

Zonguldak Kömür Havzasında Tasman Yapı Hasarları ve Bunların Değerlendirilmesi

Structural Damages Due to Subsidence in Zonguldak Basin
and Assessment of Damages.

Ergin ARIOĞLU (*)
Ali YÜKSEL (**)

ÖZET

Bu çalışmada, tasman yapı hasarını kontrol eden genel parametreler ele alınarak incelenmiş ve bunların etkime dereceleri analitik şekilde ifade edilmiştir. Verilen bağıntılar yardımıyla belli tasman şartları ve kabul edilen hasar risk derecesi için yapı geometrik boyutları belirlenebilir.

Havza koşullarında uygulanabilecek hasar ölçütüne veri toplama amacıyla toplam 18 konutta ayrıntılı hasar incelemeleri yapılmıştır. Gözlenen yapı hasarlarının değerlendirilmesi sonucunda değişik parametreleri (çatlak açıklığı, çatlak yaygınlığı, çatlak sayısı ve yapı fonksiyonlarında azalma) içeren ön bir hasar ölçütü geliştirilmiştir. Bu ölçüt, Kurum ile konut sahibi arasında çıkan anlaşmazlıkların daha çabuk ve doğru kararlarla çözümüne ve yeraltı üretiminin tasman mühendisliği yönünden tasarımına, keza büyük ölçüde yardımcı olacaktır.

ABSTRACT

Damage due to mining is generally the result of combined effects of curvature and horizontal movement produced by ground strains. The relationship between the amplitude of strain caused by the curvature, the ground strains and several subsidence factors are expressed by equation. 6 and 7 Dimensions of buildings can be designed to offset, the effects of curvature and horizontal movements to a certain extent in a subsiding area with aid of these equations. In this study, based on observations performed on damaged buildings a quantitative damage index (class of damage) is established to assist in working out problems of mining subsidence engineering. Criteria of damage under consideration consists of data obtainable easily such as width and density of fractures, decrease in building performance, from in-situ observation.

(*) Doç. Dr., Maden Yük. Müh., öğretim Üyesi, İTÜ Maden Fak., İSTANBUL.

(**) Maden Yük. Müh., Doktoranı, İTÜ Maden Fak., İSTANBUL

1. GİRİŞ

Zonguldak yerleşim alanlarının % 90'ı, toplam 61 km²'lik alanı kaplayan Kozlu, Üzülmöz ve Karadon üretim bölgelerinin üzerinde yer almaktadır. Bu yerleşim alanlarının altında yapılan üretim faaliyetinin doğal sonucu olan tasman, yapılar da işlevi azaltan, hatta yapıyı kullanılamaz biçime getirecek ölçüde "çok hafif" ilâ "çok şiddetli" dereceler arasında değişen hasarlara yol açmaktadır.

Bugüne kadar, Havza koşullarında uygulanabilecek bir tasman yapı hasar ölçütü oluşturulmamıştır. Özellikle batı kömür teknolojisinde yaygın şekilde kullanılan NCB (National Coal Board = İngiliz Ulusal Kömür İşletmeleri) hasar sınıflaması ise az sayıda değerlendirme parametrelerini içermesinin yanı sıra, yapı geleneklerinin ve malzeme özelliklerinin az-çok farklı olması nedeniyle, ülkemiz koşullarında geçerli bir ölçüt olmayacağı açıktır. Bu ölçütün ivedilikle belirlenmesi ve havza ölçeğinde geliştirilmesi aşağıda sıralanan hususlar açısından büyük önem taşımaktadır :

- Tasmandan kaynaklanan yapı hasarlarının şiddeti büyük ölçüde üretim yönteminin ve yapının teknik ve geometrik parametrelerine bağlıdır. Bu nedenle hasar şiddetinin sınıflandırılması, yerleşim bölgelerinin altında gerçekleştirilecek yeni üretim çalışmalarını, tasman mühendisliği açısından yönlendirecektir.
- Kurum ile konut sahipleri arasında çıkan hasar anlaşmazlıklarının çabuk ve sağlıklı şekilde çözüme ulaştırılması gerekmektedir. Pratikte hasar ölçütü bu konuda da yol gösterici olacaktır.

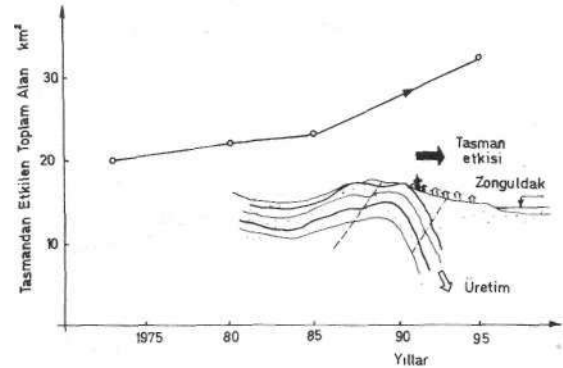
Yapı hasar sınıflandırma çalışmasına temel olmak üzere Kozlu Üretim Bölgesinin tasman etki alanının içinde bulunan Bahçelievler ve Kozlu Güney Mahallesi'nde toplam 18 konutta ayrıntılı hasar incelemeleri yapılmıştır. Ele alınan yapılar da gözlenen hasarların çeşitli parametreleri, örneğin çatlak açıklığı, çatlak yaygınlığı, işlevsel azalma açısından değerlendirilmiştir.

2. ZONGULDAK YERLEŞİM ALANLARINDA TASMAN OLAYININ GENEL BOYUTLARI

Zonguldak yerleşim alanlarının nüfus-konut karakteristikleri yakından incelendiğinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmektedir.

- Yerleşim alanları, Kozlu, Üzülmöz ve Karadon Üretim Bölgesine ait toplam 67,46 km²'lik işletme alanının % 90'ını oluşturmaktadır [1].
- Bugün sözü edilen alanlarda toplam 51 800 konut yer almaktadır ve km² başına 768 konut düşmektedir. Nüfus yoğunluğu ortalama 2709 kişi/km², konut başına kişi yoğunluğu ise, 3,50 dolayındadır.
- Bu üretim bölgelerindeki (görünür + muhtemel) kömür rezervleri dikkate alındığında, konut ve kişi başına kömür miktarları sırasıyla 19 600 ton ve 5 500 ton mertebelerindedir.

Şekil 1 'de Havza tasman olayından etkilenebilecek toplam alanın yıllara göre değişimi (*) görülmektedir. Tasmandan etkilenen alanın artış hızı yaklaşık 0,6 km²/yıl olup tasman konusunun önemini belirgin şekilde ortaya koymaktadır. Daha değişik bir anlatımla, 1985 yılından sonra havzada 50 km²'lik yerleşim alanını kapsayan 24 000 dolayında konut, tasman olayının fiziksel etkileri ile karşı karşıya kalacaktır.



Şekil 1. Tasmandan etkilenen alanın yıllara göre değişimi.

(*) Sözkonusu değişimin geliştirilmesinde Havzada 1973 yılında yapılan bir çalışmanın [2] [3] sonuçlarından yararlanılmıştır.

3. TASMAN HASAR PARAMETRELERİ

3.1. Genel

İncelenen konunun bütünlüğünü sağlamak amacıyla burada tasman yapı hasarlarına neden olan belli başlı parametrelerin etki dereceleri özlü bir şekilde belirtilecektir.

Yapılarda gözlenen hasarlar, tasman olayının yeryüzü zemin yüzeyinde oluşturduğu düşey ve yatay yerdeğiştirme hareketlerinin ortaklaşa fiziksel sonuçlarıdır.

3.2. Düşey Hareketin Etkisi

Tasmanın düşey hareketi, yeryüzü zemin yüzeyinin orijinal eğriliğini değiştirerek yapıların farklı oturmalarına neden olur. Bu yerdeğiştirme hareketi ise yapıda, kullanılan malzeme karakteristiğine, yapı türüne ve geometrisine bağlı olarak eğilme ve kayma gerilmeleri oluşturur. Anılan bu gerilmelerin elastik sınırları aşması durumunda yapıda çatlaklar gözlenecektir. Genel olarak yapı elemanının zorlanma moduna göre çatlakların oluşum mekanizması, konumu ve formu farklı olacaktır. Eğilme gerilmesinin hakim olduğu kesimlerde (yapının orta kısmında) düşey yönde gelişecek çatlaklar kendilerini "çekme çatlakları" olarak belli eder iken, yapının kesmeli eğilmeye çalıştığı kesimlerde (yapının uç kısımları) ise "eğik çekme çatlakları" (*) gözlenecektir.

Tasman mühendisliğinden bilindiği üzere eğrilik yarıçapı, yapı ortasında oluşan yüzey çökme miktarına bağlı olarak

$$R = \frac{L^2}{8\Delta} \quad (1)$$

formülü ile belirlenmektedir [4] [5]. (1) ifadesi "çökme oranı" cinsinden aşağıdaki şekilde yazılabilir.

$$\frac{\Delta}{L} = \frac{L}{8R} \quad (2)$$

(Formüllerde kullanılan bütün sembollerin anlamları toplu halde EK-1 'de sunulmuştur)

Yapıda (kesmeli - eğilme) zorlanmasını gözönüne alan Burland ve Wroth'in geliştirdiği statik modele göre, ilk çatlakın oluşmasına neden olan sınır "çökme oranı A/L", izotropik elastik malzeme için (E/G = 2,6) maksimum eğilme ve eğik çekme deformasyonu cinsinden

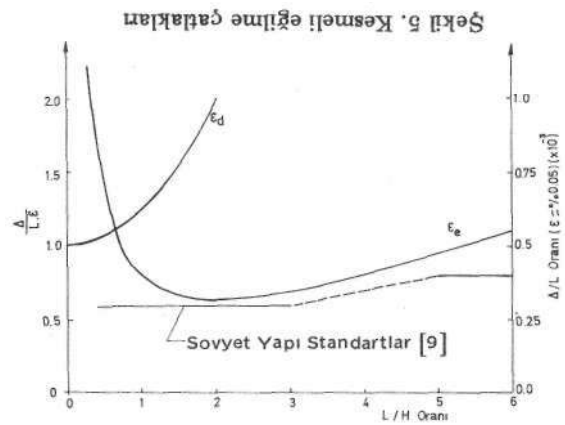
(*) Bu çatlak türü literatürde kayma çatlakları olarak da adlandırılmaktadır [6].

$$\frac{\Delta}{L} = \left[0,167 \frac{L}{H} + 0,65 \frac{H}{L} \right] \epsilon_e \quad (3)$$

$$\frac{\Delta}{L} = \left[0,25 \frac{L^2}{H} + 1 \right] \epsilon_d \quad (4)$$

'dir [7] [8] [9]. Görüldüğü üzere çatlaklara neden olan maksimum birim uzama, çökme oranı ile orantılıdır. (2) ifadesi gözönünde tutulursa, maksimum uzamanın, yapı uzunluğu ile doğru orantılı, eğrilik yarıçapı ile ters orantılı olarak değiştiği açıkça anlaşılmaktadır. (3) ve (4) eşitliklerinin (L/H) oranına göre değişimleri Şekil 2'de verilmiştir. Şekil yakından incelendiğinde şu önemli sonuçlar üretilmektedir.

- Eğik uzama için minimum sınır değer A/L $\epsilon^* = 1$ 'dir ve artan "L/H" oranı ile anılan değer çok belirgin şekilde artmaktadır.
- Eğilme uzaması durumunda ise "A/L.g²", L/H = 2 'de bir minimum değere ulaşmaktadır. Bu değerden sonra sözü edilen kritik büyüklük, artan "L/H" oranı ile yavaş şekilde artmaktadır.
- Sovyet yapı standartlarında, tuğla duvarlar için gözlem sonuçlarına dayandırılan izin verilebilir çökme oranları, sözkonusu analitik değişimin sonuçları ile iyi bir uyum içindedir.
- İlk çatlak oluşumu yönünden kritik zorlama (L/H > 0,6 oranından sonra) eğilme gerilmesidir,



Şekil 2. Eğilme ve kesmeli eğilme uzamasının L/H oranı ile değişimi

Eğrilik yarıçapının maksimum tasman " S_{max} " cinsinden

$$R = A \cdot \frac{h^2}{S_{max}} \quad (5)$$

genel formülü ile belirlendiği hatırlanırsa, maksimum birim uzamalar kabul edilen malzeme şartı için (2) ve (3), (4) eşitliklerinden

$$\epsilon_e = \frac{S_{max}}{Ah^2 \left[1,33 \frac{1}{H} + 5,2 \frac{H}{L^2} \right]} \quad (6)$$

ve

$$\epsilon_d = \frac{L \cdot S_{max}}{Ah^2 \left[2 \frac{L^2}{H^2} + 8 \right]} \quad (7)$$

olarak elde edilir. Eğrilikten kaynaklanan yapı hasarlarını kontrol eden belli başlı parametrelerin neler olduğu ve bunların etkiye dereceleri yukarıdaki formüllerden çok net bir şekilde anlaşılabilir. Gözlenebilen çatlama neden olan maksimum eğik ve (normal çekme) uzama miktarları Çizelge 1'de toplanmıştır [7] [8] [10] [11].

Çizelge 1 - ϵ_d ve ϵ_e Değerleri [7] [8] [10] [11]

Yapı Türü ve Malzeme	ϵ_d (%)	ϵ_e (%)
Tuğla	0,11 -0,16 (Ortalama 0,135)	0,05
Çerçeve Yapılar	0,081 -0,137 (Ortalama 0,135)	-
Betonarme Kirişler	-	0,035

Beklenen tasman parametreleri için, çatlama olayının başlangıcı yönünden müsaade edilebilir yapı geometrisi (uzunluğu, uzunluk/yükseklik) (6) (7) ve Çizelge 1'deki " ϵ_d " ve " ϵ_e " değerleri yardımıyla hesaplanabilir. Daha açık bir deyişle yapı boyutları belli bir ölçüde risk edilebilecek bir hasar şiddetine göre tasarlanabilir.

3.3. Yatay Hareketin Etkisi

Tasman hareketinin yatay bileşeni zemin yüzeyinin yapı temeline göre relatif yerdeğiştirme sine neden olur. Bu yerdeğiştirme olayında yapı temeline iletilen diğer bir deyişle, temel sistemi-

nin, yapı yüklerinin oluşturduğu deformasyonlar dışında maruz kalacağı maksimum birim uzama ya da kılma

$$\epsilon_{t,max} = 2 \epsilon - \frac{4}{L} a_r \quad (8)$$

ile belirlenmektedir [12]. Bu büyüklüğün müsaade edilebilir deformasyonu aşması durumunda yapı sisteminde çatlak oluşacaktır. Burada tasmandan sonuçlanan yeryüzü birim uzama ya da kılma olup en genel şekli ile şiddeti

$$\epsilon = \mp B \frac{S_{max}}{h} \quad (9)$$

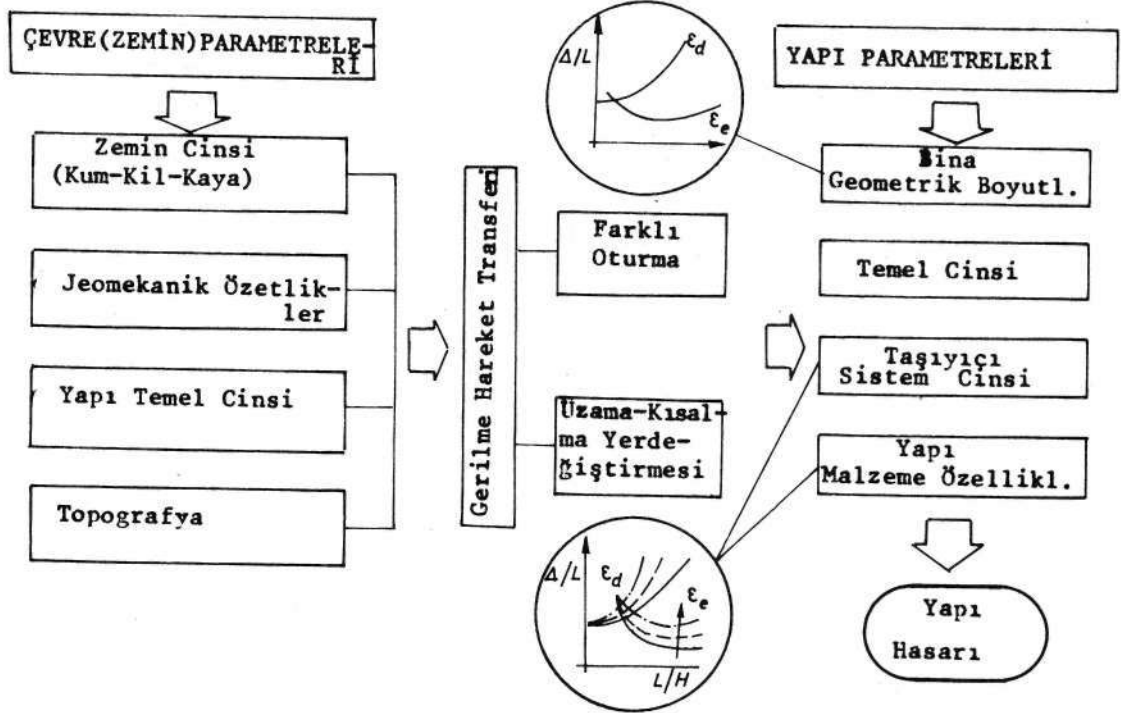
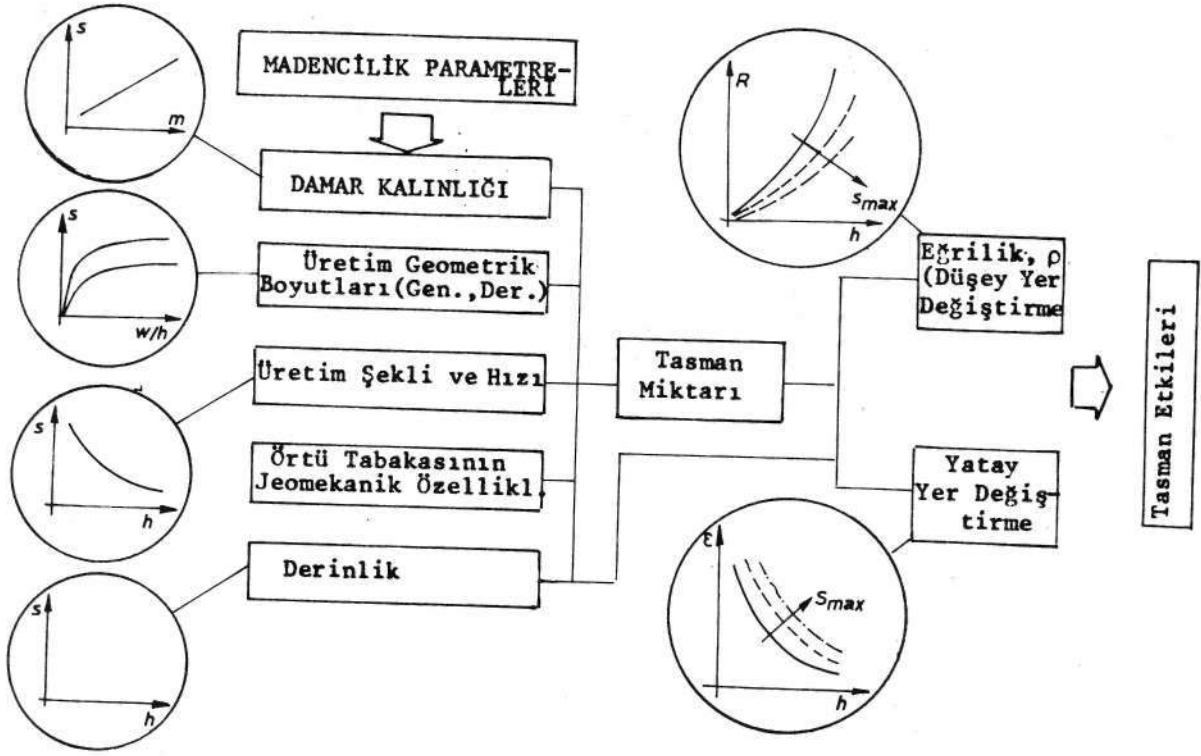
formülünden hesaplanabilir [4] [13] [14]. "a," ise relatif yerdeğiştirme miktarını ifade etmektedir. Söz konusu büyüklük yapı temeli ile zemin arasındaki hareket sırasında gelişecek sürtünme kuvvetine, temel konstrüksiyon şekli ve derinliğine bağlıdır. (8) eşitliğinden temel sisteminin yatay hareketlere karşı fleksibil (bükülebilir) şekilde tasarlanması ile yapının maruz kalacağı birim deformasyonun etkin şekilde azaltılabileceği hemen anlaşılabilir.

Tasmanın müşterek (yatay ve düşey) hareketini yapı hasarı açısından gözönüne alan kullanılabilir bir ampirik bağıntı Polonya kömür havzası için geliştirilmiştir [12] [15].

$$L \left(\epsilon + \frac{h}{R} \right) \leq K \quad (10)$$

Burada "K" müsaade edilebilir hasar derecesini ifade eden ampirik bir değerdir. Örneğin hafif hasar derecesi için K = 10 mm, orta derecedeki hasar için K = 15 mm ve çok şiddetli hasar derecesi için K = 20 mm olarak alınabilir. Bu bağıntıdan da risk edilebilecek belirli bir hasar derecesine karşı gelen yapı boyutları ya da verilen yapı boyutlarına uygun tasman işletme parametreleri tasarlanabilir.

Şekil 3'de, tasman yapı hasarına etki eden bütün parametreler daha genel bir şekilde bir araya getirilmeye çalışılmıştır [15].



Şekil 3. Tasman yapı hasarını kontrol eden genel parametreler.

4. YERİNDE YAPI HASAR İNCELEMELERİ

4.1. Genel

Zonguldak yerleşim alanlarında "Yapı Hasar Sınıflaması" 'na bir ön ölçüt oluşturmak amacıyla [16] sınırlı sayıdaki konut üzerinde ayrıntılı hasar incelemeleri yapılmıştır.

Zonguldak - Bahçelievler Mahallesinden 10 adet, Kozlu - Güney Mahallesinden 8 adet konut hasar incelemeleri için seçilmiş olup bunun % 50'si betonarme karkas, % 28'i tuğla duvarlı, % 6'sı taş duvarlı ve % 16'sı da briket duvarlı yapıdır (*). Sözkonusu yerleşim birimlerine ait bazı karakteristikler Çizelge 2'de görülmektedir.

Çizelge 2 - İnceleme Birimlerinin Karakteristikleri

Yerleşim Birimi	Yerleşim Alanı (km ²)	Konut Sayısı (Adet)	Nüfus (Kişi)
Bahçelievler (Zonguldak)	1,2	3832	12529
Güney Mah. (Kozlu)	2,12	425	5485

Bu yerleşim birimleri Kozlu Üretim Bölgesi'nde, 45°'ye varan eğime sahip, 200485 m derinliğinde çalışan Milopero, Sulu, Çay damarlarının tasman etki alanında bulunmaktadır [18].

4.2. İnceleme Yöntemi

Hasar araştırmaları sırasında, incelenen yapıya ait ayrıntılı bilgiler ve gözlenen çatlakların karakteristik büyüklükleri (çatlak açıklığı, çatlak şekli, çatlak yaygınlığı, hasar tipi, yapı fonksiyonlarında azalma vb.) düzenlenen "hasar bilgi formu"na kaydedilmiştir (örnek bir kayıt formu Çizelge 3'de sunulmuştur). Buna ek olmak üzere yapıda gözlenen çatlakların röveleri çizilmiş ve tipik örnekleri fotoğraflarla saptanmıştır. Konut sakinlerinin tasman hasarlarına karşı tepkilerinin öğrenilmesi amacıyla karşılıklı söyleşiler düzenlenmiştir.

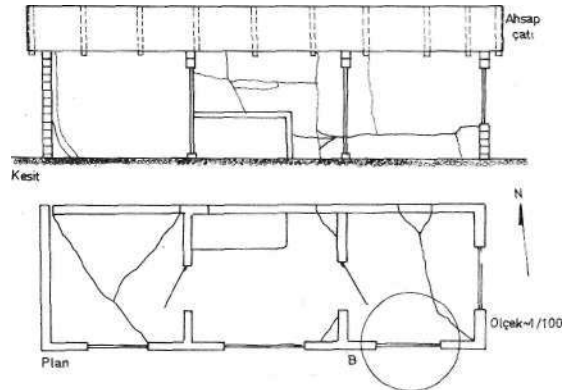
4.3. Hasar İncelemelerinin Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Yapılarda gözlenen bazı karakteristik hasar örnekleri ve bunların kritiği, yazı hacminin elverdiği ölçüde aşağıda kısaca verilmiştir.

(*) Bu adlandırma "taşıyıcı sistem" yönünden yapılmıştır.

Örnek 1 —Kozlu Güney Mahallesi 6 İnceleme Noju Yapı :

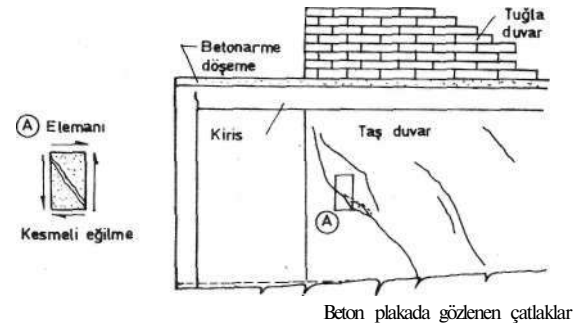
1970 yılında, briket malzemeden yapılan yapı 1978 ve 1982 yıllarındaki Çaydamar üretiminin tasman etkilerine uğramıştır. Yapının hasar rölevesi Şekil 4'de, gözlenen tipik çatlak görünümü Fotoğraf 1 'de verilmiştir. Hakim düşey çatlaklar yapının yatay yerdeğiştirme hareketi sonucunda hasara uğradığını işaret etmektedir, özellikle batı cephe duvar elemanının düşey bir çatlakla 6 cm uzaklaşması bunun açık bir kanıtıdır. Duvarlarda belirlenen çatlak aralığı 1 -6xm^ tabanda ise 2 cm dolayındadır. Çatlak yaygınlığı ise % 100 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4. Hasar rölevesi ve çatlak şekilleri.

Örnek 2 —Bahçelievler Mahallesi 9 İnceleme Noju Yapı.

Taşıyıcı duvarlar zemin katta taş, 1 ve 2. katta tuğla malzeme ile inşa edilmiştir. Tabanda ise betonarme döşeme bulunmaktadır. İzlenen genel çatlak formu ayrıntılı şekilde Şekil 5 ve Fotoğraf 2'de gösterilmiştir. Buradan, eğimli çatlakların dışbükey tasman eğriliğinden kaynaklanan "kesmeli eğilme" etkisi ile oluştuğu anlaşılmaktadır. Rölevesi çıkartılan yapının duvarlarında çatlak



Şekil 5. Kesmeli eğilme çatlakları.

Çizelge 3 — Tasman Yapı Hasan İnceleme Formu.

1. Yapı No.: 6 2. Mahallesi: Bahçelievler 3. Bölgesi : Kozlu
4. Yapı Maliyeti : özel Kİ Kamu D
5. Mülk Sahibi : M. ARIPEK
6. Yapı Kullanım Şekli : Konut El İşyeri D
7. Bina Karakteristikleri
 - a) Yapı Cinsi :
Ahşap D Tuğla E9 (Betonarme taban döşeme)
Betonarme Karkas • Diğer D
 - b) Yapı Kat Sayısı : 3
 - c) Kullanılan Malzeme : Tuğla
 - d) Yapı Boyutları : Genişlik : — 12 m. Uzunluk : — 15 m. Yükseklik: 9 m.
 - e) Temel Şekli :
Sömel D Şerit D
Diğer Kİ Taş duvarlı temel üzerinde betonarme kirişler
 - f) Temel Ayakları Arasındaki Uzaklık :
 - g) Diğer Yapılardan Uzaklık : — 5 m.
 - h) Yapım Tarihi : 1961
8. Bina Zemin Cinsi : Kaya D Zemin §3 Diğer D
9. Yapı Hasar Durumu :
 - a) Çatlaklar : Duvarda H Tavanda Kİ Tabanda K
 - b) Çatlak Şekli: Düşey S3 Eğimli IE (Röleveye bakınız)
 - c) Çatlak Açıklığı : Duvarda Tavanda Tabanda
 - d) Bina Eğimi : Normal H Eğimli D
 - e) Zeminde Çatlak Durumu : Doğu Cephesi İstinat Duvarında 5 cm. Çatlak mevcut
10. Binada Oturuluyor Kİ Oturulmuyor D
11. Tasman Hasarına Karşı Alınan Önlemler :
Mimari Sİ Yapısal Kt (Sıvama + Takviye Kiriş ve Kolonlar)



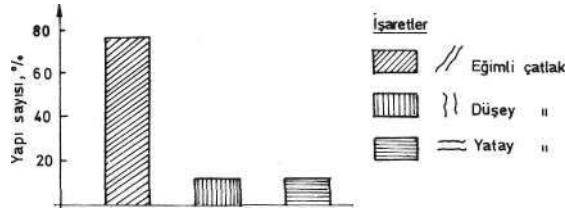
Fotoğraf 1. önemli bir düşey çatlakın görünümü.



Fotoğraf 2. Tipik bir kesmeli eğilme çatlakının yakından görünümü (ayrıca temin edilmiştir).

açıklığı 0,5 -10 mm, toplam çatlak sayısı ise 16' dır. Ayrıca, yapı kenarlarındaki beton döşemede, açıklığı 1-3 cm olan çekme çatlakları izlenmektedir.

İncelenen bütün yapılarda çatlak şekli genel olarak değerlendirildiğinde, % 76'sında eğimli çatlak formunun daha hakim olduğu ortaya çıkmaktadır. Düşey ve yatay çatlakların etkin olduğu yapıların oranı ise % 12'dir (Şekil 6).



Şekil 6. Çatlak şekillerinin dağılım yüzdeleri.

5. HASAR SINIFLAMASI

5.1. Genel

Batı literatüründe, N.C.B.'in gözlem sonuçlarından ampirik olarak geliştirdiği hasar sınıflandırması oldukça yaygın bir kullanım alanına sahiptir [13] [14] [19] [20]. Bu sınıflandırmanın mantığı başlıca, yapıda gözlenecek birim boy uzaması ve yapı uzunluğu gibi iki parametreye dayanmaktadır. Bu yazının yazarları, aşağıda sıralanan nedenlerden dolayı sözkonusu ölçütü yetersiz bulmaktadırlar.

- _ Sınıflandırmada taşıyıcı sistemin cinsi, temel şekli ve zemin cinsi gibi önemli yapısal faktörler dikkate alınmamaktadır.
- Hasar derecesini belirleyen çatlak açıklığı, çatlak sayısı ve çatlak yaygınlığı gibi parametreler gözönünde tutulmamıştır.
- Sözkonusu ölçütte yapı mimarisi ve taşıyıcı sistemde oluşan çatlakların ayrımı keza yapılmamıştır.
- Yapıda malzeme kullanım gelenekleri ve kullanıcıların hasara karşı tepkisi dikkate alınmamıştır.

5.2. Hasar Sınıflamasına Ön Yaklaşım

İncelemeler az sayıda konut üzerinde yapılmasına karşın, bu çalışma genel çizgileri ile hasar sı-

nıflandırma ölçütünün metodolojisini vermektedir. Bu ön yaklaşım aşağıda sıralanan parametrelere dayandırılmıştır.

- Çatlak açıklığı
- Gözlenen toplam çatlak sayısı
- Çatlakların yapıdaki yaygınlığı
- Çatlağın mimari yapı ya da taşıyıcı sistemde oluşu
- Yapı elemanlarında işlevsel azalma (Atmosfer koşullarından etkilenme, pencere ve kapılarda açılma-kapanma zorluğu)
- Kullanıcının hasara karşı tepkisi

Değerlendirme aşamasında, bu hasar parametreleri gözlem sonuçları da dikkate alınarak relatif şekilde puanlanmıştır (Anılan bu parametreler için takdir edilen puanlar EK-2'de topluca belirtilmiştir). Bu puanların toplamı ise Çizelge 4'de verilen "hasar derecesi" olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4 - Toplam Puana Karşı Gelen Hasar Dereceleri

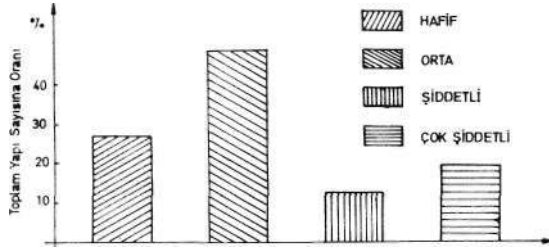
Toplam Puan	Hasar Derecesi
0 - 5	Çok hafif
5 - 15	Hafif
15 - 25	Orta
25 - 30	Şiddetli
> 30	Çok şiddetli

Aşağıda hasar değerlendirmesine ait bir örnek yapılmıştır.

Yapı İnceleme No. :9 (Bahçelievler)

Değerlendirme Parametresi	Puan
- Çatlak açıklığı : 10 mm	3
- Çatlak sayısı : 20 adet	8
- Çatlak yaygınlığı : % 100	5
- Hasar tipi : Yapısal	4
- Kapı pencerelerde fonksiyon azalması : Yok	0
- Atmosfer koşullarından etkilenme : Yok	0
- Sosyo ekonomik faktör : Düşük	1
Toplam	21

Hasar derecesi Çizelge 4'den "Orta" olarak belirlenir (Fotoğraf 2). Bu esasa dayandırılan hasar sonuçları Şekil 7'de, incelenen yapı sayısına göre verilmiştir.



Şekil 7. Hasar derecelerinin dağılımı.

6. SONUÇLAR

Bu çalışmada, ulaşılan önemli sonuçlar aşağıda sıralanmıştır :

- Zonguldak yerleşim alanlarının % 90'ı üretim alanlarının üzerinde yer almaktadır. Havzada tasmandan etkilenen alanların ortalama artış hızı 0,6 km²/yıl olup 1985 yılından sonra 24 000 civarında konut tasman olayının fiziksel etkileri ile karşı karşıya kalacaktır.
- Tasman olayının fiziksel bir büyüklüğü olan eğrilik, yapılarda farklı oturma, yatay yer değiştirme ise relatif harekete neden olmakta ve kullanılan malzeme cinsi, yapı geometrisi, zemin ve temel cinsine bağlı biçimde çatlak oluşumuna yol açmaktadır.
- Çalışmada, eğrilikten kaynaklanan yapı hasarlarını kontrol eden parametreler formüle edilerek etkiye dereceleri analitik şekilde ortaya konmuştur. Bu analitik ifadeler yardımıyla, belli tasman parametreleri ve kabul edilen risk derecesi için yapı geometrik büyüklükleri belirlenebilir [(6) ve (7) formülleri].
- Yapı hasarında etkili olan madencilik, çevre ve yapı parametreleri biraraya getirilerek geliştirilmiştir (Çizelge 3).
- Zonguldak - Bahçelievler ve Kozlu - Güney Mahallesinde toplam 18 konut üzerinde tasman yapı hasarı incelemeleri yapılmıştır. Gözlem sonuçları ve değişik hasar parametrelerine (çatlak açıklığı, çatlak yaygınlığı, çatlak sayısı, hasar tipi, yapı fonksiyonlarında azalma) dayandırılan bir ölçüt önerilmiştir (Çizelge 4, Ek-2) (Şekil 7).
- Yapıların % 76'sı gibi büyük bir oranında eğimli çatlaklar daha hakim olduğu gözlenmiştir (Şekil 6).

KAYNAKLAR

1. ARIOĞLU, E., YÜKSEL, A., "Tasman Konusunda Beyanat" Güneş Gazetesi, 24 Aralık 1983.
2. BUYURGAN, S., Zonguldak Kentindeki Tasman Hasarları ve önlemler, EKİ Etüd Tesis İşleri Kütüphanesi, Zonguldak 1979.
3. . . . Zonguldak Yeraltı Kömür Üretimi İle İskan Sorunlarının İncelenmesi, EKİ Etüd Tesis İşleri Kütüphanesi, Zonguldak, 1983.
4. BİRON, C, ARIOĞLU, E., Madenlerde Tahkimat İşleri ve Tasarımı, Birsen Yayınevi, İstanbul, 1983, s. 216-267.
5. GARDNER, F.B. ve Arkadaşları, Subsidence The Transference of Ground Movement to Surface Structures, The Mining Engineer, October, 1961, pp. 19-34.
6. İŞLER, ö., Betonda Çatlama Olayı, İnşaat Mühendisleri Odası, İstanbul Şubesi Yayını, İstanbul, 1978.
7. BURLAND, J.B., WROTH, C.P., Settlement and Associated Damage, Conference on the Settlements of Structures, Cambridge, April 1974, pp 611-654.
8. BURLAND, J.B., WROTH, C.B., Settlements of Buildings and Associated Damage, Building Research Station, Current Paper CP: 33/75, Garston, April, 1975.
9. HARVEY, E., WAHLS, F., Tolerable Settlement of Buildings Journal of the Geotechnical Engineering Div., ASCE, Vol. 107 No. GT 11 November 1981, pp 1489-1503.
10. MAINSTONE, R.J., The Influence of a Bounding Frame on the Racking Stiffness and Strengths of Brick Walls, S.J.B.M.A.C. Proceeding, 1970, pp. 165-171.
11. BASE G.D. ve Arkadaşları, An Investigation of the Crack Control Characteristics of Various Typs of Bar in Reinforced Concrete Beams Cement and Concrete Association, Research Report 18, Part 1 and 2, 1966.
12. KRATZCH, H., Mining Subsidence Engineering, Springer Verlag, Berlin, 1983.
13. NATIONAL COAL BOARD, Subsidence Engineers Handbook (Revised Edition) N.C.B. Production Department, London, 1966.
- A4. WARDELL, K., Ground "Subsidence and Control Mining Congress Journal, January, 1969.
15. BRAUNER, G., Subsidence Due To Underground Mining, 2. Ground Movement and Mining Damage, Bureau of Mines, 1C8572, Washington, 1973.
16. YÜKSEL, A., Zonguldak Kömür Havzasında Tasman Yapı Hasarları Konusunda Devam Etmekte Olan Doktora Çalışması, İ.T.Ü. Maden Fakültesi.
17. ARIOĞLU, E., YÜKSEL, A., Çöken Şehir: Karaelmas Beldesi, Olaylar ve Görüşler Köşesi, Cumhuriyet Gazetesi, 3 Kasım 1983.
- 18- . . . EKİ Kozlu Bölgesi Yeraltı İmalat Planları, EKİ Kozlu Bölgesi Plan Bürosu Arşivi.
19. YOKEL, F.Y. ve Arkadaşları, Construction of Housing In Mine Subsidence Areas. National Bureau Ce, NBSIR81-2215, Washington, January, 1981.
- 20, . . . Architectural Measures to Minimize Subsidence Damage, Appalachion Regional Commision, Department of Environmental. Resources Common Wealth of Pensüvania, Contr. No. EER 120, Pensüvania, December 1974.

EK - 1 : SEMBOLLER

- A Havza tasman karakteristiği ile ilgili katsayı (Batı Avrupa Kömür Havzaları için $A = 0,075$).
- B Havza tasman karakteristiğine bağlı katsayı, (Batı Avrupa Kömür Havzalarında maksimum birim uzama $B = 0,80$, birim kısalma için ise $B = 1,35$ değeri verilmektedir).
- a_r Yapının zemine göre rölatif yerdeğiştirilmesi.
- E Malzemenin elastisite modülü,
- G Malzemenin rijitlik modülü,
- H Yapı yüksekliği,
- h Üretim derinliği,
- K (10) bağıntısında, kabul edilen risk derecesine göre belirlenen ampirik büyüklük,
- L Yapı uzunluğu,
- R Eğrilik yarıçapı,
- A Yapı çökme miktarı ($L/2'$ de),
- A/2 Çökme oranı,
- £ Tasman sonucu zeminde oluşan birim uzama ya da kısalma miktarı,
- £d> £e- Sırasıyla, eğilme ve kesmeli eğilmede çekme deformasyonu,
- E t max • Yapıya iletilen birim kırılma ya da uzama miktarı.

EK -2 : HASAR SINIFLANDIRMASINDA TAKDİR EDİLEN PUANLAR

(i) Toplam Çatlak Sayısı	Puan	Düşünceler
1 - 5 (dahil)	2	Çak katlı yapılarda,
5 -10	4	hasar zemin katta,
10 -20	6	gözleendiğinden di-
20 -30	8	ğer katlar değerlendir-
> 30	10	dirmeye alınmamış-

(II) Çatlak Yaygınlığı (%)	Puan	Çatlak yaygınlığı =
< 20	1	[Çatlak gözlenen
20 -40	2	oda sayısı / Toplara
40 -60	3	oda sayısı] nı ifade
60 -80	4	eder.
> 80	5	

(III) Çatlak Açıklığı (mm)	Puan
< 0,5	1
0,5 -3	2
3 -10	3
10 -20	4
20 -40	5
40 -60	6
60 -80	8
> 80	10

(IV) Hasar Tipi	Puan
A. Mimari elemanlarda (Duvar - Taban vs.)	2
B. Taşıyıcı elemanlarda (Kiriş, kolon, taşıyıcı duvar)	4
C. Her ikisi (A + B)	6

(V) Yapı Elemanlarında Fonksiyon Azalması	Puan	özelliikle kapı, pencere gibi elemanlarda açılma örtülme zorluğu, şekilden kaçıklık
Yok	0	
Hafif	1	
Kısmen	2	
Fazla	3	

(VI) Atmosfer Koşullarından Etkilenme	Puan	Rüzgâr, Yağmur, Nem geçirimsizliği
Yok	0	
Hafif	1	
Fazla	2	
Çok fazla etkilenme	3	

(VII) Sosyo Ekonomik Parametre	Puan	(Özellikle Gelir Düzeyi)
Düşük	1	
Orta	2	
İyi	3	
Daha iyi	4	