

KAYNAŞLI (DÜZCE) YERLEŞİM ALANI ZEMİNLERİNİN ZEMİN BÜYÜTME ÖZELLİKLERİNİN VE YAPI ZEMİN REZONANS UYUMUNUN ARAŞTIRILMASI

Ali ATEŞ^{1*}

¹Düzce Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, 81620, Düzce, TÜRKİYE

Özet- Kaynaşlı (Düzce), birinci derece deprem bölgesi niteliklerine sahip bir Pliyo-Kuvaterner çökeltme alanıdır. Araziye Sismik kayma kırılması Testi (V_p, V_s) çalışmaları yapılmıştır. Çalışma alanının deprem etkisinde geoteknik parametrelerinin ve buna bağlı olarak zeminin deprem ivmesini büyütme değerlerinin değişimi araştırılmıştır. Ayrıca deprem etkisinde zemin parametrelerinin değişeceği düşüncesiyle, zemin ve yapı doğal titreşimlerinin rezonans uyumu araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler- Kayma dalgası hızı, Kaynaşlı ilçesi (Düzce), rezonans uyumu

INVESTIGATION OF THE PROPERTY OF MAGNIFICATION FACTOR AND COINCIDENCE OF RESONANCE SOILS OF KAYNAŞLI (DUZCE)

Abstract- The study has been undertaken at Kaynaşlı town of Duzce. The study was aimed at evaluating the competence of the near surface formations as foundation materials. Additionally, geotechnical seismic shear velocities (V_p, V_s) were researched that soils magnify the shear wave velocity which is produced by earthquake. Additionally that resonance could coincide with the natural period of soils and natural period of superstructure was investigated.

Keywords- Shear wave velocity, Kaynaşlı town, resonance coincidence

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Ülkemizin büyük bir bölümü deprem kuşağı üzerinde bulunmaktadır. Düzce, tarih boyunca maruz kaldığı depremlerde çok büyük can ve mal kaybına uğramıştır. Ancak, 17 Ağustos 1999 depreminden sonra can ve mal kaybını en aza indirmek için Düzce Belediyesi ile Düzce Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü ortak bir çalışma başlatmıştır. Bu çalışma ile Düzce’de inşa edilen yapılarda bir kalite standardına ulaşılmaya çalışılmaktadır. Ancak, bu aşamada sadece kullanılan malzeme ve betonun miktar ve kalite bakımından yeterli olup olmadığı, inşaatın her aşamasında titizlikte kontrol edilmekte ve gerekli laboratuvar deneyleri ile test edilmektedir

Son otuz yıl içinde 12 Kasım 1999 deprem öncesine kadar çarpık ve hızlı yapılaşmaya maruz kalmıştır. Çalışma alanı, Kaynaşlı Havzası’nın etrafında bulunan dağlardan kaynaklanan kalın alüvyon yelpazelerle (Kuvaterner) örtülmüştür [1]. Çalışma alanı birinci derece deprem bölgesinde yer alması ve ilçenin aktif faylar tarafından kesilen alüvyon yelpazeler üzerinde

* alicates@duzce.edu.tr

gelişmiş olması nedeniyle deprem tehlikesiyle karşı karşıya kalmış bir durumdadır [1]. Bu çalışma ile olası büyük bir depremde hasarın en aza indirilmesi amaçlanmıştır. Kaynaşlı alüvyon zemini zayıf jeo-mühendislik parametrelerine sahiptir. Bu nedenle kuvvetli yer hareketleri ($M > 5.0$) sırasında olumsuz zemin-yapı etkileşimine yol açmaktadır. Çalışmalar yüzeyde yer alan üst toprak zeminle beraber altta yer alan birbirine geçişli olan formasyonların bulunduğunu göstermiştir. Üst zeminde kalınlığı 1.0 m civarında değişen bitkisel toprağın altında kalınlığı 5-8 m arasında değişen siltli kum ve çakıldan oluşan alüvyon tabakası bulunmaktadır. Bu tabakanın altında ise konkordans olarak çakıl ve siltli kum katmanları yer almaktadır [1].

Gösterilen bu duyarlılık yapıların projelendirilmesi aşamasında başlatılmadığı sürece, amaçlanan hedefe ulaşılması mümkün değildir. İyi bir projelendirme için zemin-yapı etkileşiminin, dolayısıyla da zeminin geoteknik özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, Düzce Kaynaşlı ilçesinde TOKİ konutları için inşası planlanan alanda zemin özellikleri ve temel tasarımına teşkil edecek zemin parametrelerinin değişimi araştırılmıştır.

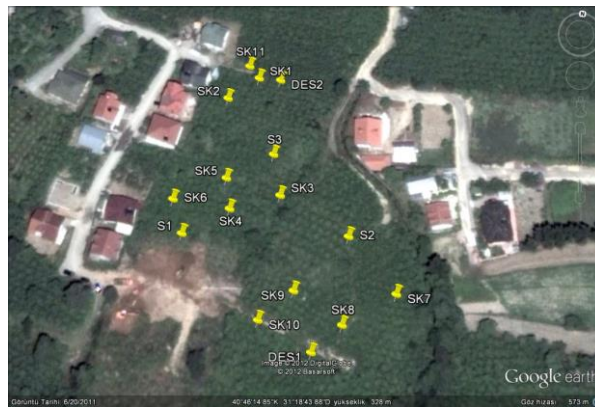
2. MATERYAL VE METOD (MATERIAL AND METHOD)

2.1. Çalışma Alanı (Study Area)

Düzce İli, Kaynaşlı İlçesi, 1 Pafta ve 294, 295, 596 Parselinde 16656,44 m² inşaat alanında yapılacak olan 2B+Z+4 katlı 110 konutluk TOKİ inşaat alanının zemin özelliklerini belirlemek amacıyla jeolojik, jeofizik ve jeoteknik zemin ölçümleri yapılmıştır. Çalışma alanı Düzce iline 15 km mesafede, D-100 karayoluna doğu-batı uzanımlı olup bu karayolun güney ve kuzeyi boyunca yayılmış durumdadır. Bu çalışma alanını gösteren harita, Şekil 1'de, uydu görüntüsü Şekil 2'de verilmiştir.



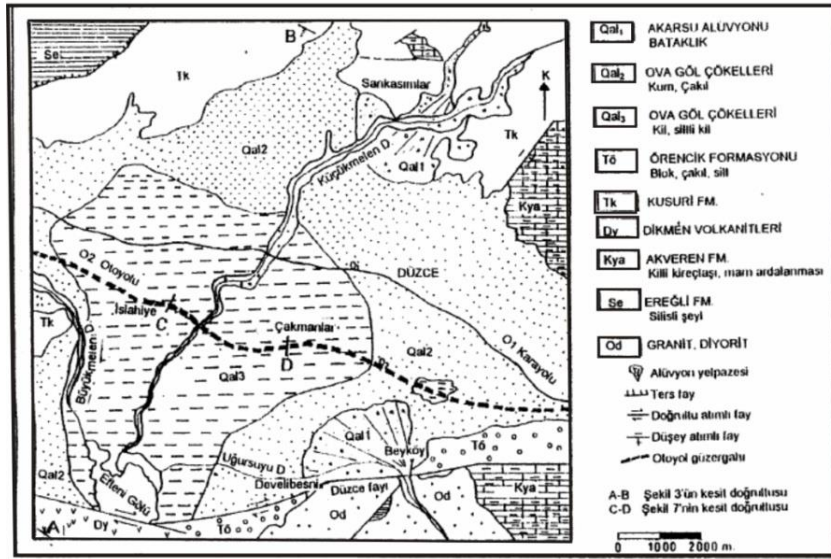
Şekil 1. Çalışma alanını (Düzce) haritası (Study area)



Şekil 2. Çalışma alanı uydu görüntüsü (View of the stellite of the Study area) [2]

2.2. Çalışma Alanının Jeolojisi (Geology of the Study Area)

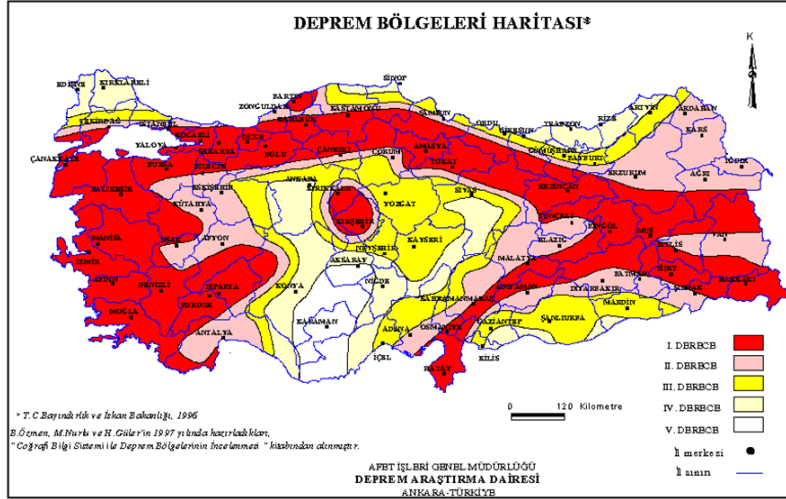
Düzce jeolojik bakımdan IV. zaman (kuarterler) alüvyon teşekküllerini kapsamaktadır. Alüvyon malzemeler akarsular boyunca oluşmuştur. Ova genel olarak toprak arazi ile kaplıdır. Yamaç, arazi ve tepelerde yer yer volkanik, andazit ve diabloz kayalar ile kesilmiştir. Çalışma alanında, kuvaterner yaşlı alüvyonlar gözlenmektedir ve geniş yayılım gösteren ince elemanlı alüvyonlar, küçük boyutlu, çakıllı, kumlu, siltli, killi, az bloklu, yanal ve düşey geçişli seviyeler birbirleri içinde merceklenmiş, kamalanmış, gevşek ve stabil değildir. Çalışma alanının olduğu bölgelerde yaklaşık 1,00 m kalınlığında dolgu ve toprak mostra verir. Açılan sondajdan alınan örneklerin gözle yapılan tanımlamalardan yukarıdan aşağıya doğru; az kumlu siltli kil, siltli kil kum, siltli iri kumlu kil çakıl, iri kum çakıl serileri geçmektedir (Şekil 3), [1]. Bölgenin kuzeydoğu kısmında da kalker örtülerine rastlanmıştır. Çalışma alanı birinci derece deprem kuşağı üzerinde bulunmaktadır.



Şekil 3. Çalışma alanının jeoloji haritası (Geology map of the study area) [1]

2.3. Depremsellik (Earthquake)

Çalışma alanı ve yakın çevresi Bayındırlık ve İskan Bakanlığınca yayımlanan ve 5 bölgeye ayrılmış olan "Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası (1996)" na göre 1. derecede Deprem Bölgesi içinde kalmaktadır (Şekil 4.). Bölgede oluşan depremlerin magnitüdü ortalama olarak 7,0 veya daha yüksek olabileceği düşünülmelidir.



Şekil 4. Türkiye Deprem bölgeleri haritası (1996) (Turkish earthquake regional map) [3].

2.3.1. Çalışma alanı ve çevresi diri fayları (Live faults presented around the study area)

Aşağıda çalışma alanını etkileyebilecek en yakın diri faylar hakkında genel bilgiler verilmiştir. Türkiye Diri Fay Haritasında çalışma alanı ve çevresinde 3 adet diri fay mevcuttur [1]. Bu fayların özellikleri aşağıda verilmiştir.

a) Kuzey Anadolu Fayı (KAF)

Düzce Havzasını morfolojik olarak Güneyden sınırlandıran bu fay, Akyazı, Kaynaşlı arasında toplam 70 km uzunluğundadır. Birbirini bütünleyen üç alt parçadan (segment) oluşan Düzce Fayı sağ yönlü doğrultu atımlı aktif bir faydır. Akyazı bölümünde Kuvaterner öncesi temel kayalar içerisinde izlenmektedir. Kuzeyde Asya-Avrupa levhası ile güneyde Anadolu levhacığının birbirinden ayıran Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ), yaklaşık uzunluğu 1200 km. olan doğrultu atımlı bir fay sistemi olup ülkemizin en önemli tektonik yapılarından biridir. Düzce ve Bolu havzası bu fay üzerinde bulunmaktadır. KAFZ Bolu'nun batısında iki kola ayrılmıştır. Güneydeki kol ise Dokurcun'un batısında tekrar iki kola ayrılmıştır. Kuzey koldaki fay Düzce Fayı diye isimlendirilmiştir. 17 Ağustos ve 12 Kasım 1999 depremlerinin bu zon üzerinde meydana gelmesi aktivitenin devam ettiğinin bir göstergesidir. Kuzey Anadolu Fay zonu batı segmentinin çalışma alanı içindeki kesimi yaklaşık Doğu-Batı doğrultusunda Düzce-Akyazı- Sapanca gölü ve İzmit arasında genellikle sağ yönlü doğrultu atımlı faylardan oluşan dar bir zon biçiminde gözlenmektedir. Çalışma alanının depremselliğini bu zon belirlemektedir [1].

b) Düzce Fayı

Düzce Havzasını morfolojik olarak Güneyden sınırlandıran bu fay, Akyazı, Kaynaşlı arasında toplam 70 km uzunluğundadır. Birbirini bütünleyen üç alt parçadan (segment) oluşan Düzce Fayı sağ yönlü doğrultu atımlı aktif bir faydır. Akyazı bölümünde Kuvaterner öncesi temel kayalar içerisinde izlenmektedir. Fayın aktivitesi 17 Ağustos ve 12 Kasım depremleriyle ortaya çıkmıştır. 17 Ağustos depreminde (M=7.4) gelişmiş olan 130 km uzunluğundaki yüzey kırığının 30 km'lik doğu bölümü Düzce Fayı bölümünde yer almaktadır. Bu deprem Düzce Fayının Efteni Gölü'ne kadar olan kesiminde gerçekleşmiştir. Düzce Havzası bölümünde ise genelde yine Kuvaterner yaşlı alüvyonlarla temel kayalar arasında dokanak oluşturmaktadır. Günümüz morfolojisinde izlenen drenaj özellikleri, fay sarplıkları, ötelenmiş dere ve sırtlar bu fayın aktivitesini gösteren verilerdir [1].

c) Hendek -Çilimli Fayı

Düzce Havzası batısında Sapanca Gölü- Hendek-Cumayeri arasında uzanan KD-GB uzanımlı fay, Hendek Fayı olarak bilinmektedir. Sağ yönlü doğrultu atımlı olan bu fay yaklaşık 50 km uzunluğundadır. Adapazarı Ovasında olası olarak haritalanmış olan bu fay Hendek-Cumayeri arasında 25 km'lik bölümünde morfolojik olarak çok belirgindir. Morfolojide sağ yönde ötelenmeler ve büyük boyutlu basınç sırtlarının gelişmiş olduğu zonda Pliyo-Kuvaterner yaşlı Karapürçek formasyonu fay tarafından kesilmekte, fay bu formasyonla temel kayalar arasında dokanak oluşturmakta, doğu bölümünde ise temel kayalar içerisinde yer almaktadır. 1994 Düzce-Hendek depremi (M=6.5) olasılıkla bu fay üzerinde gerçekleşmiştir. Fay üzerinde son depremlerde Hendek'in kuzeybatısında yüzey yarığı oluşmuştur. Oluşan bu kırık sağ yönlü doğrultu atımlıdır. Kırık boyunca küçük boyutlu deformasyonlar, 2-5 cm arasında sağ yönlü ötelenmeler gelişmiştir. Fay üzerinde gelinen ve boyutu ile oransız olan bu yüzey kırılması 17.08.1999 depremiyle Hendek fayı üzerinde aşırı stres birikiminin olduğunu gösteren bir veri olarak kabul edilebilir [1].

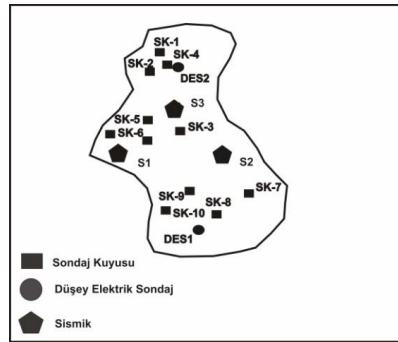
Çalışma alanında inceleme sahasının yaklaşık 22,5 km güneyinden KAF'ın güney kolu geçmektedir. Bu fay Akyazı, Kaynaşlı arasında toplam 70 km uzunluğundadır. Kaynaşlı ilçesinin kuzeyinden ise 13 km mesafede 72 km uzunluğundaki düzce fayı geçmektedir. Yaklaşık 63,5 km mesafe kuzeyinden ise 50 km uzunluğundaki hendek fayı geçmektedir.

2.4. Jeofizik Çalışmalar (Geophysical Studies)

Çalışma alanında ilgili lokasyon haritasına bakıldığında S1, S2, S3 noktalarında 3 adet sismik kırılma verisi kullanılmıştır.

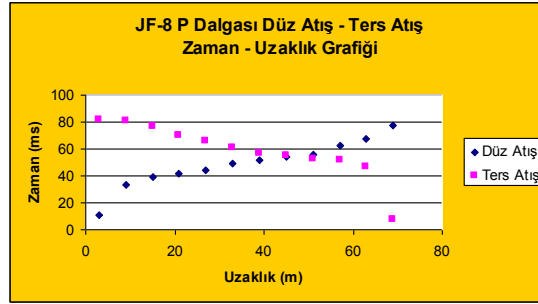
2.4.1. Sismik kırılma yöntemi (Method of seismic fracture)

Sismik kırılma yöntemi yapıların oturduğu zeminlerin jeolojik yapısının etkili bir biçimde saptanmasında kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemle zeminin elastik parametreleri de belirlenmekte ve statik bir yük altındaki zeminde oluşan elastik deformasyonun deneylerle belirlenmesi gibi iyi bir sonuç vermektedir. Bu çalışmada İtalyan malı Doremi Marka Sayısal sismograf aleti kullanılmıştır. Doremi her kanal için 30000 örnek depolayabilecek bağımsız bir hafıza ünitesine sahiptir. Örnekleme aralığı 5-0,05 milisaniyeye programlanabilir olup 200'den 20000 Hz'e kadar örnekleme frekanslarına tekabül ederler. Örnekleme uzunluğu 0,1'den 6000 saniyeye kadar seçilebilir. A/D dönüştürücüde 96 dB, 155 dB toplam dinamik menzile mevcuttur. Bu profillerde P ve S atışları için 12 adet P ve S jeofonu kullanılmıştır. Etüt aplikasyonu S1, S2, S3 noktalarında toplam 24 adet metre açılım yapılmış olup, offset = 2 m olarak seçilmiştir (Şekil 5).

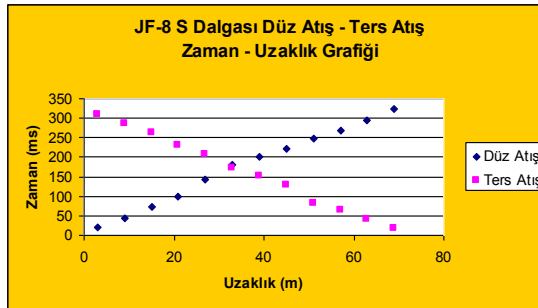


Şekil 5. Çalışma alanı sondaj dağılımı (Distribution of drilling in the study area)

Örnek olarak arazide yerinde yapılan ölçümlerle ilgili olarak düz atış-ters atış P ve S zaman uzaklık grafiği Şekil 6'da verilmiştir. Ayrıca arazide yapılan jeofizik ölçüm verileri Tablo 1'de verilmiştir [4].



(a) S1-S3 no'lu sismik kırılma ölçüm noktası düz atış-ters atış P dalgası zaman uzaklık grafiği (Normal and reverse array p wave versus time graph at the point of S1-S3 seismic location)



(b) S1-S3 no'lu sismik kırılma ölçüm noktası S dalga hızı zaman-uzaklık grafiği (S wave versus time graph at the point of S1-S3 seismic location)

Şekil 6. Düz atış-ters atış zaman uzaklık grafiği (Graph of distance versus time of normal and reverse cycle) [4].

Tablo 1. Jeofizik veriler sonucu elde edilen V_p ve V_s dalga hızları (Velocities of V_p and V_s obtaining result of geophysic studies) [4]

SERİM NO	Tabaka	V_s (m/s)
S 1	1	210
	2	438
S 2	1	240
	2	484
S 3	1	190
	2	457

2.5. Metod (Method)

2.5.1. Deprem tasarım parametrelerinin hesaplanması (Calculation of earthquake design parameters)

Deprem tasarım parametrelerinin bulunması için, çalışma alanını çevreleyen 100 km yarıçapında bir daire çizilerek, daire içinde kalan ve çalışma alanını etkileyebileceği düşünülen aktif sismik kaynaklara dik çizilerek bu sismik kaynakların çalışma sahasına en kısa mesafeleri kilometre (km) cinsinden ölçülmüştür (Şekil 7) [5]. Buradaki amaç bu bölgede olması beklenen depremin üreteceği etkin yatay deprem ivmesini bulunması ve zeminin, bulunacak ivmeyi büyütme etkisinin incelenmesidir (cümle yeniden düzenlenmeli). Çalışma sahasında en yüksek ivme yaratabilecek olan Düzce fay zone, Mark [6] yaklaşımına göre olası bir depremde 1/3'nün kırılacağı yaklaşımıyla, tasarım depreminin moment büyüklüğü, Wells ve Coopersmith [7]'in eşitliği kullanılarak aşağıdaki gibi hesaplanabilmektedir.

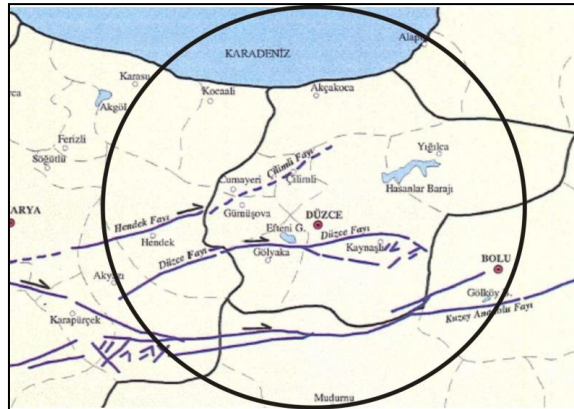
$$M_w = 4,86 + 1,32 \log L \quad (1)$$

Bu yaklaşıma göre Fay uzunluğunun, 1/2'sinin kırılması durumunda, "Moment Büyüklüğü" 7,1 olarak hesaplanmıştır.

Kayada maksimum yatay ivmenin büyüklüğü Ulusay vd. [8] tarafından önerilen Eş.2 kullanılarak bulunabilmektedir.

$$PGA = 2,18e^{0,0218(33,3M_w - Re + 7,8427 S_A + 18,9282 S_B)} \quad (2)$$

Burada; yumuşak zeminler için $S_A=0$ ve $S_B=1$ alınır. Re yerleşim alanından ilgili fay zonuna en yakın dikey mesafedir, M_w ise deprem büyüklüğüdür. Buna göre, tasarım depreminin meydana getirebileceği "yatay deprem ivmesi" 0,28g olarak hesaplanmıştır.



Şekil 7. Çalışma sahasına 100 km çap içinde bulunan sismik kaynakların belirlenmesi (Determination of seismic sources in the radius of 100 km in study area) [5]

Çalışma alanında depremin neden olduğu yatay kesme dalgalarının ağırlıklı ortalama değeri Özyayın [9]'ın önerdiği Eş.3'e göre aşağıdaki gibi bulunmaktadır.

$$v_{k,0} = \frac{h_1 V_{k1} + h_2 V_{k2}}{h_1 + h_2} \quad (3)$$

Burda;

h: Temel kaya üstündeki zemin katmanı kalınlığı (m),

V_k :zemin katmanı içinde kayma dalgası hızını(m/sn) ifade etmektedir.

Araziden elde edilen kayma dalgası hızları eşitlikte yerine konulduğunda ağırlıklı ortalama değerleri aşağıdaki Tablo 2’de hesaplanmıştır.

Tablo 2. Araziden elde edilen kayma hızlarının ağırlıklı ortalama değerleri (The values of weighted average of shear velocities obtained from study area)

SERİM NO	Tabaka	Vs (m/s)	530 mt. Ağırlıklı ort Vs hızı
S 1	1	210	324
	2	438	
S 2	1	240	362
	2	484	
S 3	1	190	324
	2	457	
			337

Çalışma alanındaki zeminlerin hakim titreşim periyodu Bray [10]’un önerdiği Eş.4 marifeti ile bulunabilmektedir.

$$T_z = \frac{4 \cdot h}{V_k} \quad (4)$$

Burada;

h: Temel kaya üstündeki zemin katmanı kalınlığı (m),

V_k :zemin katmanı içinde kayma dalası hızını (m/sn) ifade etmektedir.

Yatay ivmenin maksimum değerinin kestirilmesi için büyütme faktörü, Özaydın [9], Borcherdt ve arkadaşları [11] tarafından önerilen Eş.5 kullanılarak ortalama rölatif yatay spektral ivme büyütme faktörü (AHSA) hesaplanmaktadır.

$$AHSA = \frac{600}{V_{k,o}} \quad (5)$$

Burada;

AHSA: ortalama yatay spektral büyütme

V_1 : 30 m derinlik içerisindeki ortalama kayma dalgası hızı (m/sn)

3.BULGULAR (FINDINGS)

3.1. Büyütme Faktörünün Değerlendirilmesi (Evaluation of Magnification Factor)

Burada yatay ivme zemin büyütme faktörü, Eş.5 yardımıyla 1,76 olarak bulunmuştur. Arazide yatay deprem ivmesinin büyütülmüş değeri ise “ yukarıda verilen ilgili eşitlikler yardımıyla rölatif yatay büyütme faktörünün de dahil edildiği yatay deprem ivmesinin büyütülmüş son hali Eş. 6 kullanılarak bulunmuştur.

$$a_{zemin} = AHSA \cdot a \quad (6)$$

Burada;

AHSA : 1.76 (Eş. 5 kullanılarak bulunmuştur),
V_k :339 m/sn (Eş.3 kullanılarak bulundu),
a :228 cm/sn² (Eş.2 kullanılarak bulunmuştur),
M_w :7.1 (Eş.1 kullanılarak bulunmuştur),

Bu parametreler kullanılarak çalışma alanın formasyon yapısı ve zemin dokusu baz alınarak ilgili parametreler hesaplanmış ve bu parametreler kullanılarak rölatif yatay büyütme faktörü 1,76 bulunmuştur. Çalışma alanını etkilemesi tahmin edilen fayların üreteceği yatay deprem ivmesi ise, rölatif büyütme faktörünün etkisi de hesaplamanın içine dahil edilmesi halinde yapılacak olan TOKİ konutlarına yansiyacak olan yatay deprem ivmesinin büyüklüğü 506 cm/sn² olarak hesaplanmıştır.

3.2. Rezonans Olayının Tahkiki (Evaluation of Resonance)

Rezonans olayı çalışma alanında yapılması planlanan TOKİ konutlarının doğal periyodu ile zeminin doğal periyodunun örtüşmesidir. Zeminin Doğal periyodu Eş.4 yardımı ile bulunmuştur. Çalışma alanında yapılması planlanan yapıların periyodu ise Eş.7 kullanılarak bulunabilmektedir [12].

$$T=0.079 H^{3/4} \quad (7)$$

Burada;

H:Yapının yüksekliği (m)

Burada yapılar 10 kat olarak yapılacaktır, Eş.7 yardımı ile yapının periyodu 1.01 sn olarak bulunmuştur. Zeminin periyodu (T_Z=0.31) ise Eş.4 yardımı ile 0.31 sn olarak bulunmuştur. Buradan hareketle rezonans uyumunun oluşması için periyotlarının örtüşmesi gerekir (T=T_Z), bu durumda ilgili periyotların örtüşmeyeceği anlaşılmaktadır (0.31≠1.06 s). Çalışma alanında yapılması planlanan yapılar için rezonans riski bulunmamaktadır.

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA (CONCLUSION AND DISCUSSION)

Bu çalışmada, Deprem Yönetmeliği'nde depreme bağlı tasarım parametresi olarak zorunlu olan deprem riski altındaki yerleşim bölgeleri için 0,4g değeri gerçek hesaplamaların çok altında kaldığı deterministik hesapla ortaya konulmuştur. 12 Kasım Düzce depreminde kaydedilen ölçümlerdeki ivme değerlerine bakılırsa (0.51g) bu çalışmayı doğrulamaktadır [1]. 1. Derece deprem bölgeleri için ilgili yönetmelikte önerilen 0,4g değeri değil de deterministik yöntemle ve zemin büyütmesinin de etkisiyle hesaplanan yatay deprem ivmesinin bu bölge için 0,506g olarak kabul edilmesi tarafımızdan önerilmiştir. Bu bölgede yapılması planlanan yapılar için ilgili Belediye, tarafımızdan önerilen yatay deprem ivmesinin projelerde kullanılmasını dikkate alarak yapı ruhsatı vermesinde yarar olacağı düşünülmektedir.

Bu bölgede mevcut şartlarda yapı periyodu ile zeminin doğal salınım periyodunun rezonans uyumu açısından risk oluşturmayacağı anlaşılmaktadır. Ancak zemin büyütmesi dikkate alınmalıdır.

5. KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1]. M.T.A Genel Müdürlüğü ve Ankara Üniversitesi (A.U), 1999, "17 Ağustos 1999 Depremi Sonrası Düzce (Bolu) İlçesi Alternatif Yerleşim Alanlarının Jeolojik İncelenmesi", TÜBİTAK Yer Deniz Atmosfer Bilimleri ve Çevre Araştırma Grubu Raporu 59s.

- [2]. İnternet: Kaynaşlı ilçesi sınırlarını gösteren bir uydu görüntüsü, <http://maps.google.com>
- [3]. T.C Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, 1996, “Deprem Bölgeleri Haritası”, Harita Genel Komutanlığı basımı.
- [4]. Ateş, A., “Jeolojik ve Geoteknik Etüt Raporu”, 15.03.2002 tarihli TOKİ, 2012.
- [5]. Şaroğlu, F., Emre, Ö., Kuşçu, İ., “Türkiye Diri Fay Haritası”, MTA Genel Müdürlüğü, Ankara, 1992.
- [6]. Mark, R. K., “Application Of Linear Statistical Model Of Earthquake Magnitude Versus Fault Length In Estimating Maximum Expectable Earthquakes”, *Geology*, 5: 464- 466, 1977.
- [7]. Wells, D.L. and K.J. Coppersmith,” New Empirical Relationships Among Magnitude, Rupture Length, Rupture Width, Rupture Area, And Surface Displacement”, *Bull, Seismol, Soc, America.*, 84, 974-1002, 1994.
- [8]. Ulusay, R., and Tuncay., E., and Sonmez, H., and Gokceoglu C., “An Attenuation Relationship Based On Turkish Strong Motion Data And İso-Acceleration Map Of Turkey”, *Engineering Geology*. 74: 265–291, 2004.
- [9]. ”Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik”, Yayın tarihi: 06.03.2007, Resmi Gazete No.:26454 Değişiklik : 03.05.2007, Resmi Gazete No.:26511
- [10].Bray, J.D., “Geotechnical Earthquake Engineering” Chapter.24, *The Civil Engineering Handbook* (Ed: W.F. Chen), CRC Press. Inc,1995.
- [11].Borcherdt, R.D., Wentworth,C.M., Janssen,A., Fumal,T. & Gibbs,J. (1991) “Methodology for Predictive GIS Mapping of Special Study Zones for Strong Ground Shaking in the San Francisco Bay Region”, *Proc. 4th Inter. Conf. On Seismic Zonation*, (3) pp :545-552.
- [12].Scarat, A., 1996. *Approximate Methods in Structural Seismic Design*, E&FN Spon, London.