

# TEKNOFEST

## HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

### İNSANLIK YARARINA TEKNOLOJİ YARIŞMASI PROJE DETAY RAPORU

**PROJE KATEGORİSİ:** Afet Yönetimi

**PROJE ADI:** Depremlerde Yaşam Üçgeni Hayat Kurtarır

**TAKIM ADI:** KADRO17114

**TAKIM ID:** T3-17114-144

**TAKIM SEVİYESİ:** İlkokul-Ortaokul

**DANIŞMAN ADI:** İbrahim Evren ÖZER

## 1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Türkiye en etkin deprem kuşaklarından birinde yer almaktadır. Son 60 yılda ülkemizde depremlerden dolayı 58.202 kişi hayatını kaybetmiş, 122.096 kişi yaralanmış ve 411.465 bina yıkılmıştır. Beklenen büyük Marmara depreminde ise ciddi kayıplar olacağı öngörülmektedir. Bu projede, depremlerde yıkılan binalarda can kaybını azaltmaya yönelik deneysel veriye dayalı bir yaşam üçgeni tasarlanmıştır. Yaptığımız araştırmalarda henüz test edilmiş ve deneysel veriye dayalı bir yaşam üçgeni örneğine rastlanmamıştır. Ancak kağıt ve ahşabın belli bir esnekliğe sahip olduğu için yüksek basınç altında çok dayanıklı olduğu ve deformasyona uğramadığı araştırmalar sonucunda tespit edilmiştir. Bu araştırmada 28 gün kürlendirilmiş C50 beton, tuğla ve A5 kağıdı resmi bir kurumda otomatik basınç dayanım pres makinesiyle test edilerek kontrollü deney yapılmıştır. Deney sonucunda kağıda 1937 kN kuvvet uygulanmış ve 62.8 MPa basınç karşısında en ufak bir deformasyona uğramadığı görülmüştür. C50 beton 1318 kN kuvvet ve 58.6 MPa basınç karşısında kırılarak deformasyona uğramıştır. Tuğla ise 112 kN kuvvet ve 4.6 MPa basınç karşısında kırılarak deformasyona uğradığı tespit edilmiştir. Otomatik basınç dayanım pres makinesinin uygulayacağı üst kuvvet limiti 2000 kN'dur. Kağıda yapılan testte makinenin zarar görmemesi için görevli tarafından makine 1937 kN değerinde iken kapatılmıştır. Büyük depremlerde yıkılan binalarda insanların hayatta kalabilmeleri için buzdolabı, bulaşık makinesi gibi sağlam olduğu düşünülen eşyalar ile yaşam üçgenleri oluşturabilecekleri belirtilmiştir. Ancak bu çözümler test edilmemiştir. Bu çalışmada kağıdın basınca karşı dayanıklı olduğu sonucundan yola çıkılarak, hemen her evde bulunan kitaplıklardan küçük bir tasarım değişikliği ile veriye dayalı güvenilir bir yaşam üçgeni oluşturulmuştur. Böylece depremlerde yıkılan binalarda oluşan can kayıplarının azaltılması hedeflenmiştir. Deprem öldürmez, ihmal öldürür!

## 2. Problem/Sorun:

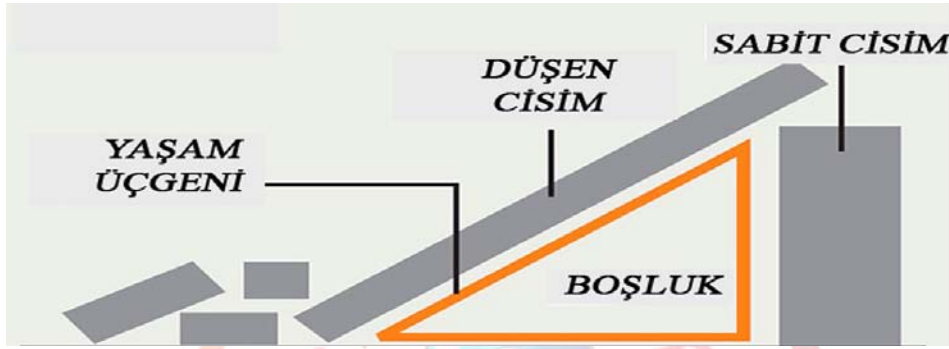
Türkiye dünyadaki en etkin deprem kuşaklarından birinin üzerinde yer almaktadır. Türkiye bulunduğu konum itibarıyla Alp-Himalaya deprem kuşağında yer almakta ve ülkemizin %2,7'si tehlikesiz, %97,3'ü ise yüksek riskli deprem hareketi riski altındadır (Özdemir, Ertürk, Güner ve Koca, 2001). Son 60 yıl içinde ülkemizde meydana gelen depremlerde 58.202 kişi hayatını kaybetmiş, 122.096 kişi yaralanmış ve 411.465 bina yıkılmıştır (Keleş, 2002; Aytöre, 2005). Daha önceki yıllarda ülkemizde birçok yıkıcı deprem olduğu gibi, gelecekte oluşacak depremlerde de büyük can ve mal kaybına uğrayacağımız bir gerçektir (Özdemir ve ark., 2001; Aytöre, 2005). Yıkıcı Gölcük ve Düzce depremlerinden sonra İstanbul'da eylül ayında meydana gelen 5.8 büyüklüğündeki deprem yeniden binaların depreme dayanıklılığını gündeme getirmiştir. Beklenen büyük İstanbul depreminde 2.500-10.000 binanın çok ağır hasarlı olacağı ve kullanılamayacak bina sayısının ise 100.000-190.000 arasında olacağı tahmin edilmektedir (AKOM, 2009).

Böylece eve büyük ahşap bloklar ya da içi kağıt dolu sandıklar gibi kullanışsız ve evde gereksiz olarak yer kaplayan ve binaya fazladan yük getiren yapılar yerine hemen her evde bulunan kitaplıkları uygun bir şekilde dönüştürerek çok dayanıklı yaşam üçgenleri oluşturulmuştur. Bu tasarım beklenen büyük İstanbul depremi için önem arz etmekte ve birçok insanın hayatına dokunacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda sloganımız, kütüphane hayatı kurtarır!

## 3. Çözüm

Çöken bir binada depremden korunma yollarına baktığımızda "Yaşam Üçgeni" oluşturmanın

can kayıplarının önüne geçebileceği ve yaşam üçgenlerinde çok sayıda kişinin hayatta kalarak depremden sağ olarak kurtulduğu görülmüştür (Copp, 2000; AKUT, 2001; Aytöre, 2005; TÜBİTAK, 2020). Amerikan uluslararası kurtarma şefi Doug Copp 60 ülkede kurtarma ekipleriyle çalışmış, 875 yıkılmış binada inceleme yapmıştır. Yaptığı incelemelerde yıkılan binalarda çok sayıda boşluklar görmüş ve bu boşlukların hayat kurtarabileceği için bu alanlara yaşam üçgeni demiştir. Yine aynı araştırmada Doug Copp, içinde 20 maket insan olan bir okul binasını yıktıklarını, bu binada çok kapan tutun yapan 10 maketin tamamen ezildiğini yaşam üçgenlerinde bulunan 10 maketin ise zarar görmediği sonucuna ulaşmışlardır (Copp, 2000). Şekil 3.1’de yıkılan binalarda yaşam üçgeni örneği verilmiştir.



Şekil.3.1. Yaşam üçgeni alanı.

### 3.1. Kitaplık Prototipinin Yapılması

İstanbul’da bulunan bir devlet üniversitesi yapı ve denetim bölümü uzmanlarıyla görüşülerek kitaplık prototipine son hali verilmiştir.

Araştırmalarımız sonucunda kağıdın basınca karşı çok dayanıklı olduğu ve deformasyona uğramadığı tespit edilmiştir. Bu aşamadan sonra ideal bir yaşam üçgeni oluşturmak için uzmanlardan da aldığımız dönütler doğrultusunda kitaplık tasarımı çalışmalarına başlanmıştır. Uzmanlarla yaptığımız görüşmeler sonucunda kitaplığın özellikleri şu şekildedir;

- I. Kitaplığın sarsıntı sırasında devrilmemesi ve yeterli bir yaşam üçgeni oluşturması için 1m yüksekliğinde olacaktır.
- II. Kitaplığın ayakları olmayacak zemine sıfır seviyesinde yapılacaktır.
- III. Kitaplığın daha dengeli durabilmesi ve daha büyük kuvvetleri dengeleyebilmesi için kitaplık “L” şeklinde tasarlanmıştır.
- IV. “L” şeklindeki tasarım düz bir tasarıma göre daha ideal bir yaşam üçgeni oluşturacağı ve deprem sırasında devrilmemesi için uzmanlar tarafından önerilmiştir.
- V. Kitaplığın devrilme riskini azaltmak için kitaplık hem zemine hem de duvara sabitlenmelidir.
- VI. Kitaplıktaki kitaplar klasik olan dik şekilde değil, yatay bir şekilde dizilerek kayarak devrilmelerinin önüne geçilmiştir.
- VII. Kitaplıkta büyük boşlukların olması kitaplığın ezilerek yaşam üçgeninin oluşmasını zorlaştıracığı için kitaplıkta büyük boşluklar olmamalıdır.
- VIII. Kitaplığın hemen yanında kişi sayısına uygun bir şekilde tam donanımlı bir deprem çantası bulunmalıdır.
- IX. Kitaplığın üzerindeki alanda ve duvarda herhangi bir asılı eşya dolap vb olmamalıdır. Böylece deprem anında üzerimize düşerek yaralanmamızın önüne geçilecektir.
- X. Kitaplık evin dış cephesine mümkünse yol tarafına en yakın ve en uygun odaya yapılmalıdır böylece yardım daha çabuk gelecektir.

Tüm bu aşamalardan sonra sergiye de getirileceği düşünülerek kitaplığın prototipi hazırlanmıştır. Önce kendi imkanlarımızla sunta ile yapılmaya çalışılmış ancak kitapları

taşımadığı ve suntanın ince yapısından ötürü vidalama yapılamamıştır. Bu yüzden daha kalın bir malzeme kullanılması gerektiği anlaşılmıştır. Okulumuzda bu kalın malzemeyi kesebilecek uygun testere bulunmadığı için mahallemizde bulunan marangoza gidilmiş ve kesim-vidalama işlemleri güvenlik önlemleri alınarak burada birlikte yapılmıştır. Prototipin boyutları şu şekildedir; uzun kenarı 92 cm, kısa kenarı 40 cm, yüksekliği 38 cm ve derinliği 15 cm'dir. Şekil 3.2'de kitaplığın prototipi gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Kitaplığın prototipi.

### 3.2. Deprem Uyarı Sistemi

Deprem gece bizler uyurken de olabilir ya da ilk başta anlamayabiliriz. Bu yüzden sisteme bir uyarı sistemi eklenmiştir. Sistemde Arduino uno, titreşim sensörü, breadboard, buzzer, led ve bağlantı kabloları kullanılmıştır.

Deprem olduğu anda;

- i. Titreşim sensörünün deprem ile ortaya çıkan sarsıntıyı algılaması,
- ii. Titreşim sensöründen alınan veriyle ledin yanması ve buzzerın ses çıkarması,
- iii. Kişi/kişilerin hızlıca kitaplığa ilerleyerek cenin pozisyonu alması.

### 4. Yöntem

Bu araştırmada bilimsel yöntem ve mühendislik tasarım süreci birlikte kullanılmıştır. Çünkü araştırmada kontrollü deney ve kontrollü deneye bağlı yaşam üçgeni tasarımı yapılmıştır.

Yapılan deneyde;

**Bağımsız değişken:** Kullanılan malzemelerin cinsi.

**Bağımlı değişken:** Kullanılan malzemelerde oluşan deformasyon.

**Kontrol değişkenleri:** Pres makinesi.

Bu deneyde kullanılan beton  $15\text{cm}^3$  boyutlarında yasal olarak inşatlarda kullanılan 28 gün kürlendirilmiş C50 beton numunesidir. Deneyde kullanılan tuğla  $13,5'$ luk yatay delikli tuğladır ve  $13,5*19*19$  cm boyutlarına sahiptir. Deneyde kullanılan beton ve tuğla test merkezinden edinilmiş ve test edilmek üzere tüm standartlara uygundur. Kullandığımız kağıt

ise pres makinesine sığabilmesi için 210mm\*148.5mm boyutlarına sahip A5 kağıttır ve A5 boyutunda kağıtlar üst üste konularak 15 cm yüksekliğindedir.

Deney, proje danışmanı olan öğretmen ve test merkezinde bulunan görevli gözetiminde tüm güvenlik önlemleri alınarak araştırmacı tarafından yapılmıştır. Deney aynı koşullar altında iki defa tekrar edilmiş ve test sonuçları resmi, imzalı olarak dosyalanmıştır.

C50 beton numunesi, tuğla ve A5 kağıt ile yapılan testlere yönelik fotoğraflar Şekil 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Sırasıyla C50 beton, A5 kağıt ve tuğla basınç dayanım testi.

Yapılan testlerden sonra kullandığımız malzemelerde meydana gelen deformasyon Şekil 4.2'de gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Basınç dayanım testi sonrası malzemelerde meydana gelen deformasyon.

Test merkezinden aldığımız sonuçlar doğrultusunda kullandığımız malzemelerin basınç dayanım değerleri Tablo 4.1'de verilmiştir.

**Tablo 4.1.** C50 beton, tuğla ve A5 kağıda yönelik basınç dayanım değerleri.

Numune	Basınç Dayanımı (MPa)	Yük (kN)
Tuğla	4.6	112.6
C50 Beton	58.6	1318.5
A5 Kağıt	62.8	1937.6

Tablo 3.1'de gösterildiği üzere C50 beton 58.6 MPa basınçta kırılarak deformasyona uğramıştır. Tuğla 4.6 MPa basınçta kırılarak deformasyona uğramıştır. Kağıt ise 62.8 MPa basınçta en ufak bir deformasyona dahi uğramadığı tespit edilmiştir. Test sırasında kullanılan otomatik basınç test presinin maximum uygulayabileceği kuvvet 2000 kN'dur. Kağıda uygulanan kuvvet, pres makinesine zarar vermemesi için bu değerde manuel olarak uzman tarafından kapatılmıştır. Bu bağlamda kağıdın, uygulanan en üst kuvvet değerinde bile deformasyona uğramadığı ve 2.8 cm sıkıştığı tespit edilmiştir.

Kağıttan oluşan A5 boyutunda bir yüzey 1937,6 kN'luk bir kuvvet ve 62.8 MPa değerinde bir basınç karşısında deformasyona uğramamıştır. Bu bağlamda tasarlanması planlanan kitaplıkta bulunan her A5 boyutundaki bir yüzey; kuvvet bölü yerçekimi ivmesi hesabı ile  $1937600 \div 9,8$  en az 197714,286 kg'lık bir kütleyi dengeleyecektir. Bu değer için her A5 boyutunda bir yüzeyin yaklaşık 198 tonluk bir kütleyi dengeleyebileceğini söyleyebiliriz.

Depremlerde yıkılan binaların içinde yaşam üçgenlerini oluşturacağını düşündüğümüz kitaplıkların A ve B kenarlarının boyutlarına göre dengeleyebileceği en az kütle değerleri Tablo 4.2'de verilmiştir.

**Tablo 4.2.** L şeklinde tasarlanan kitaplığın boyutlarına göre dengeleyebileceği kütle miktarları.

	1. Alternatif	2. Alternatif	3. Alternatif	4. Alternatif
Kitaplığı A Kenarının Uzunluğu (cm)	105	105	147	210
Kitaplığı B Kenarının Uzunluğu (cm)	63	105	147	147
Kitaplığın Dengelediği En Az Kütle Miktarı (ton)	1.584	1.980	2.772	3.366

Kitaplar çeşitli boyutlarda olabilmektedir. Tablo 4.2'de bir kitabın A5 kağıt boyutlarında olduğu düşünülerek hesaplamalar yapılmıştır. A5 kağıdın boyu 21 cm, eni 14,85 cm'dir. Tablo 4.2'de birinci alternatif şu şekilde hesaplanmıştır; kitaplığın A kenarı, 21cm'lik uzunluğa sahip beş kitap yan yana yerleştirilerek 105 cm uzunluğunda ve 14,85 cm genişliğinde bir basınç dayanım alanı oluşturmuştur. Kitaplığın B kenarı da aynı şekilde üç kitap yan yana yerleştirilerek 63 cm uzunluğunda ve 14,85cm genişliğinde bir basınç dayanım alanı oluşturmuştur. Daha önceki kısımlarda yapılan hesaplamalara göre A5 kağıdı boyutunda bir yüzey en az 198 tonluk bir kütleyi dengelemektedir. Buna göre birinci alternatif sekiz A5 boyutu bir alan oluşturmakta ve en az  $8 \times 198 = 1.584$  ton'luk bir kütleyi dengeleyecektir.

İstanbul'da bulunan bir devlet üniversitesinin Yapı ve Denetim bölümü uzmanlarıyla yapılan görüşmeler sonucunda 110 m<sup>2</sup>'lik bir konutun ortalama 120 ton kütleyle sahip olacağı iki uzman görüşüyle belirlenmiştir. Tablo 3.2'de verilen değerlerden faydalanarak kitaplığın yapılacağı binada bulunan bir konutun üzerinde kaç kat olduğu ve her katta kaç daire olduğuna bakılarak hesaplama yapılabilir ve uygun kitaplık tasarlanabilir.

## 5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Depremlerde uzmanlar yaşam üçgenlerinin önemini vurgulamışlardır. Ancak önerilen yaşam üçgenleri sağlam eşyaların yanında durun demenin ötesine geçememektedir. Bu proje ile veriye dayalı bir yaşam üçgeni oluşturulmuştur. Hemen her evde bulunan kitaplıklar küçük bir dönüşümle güvenilir bir yaşam üçgenine dönüşmektedir. Deprem uyarı sistemi ile de insanlar uyarılacaktır. Böylece depremlerde çok sayıda insanın sağ kurtarılacağı düşünülmektedir. Bu ülkemiz için bir hayat meselesidir!

## 6. Uygulanabilirlik

Hemen her evde bulunan kitaplıklar küçük bir dönüşümle güvenilir bir yaşam üçgenine kolaylıkla dönüştürülebilir. Aynı zamanda farklı uzunluklarda çeşitli modellerde kitaplıklar üretilerek “Yaşam kitaplığı” gibi adlandırılarak ticari ürün haline gelebilir. Ülkemiz deprem kuşağında ve depreme dayanıklı olmayan çok fazla bina olduğu çeşitli araştırmalarla ortaya konulmuştur. Bu bağlamda projede geliştirilen kitaplık önem arz etmektedir.

## 7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Proje kapsamında yapılan çalışmaların iş-zaman çizelgesi Tablo 7.1’de gösterilmiştir.

**Tablo 7.1.** İş Zaman Çizelgesi

İşin Tanımı	AYLAR					
	Ocak-Şubat	Mart Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos
Problemin Belirlenmesi	X					
Literatür Taraması	X	X	X	X		
Deneyin Yapılması		X				
Verilerin Toplanması ve Analiz		X	X			
Kitaplık Tasarımının Yapılması			X			
Uzmanlarla Görüşmeler Yapılması		X	X	X		
Kitaplığın Revize Edilmesi				X		
Proje Raporu ve Yazımı				X	X	X

### Projenin tahmini bütçesi:

Kitaplık : 350 TL, Uyarı sistemi: 40 TL, Toplam: 390 TL

## 8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):

Projenin hedef kitle deprem riski bulunan bölgelerde yaşayan tüm insanlardır.

## 9. Riskler

Yapılan tasarım hayat kurtarmaya yöneliktir. Kitaplığın bulunduğu bölümde duvarda asılı nesnelere olmamalıdır. Aynı zamanda tavan kırıklı bir şekilde çökerse yine can kayıpları ve yaralanmalar olabilir. Kırıklı çökmelere karşı tasarım geliştirilebilir. Maliyet Tablo 9.1’de verilmiştir.

**Tablo 9.1.** Maliyet hesaplaması.

Kitaplık (92*40*38)cm	350 TL
-----------------------	--------

Arduino Uno	24TL
Titreşim sensörü	6TL
Buzzer	5TL
Led	0.25TL
Toplam	385,25TL

## 10. Proje Ekibi

**Takım Lideri:** Ömer Fidancı

**Görevi:** Projedeki tek görevli olarak tüm çalışmalarını yürütmüştür.

**Okulu:** Kadıköy Bilim ve Sanat Merkezi / 5.sınıf

**Tecrübe:** Daha önce robotik çalışmalar/yarışmalar ve çeşitli projelerde görev almıştır.

## 11. Kaynaklar

Akgüngör, Ç. (2013). SARSINTI BAŞLADIĞINDA: KİTLESEL AFET EĞİTİMİ VE DEPREM ANINDA BİREY DAVRANIŞI ÖRNEĞİ. *İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, (49).

AKOM (2009). İstanbul Olası Deprem Kayıp Tahminleri Raporu 2009, Erişim tarihi: 20.11.2019, [http://www.ibb.gov.tr/trTR/SubSites/DepremSite/Documents/C\\_%C4%B0STANBUL%E2%80%99UN%20OLASI%20DEPREM%20KAYIPLARI%20TAHM%C4%B0NLER%C4%B0-rapor.pdf](http://www.ibb.gov.tr/trTR/SubSites/DepremSite/Documents/C_%C4%B0STANBUL%E2%80%99UN%20OLASI%20DEPREM%20KAYIPLARI%20TAHM%C4%B0NLER%C4%B0-rapor.pdf)

Copp, D. (2000). Yaşam üçgeni. *Amerikan Hayatta Kalma Rehberi*.

Elazığ ve Malatya'da Müdahale ve İyileştirme Çalışmaları Sürüyor. (2020, Ocak 25). Erişim adresi: <https://www.afad.gov.tr/turkiye-elazig-icin-seferber-oldu>

KELEŞ, Ruşen (2002) Kentleşme Politikası. 7.Baskı, Ankara: İmge Kitabevi.

Kurultay, A. T. (2002). DEPREME KARŞI TOPLUMSAL HAZIRLIKTA EYLEM ODAKLI BİLGİ.

Lopes, R. (2004). Doug Copp tarafından 'yaşam üçgeni'ne Amerikan Kızılhaçı yanıtı.

Özdemir, Ü., Ertürk, M., Güner, İ., & Koca, M. K. (2001). İlköğretimde deprem ve depremin zararlarından korunma yollarının önemi. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 7(7).

Özdemir, Ü., Ertürk, M., Güner, İ., & Koca, M. K. (2001). İlköğretimde deprem ve depremin zararlarından korunma yollarının önemi. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 7(7).

TÜBİTAK (2020). Depreme Karşı Nasıl Hazırlıklı Olmalıyız, Erişim tarihi: 31.01.2020, <http://www.bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/depreme-karsi-hazirlikli-olmak-icin-neler-yapmalıyız>