

ÇAN AÇIK OCAK YOLLARINDA YOL KAPLAMA TASARIMI

HAULAGE ROAD BEARING CAPACITY DESIGN AT ÇAN OPEN PIT MINE

Celal Karpuz (*)

A. Günhan PAŞAMEHMETOĞLU <*>

Anahtar Sözcükler Açık Ocak Yolu, Arazi Tasıma Deneyi Yol
Kaplama Tasarımı

ÖZET

Bu bildiride Çan açık ocak yollarında yapılan yol tasarımı çalışmaları sonuçları sunulmuştur, önce yol kaplama tasarımı ilkeleri ile ilgili temel bilgiler verilmiştir. Daha sonra seçilen yol güzergahlarındaki taşıyıcı tabakalar üzerinde, arazide taşıma kapasitesi deneyleri yapılmıştır. Ayrıca, kaplanması düşünülen malzemelerde de hem arazi hem laboratuvar taşıma deneyleri tekrarlanmıştır. Deney sonuçlarına bağlı olarak kullanılması muhtemel kamyon kapasiteleri için kaplama malzemesi kalınlıkları tayin edilmiştir.

ABSTRACT

This paper presents the results of bearing capacity design studies carried out at Çan lignite mine. First of all, basic design features of haulage road is explained. Then, field bearing capacity tests were carried out for different base materials. Those laboratory and field bearing capacity tests were also repeated for potential use of base and sub base materials. Based on the field bearing capacity test results, subbase thicknesses have been determined for different truck capacities.

- Prof. Dr., ODTÜ Maden Mühendisliği Bölümü

1. GİRİŞ

Son yıllarda gelişen teknolojiye paralel olarak açık işletme madenciliği de aynı oranda gelişme göstermektedir. Ekskavatör-kamyon kombinasyonu ise, yaygın kazı nakliyat sistemidir. İstenilen üretimi tutturabilmek amacıyla büyük kapasiteli kamyonların ekonomik ve emniyetli şekilde seyahatlerini temin amacıyla uygun yol tasarımı da bu kapsamda önem kazanmıştır. Yol tasarımı, esas olarak inşaat mühendisliği faaliyet alanına girmekle beraber, yukarıda açıklanan kapsam içerisinde Maden Mühendislerinin de konu ile yakından ilgilenmelerinde yarar vardır.

Açık işletmelerde kullanılan yolları üç ana gruba ayırmak mümkündür.

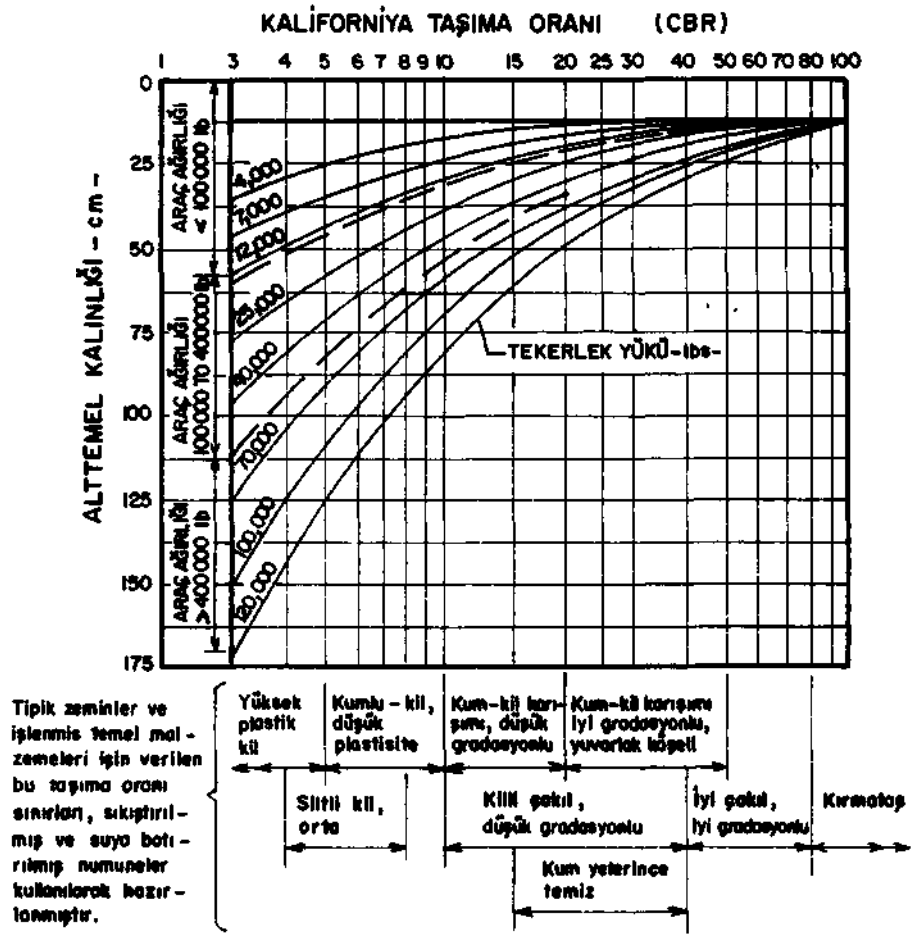
- Birinci grup uzun dönemli, kalıcı ve ocak dışında kullanılan Wieren ve Anderson (1988) 'e göre, 18 ay ile 5 yıl veya daha fazla veya 500.000 yük tekerrürü sağlayan yollar,
- İkinci grup, birinci grubun dışında, Fune (1981)'e göre 6 ay, kullanılması planlanan aynaya paralel ocak içi yollar (Bu süre ocak şartlarına göre de değişebilir).
- Kısa süreli ocak içi yollar.

2. YOL KAPLAMA TASARIMI

2.1 Genel

Yol mühendisliğinde kaplama tasarımı amacıyla kullanılan değişik yöntemler bulunmaktadır. Bunlardan en pratik ve en yaygın olarak kullanılanı ise California Bearing Ratio (CBR) - Kaliforniya Taşıma oranı deneyi sonuçlarına dayanarak yapılan yol tasarımıdır. (Kaufman ve Ault, 1977). Collins ve arkadaşları (1986), Wieren ve Anderson (1990) CBR kullanarak yol tasarımı yapmışlardır. CBR tanım olarak, mevcut taban malzemesinin veya herhangi bir malzemenin taşıma kapasitesinin, kırma taş taşıma kapasitesine oranıdır. Diğer bir deyişle mühendislik yapılarında kullanılan en sağlam zemin şartlarını oluşturan kırma taş'ın CBR değeri 100 olarak kabul edilir, diğer malzemelerin CBR değerleri bu maksimum değerinin altında sıralanır.

Farklı birimlerin yaklaşık CBR değerleri ile, CBR değeri bilinen birimlere ait kaplama kalınlıklarını gösteren ilişki Şekil 1'de verilmiştir.



Zemin cimi tmfien yaklaş* olarak vertlmıştır. Temel kalınlığı hesabının gerçek CBR deney sonuçlarını göre yapılması gerekir.

Şekil 1. Çeşitli Malzemeler için CBR-Tekerlek Yükü-Alttemel Kalınlığı İlişkileri (Kaufman 1977 v* Ault 1977)

2.2 Arazi CBR Deneyleri

Arazi CBR deneyi kısaca, 5 cm çapındaki bir pistonun, krika aracılığı ile, üzerinden geçmesi muhtemel yol zeminine batırılması esasına dayanır. Belirli batma değerlerine karşı ölçülen yük

miktarları, kırmataş için bulunmuş standart değerlere oranlanarak zeminin CBR değeri hesaplanır. Dolayısıyla,

$$\text{CBR} = \frac{\text{Ölçülen Yük}}{\text{Standart Yük}} \times 100 \%$$

Farklı hesaplama yöntemleri olmakla birlikte pratiklik açısından Japon Endüstriyel Standardında - (Komatsu 1985) kullanılan (Çizelge 1) yöntem kullanılmıştır.

Çizelge 1- Standart Yük Değerleri (Komatsu, 1985)

Batma Miktarı.	Standart Yük (Kg)	Standart Dayanım, kg/om'
2,5	1370	70
5,0	2030	105
7,5	2630	134
10,0	3180	162
12,5	3600	183

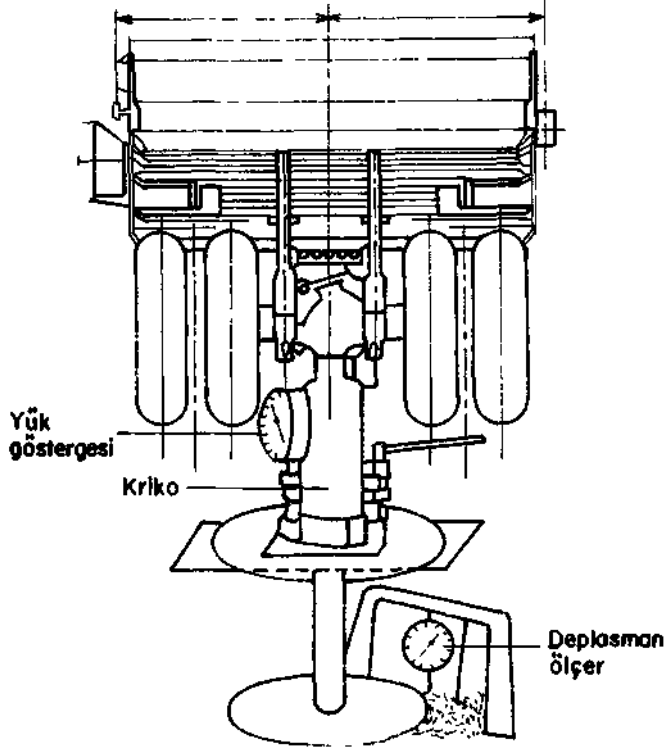
2.3 Deney Yöntemi

Arazide yapılan CBR deneyi, manometreli bir kriko, bir deplasman ölçer, zemine yük verebilecek bir piston ve yükün uygulanmasında reaksiyon temin edecek bir ağırlıktan, örneğin bir kamyon, oluşmaktadır. Deney setinin şematik çizimi Şekil 2'de sunulmuştur.

Arazi deneyleri yapılırken aşağıdaki özellikler gözönünde bulundurulmuştur :

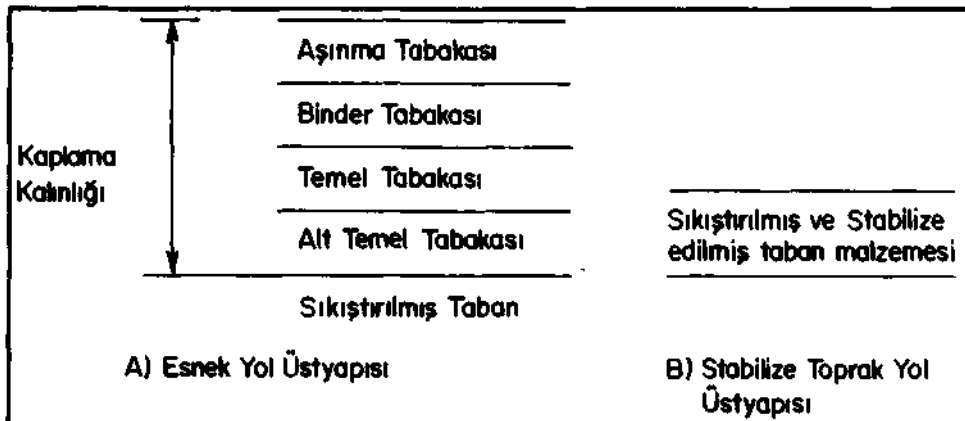
- Halen kullanılan dekapaj yol güzergahlarında veya planlanması düşünülen güzergahlarda olası taban malzemelerinde deneyler yapılmıştır.
- Temel malzemesi olarak kullanılan ve kullanılması düşünülen birimlerin CBR değerleri tayin edilmiştir.
- Ocak içi yollarda, mevcut birimlerin çığnenme ile ulaştıkları taşıma kapasiteleri tesbit edilmeye çalışılmıştır.
- Mevcut, kullanılan dekapaj yollarında ölçümler alınarak, taşıma kapasitesi açısından yeterli olup olmadıkları tesbit edilmeye çalışılmıştır.

Yukarıdaki kıstaslar çerçevesinde yapılan CBR deney sonuçlarına göre tasarım yapılmıştır.



Şekil 2. CBR Arazi Deney Düzeneği

CBR aracılığı ile mevcut zeminin veya taban malzemesinin üzerine serilecek değişik malzemelerin taşıma kapasitelerini tayin etmek, taban üzerine konulacak tabaka kalınlıklarını tesbit etmek mümkündür. Deneylerin yapılışı ve tasarım ilkelerine geçmeden önce terminolojiye açıklık getirmek-taban, kaplama ve temel tabakalarının açıklamak-amacıyla tipik yol kaplama kesitlerini Şekil 3 aracılığıyla hatırlatma da yarar vardır.



Şekil 3. Tipik Esnek Kaplama Enkesitleri (Tapkın ve Karpuz, 1986)

2.4 Taşıma Kapasitesi Tasarımı

Arazide farklı formasyonların CBR değerleri tayin edildikten sonra, bu formasyonlardan geçen veya geçmesi muhtemel olan yollar için kaplama tasarımı yapılmıştır. Tasarımda, ÇLİ bünyesinde halen kullanılan 85 short tonluk kamyonların yanısıra, ileride kullanılmasının düşünülmesi halinde, 170-tonluk kamyonlar için de analiz yapılmıştır (Bu kamyonların yüklü toplam ağırlıkları 270 ton kabul edilmiştir).

Kamyonlar ve bölgelerdeki formasyonlar bazında yapılan hesaplamalar Çizelge 2'de sunulmuştur. ancak kullanıcıya yardımcı olmak açısından, örnek olarak aşırı marndan geçecek yol üzerinde seyahat eden Komatsu HD-785-2 kamyonlarının emniyetli şekilde yük taşıyabilmesi için gerekli kaplama kalınlığını bulalım.

Çözüme geçmeden önce bir hususu hatırlatmakta yarar vardır. O da, üzerinden geçen yükü taşıyan tabakanın en altta olan taban malzemesi olduğudur. Aracın, tekerlekler aracılığı ile tabana uyguladığı yok, kaplama tabakaları aracılığıyla tabana aktarılır. Şekil 4'den görüleceği üzere, taban malzemesinin yumuşak ve taşıma kapasitesinin düşük olması halinde, tekerlek yükü, tabana konik olarak aktarılacak ve "A" birim alanı tarafından taşınacaktır. Kaplama kalınlığı, H_a kadar, yüksek olacaktır. Taban malzemesinin daha sağlam olması durumunda ise, aynı yükü taşımak için "B" kadarlık birim alan yeterli olacak ve kaplama kalınlığı da, daha az, yani H_b kadar olacaktır. Bu durumda, kaplama malzemesinin niteliği önemli olmayıp, lhepsi kırmatış bile olsa, H_a veya H_b kadar kaplanması gerekli olacaktır. Tekerlekler aksa ikiz olarak monte edilmiş olduklarında, herbir tekerleğin taşıyacağı yükü % 20 artırmak gerekmektedir (Fung 1981). Nedeni ise arka aksa ikiz monte edilmiş tekerleklerin, yük aktarma konilerinin belli bir kısmının çakışmasıdır.

Çözüm

HD-785-2 Komatsu kamyonlarının dolu ağırlıkları 134 ton olup, bunun % 67'si yani 89.780 kg'ı arka aksa binmektedir. Dolayısıyla arka aksa monte edilmiş dört tekerlekten herbirinin taşıyacağı yük miktarı $89.780/4=22.445$ kg'dır. % 20 artırılmış tekerlek yükü 26.930 kg veya

yuvarlak değerle, 54.000 pound'dur. Arazi ölçümlerinde ayrıışmış marnın CBR değeri 11-19 (15 ort.) olmasına rağmen ıslak durumda bu değerin daha da düşebileceği düşüncesi ve emniyetli tarafta kalmak bakımından 11 değerini kullanalım.

Şekil 1'de verilen ilişkiler aracılığıyla CBR=11 ve yük=54.000 pound için gerekli alt temel kalınlığı 52 cm'dir.

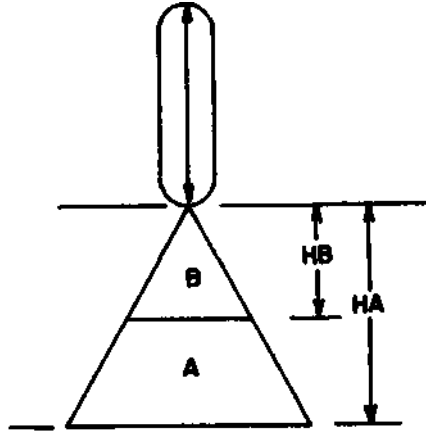
Bu kalınlığın tamamı andezitik aggloméra veya tuf ili kaplanıp sıkıştırılabilir. Veya üst yüzey tabakası olarak iyi gradasyonlu temiz çakıl veya kırmataş bulmak mümkün ise; aggloméra kullanılması halinde, agglomeranın kalınlığı 34 cm(52-18), tuf kullanılması halinde ise 30 cm (52-22) olacaktır. Bir başka deyişle, yüzeye kaplanması düşünülen çakıl veya kırmataşların kalınlıkları sırasıyla aggloméra ve tuf için 18 vyea 22 cm olacaktır. Bu örnekten çıkan bir sonuç da, alt temel malzemesi olarak daha zayıf malzemelerin kullanılmasının daha ekonomik olacağıdır (Şekil 5).

Çizelge 2. Çan Müessesesi Ocakları Yolları için Muhtemel Birimlerde CBR Değerleri ve Temel Kalınlıkları (Paşamehmetoglu ve arkadaşları, 1991)

Birim	CBR Değeri	Kaplama Kalınlığı c m l	
		85 Tonluk Kamyonlar için	170 Tonluk Kamyonlar için
Andezit	80	Gerekmez	-
Aglomera Kuru	58-75 (65)	16	18
Nemli	52	16	24
Ayrıışmış Tuf	33-47 (40)	22	28
Ayrıışmış Marn	11-19 (15)	52	56
Basamakta Çiğnenmiş Marn	42-58 (49)	19	24
Killi Siltli Zemin Malzemesi	5	82	117

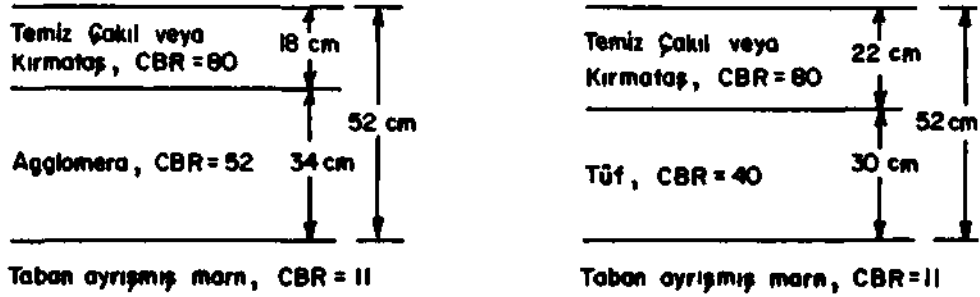
Hot : 1.Hesaplamalar ortalama değerler için yapılmıştır.

2.Kaplama istemeyen birimler için, yolun köpürmesini ve tozmasını önlemek açısından 10-15 cm'lik bir kalınlıkta kırmataş ve çakıl kaplanmasında yarar vardır.



Şekil 4. Tekerlek Yükünün Tabana Aktarılmasının Şematik Görünümü

Burada vurgulanması gereken bir husus da, gerekli kaplama kalınlığının tesbiti kadar, tabakaları sıkıştırmanın da önemli olduğudur, özellikle homojen parça boyutun temini veya 10 cm'den büyük parçaların bulunmamasına özen gösterilmesi gerekir. O nedenle bir kırıcı veya sıkıştırma sırasında iri parçaların silindir veya kamyonlarca azaltılması önemlidir. Sıkıştırmanın kademe kademe (10-15 cm'lik ince tabakalar halinde) yapılması gerekir. Çok iri parçaların bulunması, ayrıca serme sırasında sıkışmanında iyi yapılmamasını, zamanla yolda oturmaların oluşmasını getirir.



Şekil 5. Örnek Problemin Çözümü

Diğer önemli bir konu da, tabanın iyice sıkıştırılmasıdır. Grayder veya dozer aracılığıyla bitkisel toprağın kazınmasından sonra ortaya çıkan temiz yüzeyin iyice sıkıştırılıp zeminin taşıma kapasitesinin

artırılması mümkündür. Bu şekilde hem tabanın üzerine konulacak kaplamanın kalınlığı azalabileceği gibi; hem de ocak içi ve kısa ömürlü yollar için batma azalacak (veya bazı drumlarda yeterli kapasiteye ulaşılacak) ve araçların daha emniyetli şekilde seyahatleri temin edilecektir. Sıkıştırma işleminde kamyonlar kullanılabilirdiği gibi silindir de kullanılabilir.

Kaplamada alt temel malzemesi olarak iri parçalar kullanılması halinde (ki genelde ocaklarda yaygın olarak kullanılan işlem budur), aşınma tabakası malzemesinin daha da ince olması gerekir. Böyle durumlarda tavsiye edilecek çakıl veya kırmataş yüzey aşınma tabakası için önerilecek parça boyutları Çizelge 3'de sunulmuştur.

Aşınma malzemesi olarak dere yataklarından temin edilen çakıllar içerisindeki iri taş parçaları, nebati ve çok ince malzemelerin arıtılmasında yarar vardır. Zira, ince ve nebati malzemelerin çok fazla olması halinde; çözülme-donma ve yağışlı zamanlarda, yollarda çözülme ve kayganlığı artıracaklardır.

Çizelge 3. Çakıl veya Kırmataş Aşınma Tabakası Gradasyon Litimleri
v« Zemin Karakteristikleri (Kaufman and Ault, 1977)

'- Elek Açıklığı	Geçen Malzeme %	I
1,5 inç	38.1 mm	100
1.0 inç	25.4 mm	98
0.75 inç	19.0 mm	92
0.38 inç	0.5 mm	82
4 meş	4.0 mm	65
10 meş	1.7 mm	53
40 meş	0.4 mm	33
200 meş	0.075 mm	1

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

ÇLİ açık ocaklarında yapılan yol kaplama tasarımı çalışmaları sonucunda, halen kullanılmakta olan 85 short tonluk kamyonlar için, en zayıf birim olan killi siltli zemin malzemesinde 82 cm kalınlığında kaplama malzemesi kullanılması önerilmektedir. Bu kalınlığın tamamı tek bir malzemeden oluşacağı gibi, mevcut farklı malzemelerden de oluşturulabilir. Ancak, yüzeyde 15-20 cm'lik aşınma tabakasının

kırmataş veya iyi gradasyonlu kum olması, alt temel malzemesinin ince tabakalar halinde serilip, iyice sıkıştırılması gerekir. Bildiride sunulan yöntemle, farklı kapasiteli kamyonlar ve farklı birimler için tasarım yapılabilecektir. Tasarımın başarısı ise, usulüne uygun yeni yol inşasından sonra ortaya çıkacağı açıktır.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, bu araştırmanın yürütülmesine olanak sağlayan TKİ ve ÇLl yöneticileriyle, ÇLl çalışanlarına teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

Collins, J.L., Faytas F., and Singhai. R.K., 1986; "Design construction and Maintenance of Surface Mine Haulage Roads" Int. Symp. on Geotechnical Stability in Surface Mining, Calgary, Canada.

Fung, R., 1981; "Surface Coal Mining Technology" Noyes Data Corporation, Park Ridge, New Jersey, U.S.A. 380 p.

Kaufman N.W., and Ault J.C., 1977; "Design of surface Mine Haulage Roads A Manual" Pittsburg Mining and Safety Research Center, Bureau of Mines, Pittsburg, 68 p.

Paşamehmetoğlu, A.G., özgenoğlu. A., Karpuz, C, Sarı, D., 1991; "Çan Linyit işletmesi Açık ocaklarında Şev Stabilitesi Çalışmaları" ODTÜ Maden Mühendisliği Bölümü Proje Kod No: 89-03-05-01-07, Ankara, 111 s.

Tapkın H., Karpuz, C, 1986; "Açık işletmelerde Taşıma Yollarının Tasarımı ve Bakımı" ODTÜ Maden mühendisliği Bölümü, Proje Kod No: 86-03-05-01-00, Ankara, 101 s.

Wieren, W.V.L., Anderson M.H., 1990; "An overview of Haul Roads at Syncrude Canada Limited" 2nd Int. Symp on Mine Planning and Equipment Selection, Calgary, Canada, pp. 283-289.

....., 1985; "Haul Road Maintenance for off-Highway Dump Trucks Komatsu Ltd. 24 p.