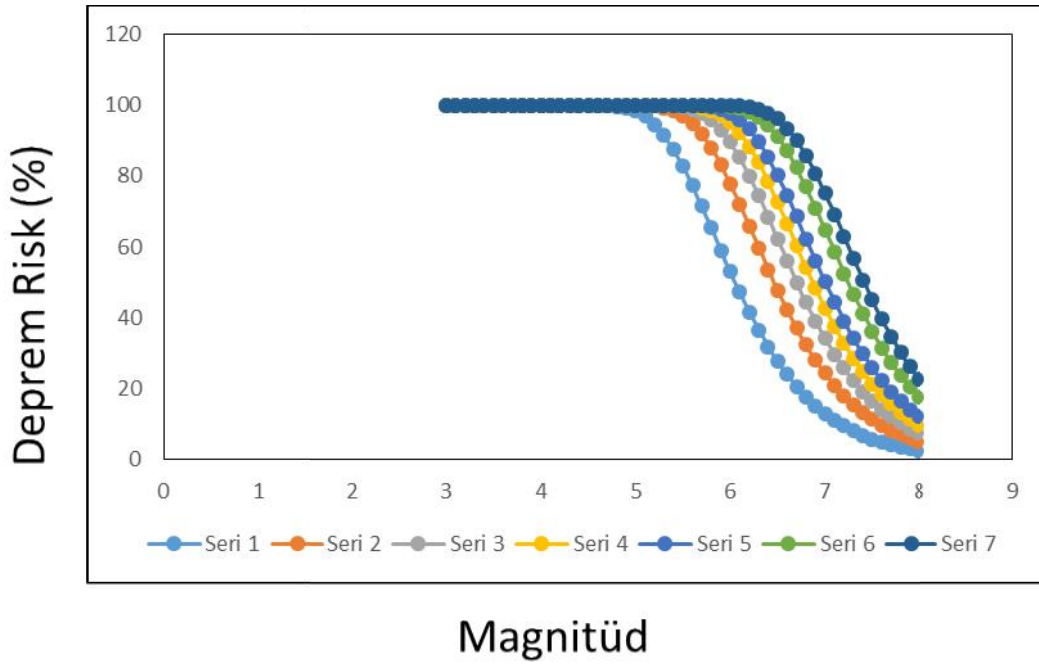
7	0.0139	13	24	34	43	50	65	75	71.8
7.1	0.0118	11	21	30	38	44	59	69	85.0
7.2	0.0099	9	18	26	33	39	53	63	100.6
7.3	0.0084	8	15	22	29	34	47	57	119.2
7.4	0.0071	7	13	19	25	30	41	51	141.1
7.5	0.0060	6	11	16	21	26	36	45	167.1
7.6	0.0051	5	10	14	18	22	32	40	197.8
7.7	0.0043	4	8	12	16	19	27	35	234.3
7.8	0.0036	4	7	10	13	16	24	30	277.4
7.9	0.0030	3	6	9	11	14	20	26	328.5
8	0.0026	3	5	7	10	12	18	23	389.0



ekil 4. Poisson yöntemine göre hesap edilen yıllık deprem oluş sayıları



ekil 5. Poisson yöntemine göre hesap edilen geri dönüş periyotları



ekil 6. Poisson yöntemi ile hesap edilmiş deprem risk (%) değerleri.

### **3. KAYNAKLAR**

Bayrak, Y., Öztürk, S., Çinar, H., Kalafat, D., Tsapanos, T.M., Koravas, G.CH., and Leventakis, G.A. 2009, Estimating Earthquake Hazard Parameters from Instrumental Data for Different Regions in and Around Turkey, Engineering Geology. 105, 200:210.

Öztemir, F., Necioğlu, A., Bağcı, G., 2000. Antakya ve Çevresinin Depremselliği ve Odak Mekanizması Çözümleri, Jeofizik, JFMO Yayını, Ankara. Cilt 14, 1:2.