

DESTANSI MÜHENDİSLİK FACİALARI

☢ SEAN CONNOLLY ☢

SEN DE YAP!

- ▶ Stadyum tasarla!
- ▶ Şemsiyeden fırın yap!
- ▶ Kendi Titanic'ini batır!



PEKİ AMA NEDEN?

- ▶ Çöken katedraller!
- ▶ Sallanıp duran köprüler!
- ▶ Devasa gökdelenler!

TARİHTEKİ EN FECİ MÜHENDİSLİK
HATALARINA DAYANAN

HEYECAN VERİCİ

33
DENEY!

**DESTANSI
MÜHENDİSLİK
FACIALARI**

DESTANSI MÜHENDİSLİK FACIALARI

© 2018, Tudem Eğitim Hizmetleri San. Tic. A.Ş.
1476/1 Sok. No:10/51 Alsancak-Konak/İZMİR

metin hakları © 2017, Sean Connolly
resim hakları © 2017, Pat Lewis

İlk baskı 2017 yılında A.B.D.'de *The Book of Massively Epic Engineering Disasters* adı ile Workman Publishing Company tarafından gerçekleştirilmiştir.

Bu kitabın telif hakları Kalem Ajans aracılığıyla alınmıştır.

YAZAR: Sean Connolly
RESİMLEYEN: Pat Lewis
TASARIM: Galen Smith
FOTOĞRAF ARAŞTIRMA: Angela Cherry
TÜRKÇELEŞTİREN: İpek Güneş Çığay
EDİTÖR: Ümit Mutlu
SON OKUMA: Canan Topaloğlu
GRAFİK UYGULAMA: Aynur Sarıbüyük

BASKI VE CİLT: Ertem Basım Yayın Dağıtım San. Tic. Ltd. Şti.
Eskişehir Yolu 40. Km. Başkent OSB 22. Cadde No:6 Malhköy/Ankara
Tel: 0 312 284 18 14

Birinci Baskı: Ekim 2019 (2000 adet)

ISBN: 978-605-285-259-0
Yayınevi sertifika no: 45041
Matbaa sertifika no: 16031

Tüm hakları saklıdır. Bu yayının hiçbir bölümü, telif hakkı sahibinin önceden yazılı izni olmaksızın tekrar üretilemez, bir erişim sisteminde tutulamaz, herhangi bir biçimde elektronik, mekanik, fotokopi, kayıt ya da diğer yollarla iletilemez.

DESTANSI MÜHENDİSLİK FACIALARI



SEAN CONNOLLY

tudem

*Bana sađlam bir temel kazandırarak
hayatla baş etmemi sađlayan
ailemin anısına...*

Ünlü bir şarkının sözleri şöyledir:

“Ne acayip ve uzun bir yolculuktu bu...”

Bu sözler, bu kitaptaki olayları da başarıyla anlatıyor
aslında: tapınaklar, stadyumlar, savaş alanları, buharlaşan
göller... Çünkü aslında bu kitap, iki bin yıllık bir süreçte
yazıldı... (Tamam yahu, kitabın *kapsadığı* süreç
iki bin yıl yani!)

Böylesi bir yolculuk, elbette iyi rehberler gerektirir.
O yüzden ben de, kitabıma ilham veren nice başarı ve
beceriksizliğe imza atmış mimarlara, mühendislere ve
inşaatçılara minnettar olduğumu söylemeliyim.

Onların çalışmaları olmasaydı bu sayfaları
dolduracak malzemeyi asla bulamazdım.

Teşekkürler.

BÖLÜMLER



Başlarken 10

1. BÖLÜM

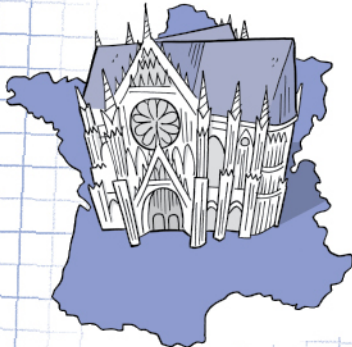
RODOS HEYKELİ	15
DENEY 1 Sarsıntının Dibi	20
DENEY 2 Sakın Kıpırdama!	24

2. BÖLÜM

FIDENAE STADYUMU ÇÖKÜYOR	29
DENEY 3 Bodrumdan Yukarı	34
DENEY 4 Olasılıkları Tartmak	38

3. BÖLÜM

PİSA'NIN EĞİK KULESİ	43
DENEY 5 Devrilecek mi?	48
DENEY 6 Batıyor!	50



4. BÖLÜM

ÇÖKEN KATEDRAL	55
DENEY 7 Yükseklerde Uçmak	60



5. BÖLÜM

TAY KÖPRÜSÜ FACIASI	63
DENEY 8 Rüzgâr Yüğü	68
DENEY 9 Çatır Çatur... ..	72

6. BÖLÜM

"BATMAZ" DENEN TITANIC	75
DENEY 10 Suyun Yüzeyinde Kalmak	80
DENEY 11 Doldu Taştı!	84

7. BÖLÜM

BOSTON'DAKİ MELAS SELİ	89
DENEY 12 Baskılara Göğüs Germek	94
DENEY 13 Melas Kadar Yavaş mı Dedin?	98

8. BÖLÜM

HINDENBURG YERE ÇAKILIYOR	101
DENEY 14 Statik Deme Bana!	106
DENEY 15 Alevler İş Başında	109

9. BÖLÜM

TACOMA NARROWS KÖPRÜSÜ	113
DENEY 16 Sönümleme Taktikleri	118

10. BÖLÜM

SHERMAN TANKLARI YOLDA KALDI . . .	123
DENEY 17 Filin Ayak İzi	128

11. BÖLÜM

"LADİN KAZ" UÇUYOR	133
DENEY 18 Basınç Düşüşü	138
DENEY 19 Sürükleniyoruz!	141

12. BÖLÜM

KONTRPLAK GÖKDELEN	145
DENEY 20 Sıcak ve Soğuk Esinti	150
DENEY 21 Sallanmaca	154

13. BÖLÜM

LASTİĞİN YAPIŞKANI AÇILINCA	159
DENEY 22 Korozyon Hasarı	164
DENEY 23 Fırladı Gitti!	168

14. BÖLÜM

EYVAH! GÖL ORTADAN KAYBOLDU! . . .	173
DENEY 24 Vahşi Burgaç	178

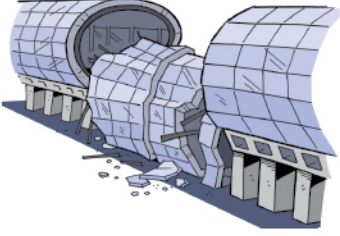
15. BÖLÜM

SINCLAIR C5 YOLDA KALİYOR	183
DENEY 25 "Geniş Açıdan" Bakmak	188
DENEY 26 Yukarı ve İleri mi?	192

16. BÖLÜM

EXXON VALDEZ PETROL SIZINTISI 197

DENEY 27 Çift Gövde 202



17. BÖLÜM

**PARİS HAVALİMANI
ÇÖKÜYOR** 207

DENEY 28 Metal Genleşmesi . . . 212

18. BÖLÜM

ŞİLİLİ MADENCİLER KURTULUYOR 215

DENEY 29 Hedeften Şaşma 220

19. BÖLÜM

METRODOME SÖNÜYOR 225

DENEY 30 Basınç Yükseliyor 230

DENEY 31 Neden Kubbe? 233

20. BÖLÜM

KÖTÜ ŞÖHRETİ "GÖKYAKAN" 237

DENEY 32 Yansıtıyor mu, Soğuruyor mu? 242

DENEY 33 Şemsiye Fırın 246

Sonsöz 251

Deney Rehberi 252

BAŞLARKEN

“Mükemmel bir kule yaptın! Harika kolonları var! Tam olması gereken yükseklikte ve kullandığın beyaz mermer de son derece havalı! Yalnızca... ufacık bir sorun var: *eğik* duruyor. Hatta o kadar eğik ki insanlar ona Pisa'nın Eğik Kulesi adını taktı.”

“Ha, o mu? Yok yahu, sorun değil. Kule anca oturuyor yerine. Birkaç yıl sonra kendi kendine düzelir...”



Pisa Katedrali'ne ait çan kulesinin nihayet tamamlandığı Orta Çağ'da, buna benzer bir konuşma yaşandığını hayal etmek zor değil.

Fakat kule, aradan geçen yüzyıllar boyunca, endişe verici şekilde eğilmeyi sürdürdü. Oysa, mühendislik bölümünün yapacağı iyi bir planlamayla bu eğilmenin önüne geçmek çok kolay olurdu.

KÖTÜ NE KADAR KÖTÜDÜR?

Pisa Kulesi'nin bir mühendislik felaketi olduğunu iddia etmek doğru olur mu? Aslında tam tersini söylemek bile mümkün, çünkü bu sayede Pisa kenti bir turist merkezi hâline geldi. Sonuçta, “Bologna'nın dimdik yükselen kulesini” ya da “Napoli'nin kusursuz dik açılı sütununu” görmek için kimsenin koştuğu yok! Ama Pisa Kulesi'nin de... birazcık... eh, *utanç verici* olduğu, su götürmez bir gerçek galiba.

Pisa Kulesi, *Destansı Mühendislik Faciaları*'nda rastlayacağın “yok artık!” dedirten tek örnek değil. Örneğin... üstü açık, elektrikli bir araç olan “Sinclair C5”in, *yağmurlu* bir kış gününde

halka tanıtılması? Ya da, *Ladin Kaz* adındaki, gelmiş geçmiş en pahalı ve en büyük uçaklardan birinin yalnızca tek sefer uçabilmesi ve o zaman da sadece –sıkı dur–



21 metreye yükselebilmesi? Peki ya, mühendislerin yanlış bir yeri delmesi yüzünden, koskoca bir gölün, tıpası çekilmiş banyo küveti gibi hızla boşalıp gitmesi!?

Tüm bunlar, son derece zararsız ve neredeyse komik görünüyor. Ama mühendislik hataları sık sık ölümcül sonuçlara da neden oluyor. Örneğin, günümüzden iki bin yıl önce İtalya'da gelişigüzel inşa edilen ahşap kolezyumun çökmesi, binlerce can kaybına yol açmıştı. *Titanic* gemisinin 1912'de feci şekilde batması da zayıf mühendisliğin bir sonucuydu. Hatta Boston'da 1919 yılında meydana gelen ölümcül melas seli bile (evet, melas seli), sıvıların yüksek basınç altındaki davranışlarına dikkat etmeyen mühendislerin hatasıydı.

DOĞRU SORULARI SORMAK

İlerleyen sayfalarda, Antik Çağlar'dan başlayıp 21. Yüzyıl'a uzanan dönemde meydana gelmiş, yirmi mühendislik faciasını inceleme fırsatı bulacaksın. Dikkatini versen iyi olur, çünkü senin görevin, bu hataların bir daha yapılmamasını sağlamak!

Her bölümde, önce durumu güzelce anlatacak ve felaket kapıyı çaldığında ortamın tam olarak nasıl olduğunu kavramanı sağlayacak kısa bir giriş açıklaması göreceksin. Ardından, "Peki Sorun Neydi?" kısmında, olayı daha ayrıntılı inceleme fırsatı bulacaksın ve söz konusu mühendislik talihsizliğinin nedenini –ve bedelini– içeren tüm hikâyeyi öğreneceksin.

Bu bilgilerle donandıktan sonra, “Zamanı Geriye Almayı” deneyeceğiz. Eğlencemiz de işte tam bu noktada başlayacak. Olayın perde arkasını görerek, yalnızca *neler* olduğunu değil, felaketin *nasıl* meydana geldiğini de keşfedeceksin. “Nasıl” sorusu, mühendisliğin özüdür. İlerleyişin her adımında işin nasıl değişebileceğini ya da farklı biçimde ele alınabileceğini göreceksin. Bunlar, mühendislerin her gün baş etmek zorunda olduğu konulardır.

Mühendislik, elbette, bir şeyler inşa edip yapmak ve bunların düzgünce çalışmasından sorumlu olmaktan ibarettir. Ancak tüm bunları yaparken, merakını kullanıp sorular sormayı da gerektirir. Başarılı bir projenin ardında, aslında bir dolu soru cümlesi bulunur: “Peki ya şöyle olursa?”, “Ya buna ne demeli?” “Neden böyle olmasın?”... Kitabın bu kısmında, bu soruların bazılarını inceleme olanağı bulacaksın. Ve her bölümün sonunda, senin de kafanda sorular belirecek. Alacağın yanıtlar seni epey şaşırtabilir!

TOP SENDE

Her bölümde, facianın başrolünde yer alan bilimsel prensibi evinde bizzat gözlemlemeni sağlayacak bir ya da iki deney yer alıyor. Kendini bir anda hava basıncı, ısı değişiminin neden olduğu sorunlar, kütle merkezi ya da sismik dalgalar üzerine deneyler yaparken bulabilirsin! Hatta, Newton’un Hareket Yasaları’na uymayan sıvıları gözlemleyebileceğin havalı bir deney bile var! (Ama uyardı deme: İşin sonunda tavana diş macunu yapışabilir!)

GEREKENLER

Deneyde lazım olacak malzemelerin hepsi burada listelenecek. Gerekenler, genelde evde bulabileceğin eşyalar olacak.

YÖNTEM

Deneyi nasıl gerçekleştireceğini burada madde madde göreceksin ve tıpkı yemek pişirir ya da maket yapar gibi kolayca uygulamaya geçebileceksin.

NE ÖĞRENDİN?

Burada, yaptığın deney ile iş başındaki temel bilimsel prensipler arasındaki bağı kurma şansını bulacaksın.

AMAN DİKKAT!

Deney sırasında dikkat etmen gereken şeyler, yani ateş kullanımı, keskin nesnelere ya da diğer olası riskler konusundaki uyarılar burada yer alacak.

BAŞLAMAYA HAZIR MISIN?

Unutma! Bu kitap, sorunun kökenine inmek ve felaketi önlemek için uygulaman gereken mühendislik ilkelerini anlatıyor. Aklın, yeni edindiğin bilimsel bilgiler ve elbette deneyler, sana büyük avantaj sağlayacak.

O hâlde, mühendislik yapmaya başlayalım artık!





RODOS HEYKELİ

Geminin güvertesinde sin. Karşında uzanan karayı ve şehrin silüetini izliyorsun, nabzın hızlanıyor. Nefes kesici gökdenlere ev sahipliği yapan bu şehri, hem de daha önce hiç görmediğin hâlde, gayet iyi biliyorsun; çünkü bu yüksek kuleler ve "beton devler" yalnızca tek bir yere ait olabilir... New York'a artık varmış olmalısın. Zaten, içinde beliren ufak kuşku kırıntıları da, elinde meşale tutan devasa kadın heykelinin yanından geçerken uçup gidiyor.

New York Limanı'nın dünyaca ünlü muhafızı, Özgürlük Heykeli'nden başkası değil elbette. Kaidesi de en az kendisi kadar yüksek olan bu 50 metrelik heykel, Amerika Birleşik Devletleri'nin ve onun özgürlüğünün en güçlü simgesi.

Fakat bu ulu hanımefendinin bir adı daha var: Yeni Rodos Heykeli. Şimdikiyle neredeyse aynı boyda olan özgün Rodos Heykeli, Ege Denizi adalarından biri olan Rodos'un liman girişini koruyordu. İki bin yıldan daha önce inşa edilen Rodos Heykeli, M.Ö. 226 yılında meydana gelen depremde yıkılana kadar 60 yıl boyunca ayakta kaldı. Acaba antik mühendisler, Dünya'nın Yedi Harikası'ndan biri olan bu devasa heykeli korumak için bir şey yapabilir miydi?

PEKİ SORUN NEYDİ?

Yunan adalarından biri olan Rodos, Akdeniz'in doğusunda, ülkemizin ise güneybatı kıyılarının hemen yakınında yer alır. Büyük İskender, M.Ö. 332 yılında adayı fethettiğinde, Rodoslular onu ve Yunan tarzı yaşamını olumlu karşılamıştı. O kadar ki, İskender'in M.Ö. 323 yılındaki ölümünün ardından, onun

generallerinden biri olan ve uzun bir iç savaşın ardından tahta çıkan Ptolemaios'u desteklemek adına Mısır'a dâhil oldu-

lar. M.Ö. 305'te, Ptolemaios'un ezeli rakibi Antigonus, Rodos'u ele geçirmesi için oğlu Demetrius'u yolladı. Demetrius'un 40 bin kişilik ordusunun, Rodos surlarına saldırmak için kullanacağı devasa bir taşınabilir kulesi vardı. Fakat kule, aniden çıkan bir fırtınada yerle bir oldu. Yapılan ikinci dev kuleyi ise Rodoslular yıktı: Kuleyi balçığa gömmeyi başardılar. Sonunda, Rodos'a destek için Mısır'dan gönderilen gemilerin adaya varmasının da an meselesi olduğunu bilen Demetrius, kaçma zamanının geldiğini anladı ve pılını pırtını toplayıp tüydü.

Rodos sakinleri, bu zaferin mimarının, baştanrıları Helios olduğuna inanıyor-

du. O hâlde, zaferi unutmamak adına, limanı koruyan devasa bir Helios heykeli dikilmesinden daha iyi ne olabilirdi?

Rodos Heykeli'nin yapımı büyük olasılıkla M.Ö. 292 yılında başladı ve yaklaşık on iki yıl sürdü. Heykel, yirmi metre genişliğinde mermer bir kaidenin üzerine oturtuldu. Demir çubuklarla kurulan iskeletin üstü, "cildi" meydana getiren bronz



DÜNYANIN YEDİ HARİKASI

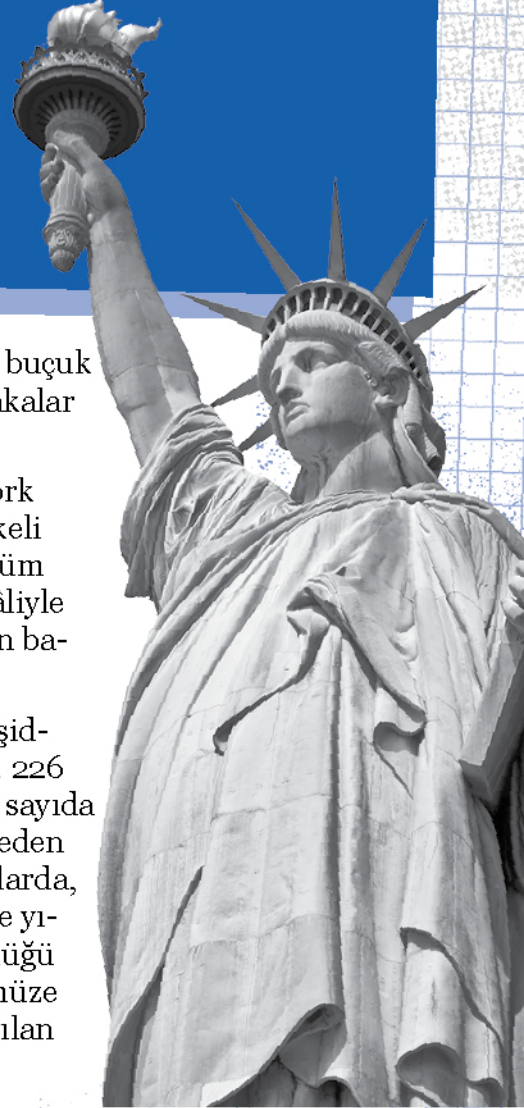
Antik zaman gezginleri, Rodos Heykeli'ni, her biri insan elinden çıkma birer mühendislik mucizesi olan Dünyanın Yedi Harikası'ndan biri olarak görmüştür. Diğerleri ise şunlardır:

- Mısır Piramitleri (Mısır)
- Babil'in Asma Bahçeleri (Irak)
- Artemis Tapınağı (Türkiye)
- Zeus Heykeli (Yunanistan)
- Halikarnas Mozolesi (Türkiye)
- İskenderiye Feneri (Mısır)

plakalarla kaplandı ve her biri bir buçuk metre kare büyüklüğündeki bu plakalar birbirine perçinle tutturuldu.

Yapımı biten heykel, tıpkı New York Limanı'nı koruyan Özgürlük Heykeli gibi, Rodos Limanı'nın girişinde tüm heybetiyle dikiliyordu artık. Bu hâliyle yüzyıllar boyunca Rodos'a tepeden bakacakmış gibi de duruyordu...

Fakat öyle olmadı. Bölgeyi vuran şiddetli bir deprem sonucunda, M.Ö. 226 yılında, heykel yerle bir oldu. Çok sayıda bina ve tapınağın da çökmesine neden olan bu deprem için tutulan kayıtlarda, heykelin, dizlerinden koparak yere yıkıldığı ve binlerce parçaya bölüdüğü yazar. Rodos Heykeli'nden günümüze kalan tek şey, liman çevresine yayılan yıkıntılardır.





yanacak şekilde tasarlarlar. Depremın neden olduğu hasarın büyük kısmı, yer kabuğunun ileri-geri salınımından kaynaklanır; dolayısıyla mimarlar da, yapıların temellerine, yerin bu yatay atımlı hareketinin etkisini azaltacak olan “şok emiciler”, yani “sönümleyiciler” eklerler. Tıpkı araba tamponları gibi... Böylece bina, depremden çok daha az etkilenir.

Uygulanan diğer teknikler de son derece mantıklıdır: Yeni binalarda, özellikle de çatılarda, çok daha hafif malzemeler kullanılır. Düşünsene... Deprem sırasında duvarlar sallanmaya başladığında, kim *beton* bir çatının altında bulunmayı ister ki?

Peki acaba, o dönemdeki mühendisler, depremle baş etme yolları konusunda gerçekten de bu kadar bilgisiz miydi? Binlerce yıl önce inşa edilmiş diğer heykelleri düşün... Mısır'ın heybetli Sfenks'i ezelden beri orada duruyor gibidir. Ya da, Yunanistan'ndaki Zeus Heykeli de bir sürü deprem atlattır ve ahşap kaidesi bir yangında kül olana kadar, neredeyse bin yıl boyunca ayakta kalmıştır.

Peki, neden özellikle *bu* iki heykel? Çünkü bu ikisi, ağırlığı tabana yayan bir biçimde, *oturma* pozisyonunda inşa edilmişti. Yani tüm ağırlığı yalnızca *iki ayak* tarafından desteklenen Rodos Heykeli'nden epey farklılardı.

SARSINTININ DİBİ

Bu deney sana, inşaat mühendislerinin, bilinen güçlere karşı yapılarını nasıl sınaadığını tattırarak. (Yani... bu "tadı", deneyin sonunda alacaksın aslında.) Tokyo ve San Francisco'daki yeni binalar farklı şiddetteki depremlere dayanacak şekilde yapılır. Mühendislerin böyle tasarımları nasıl yaptığını bu deney sayesinde sen de görebileceksin.

GEREKENLER

- **Hazır jöle karışımı (Beş paket kadar)**
- **Su**
- **20x25 cm ölçüsünde ve en az 5 cm derinliğinde üç fırın tepsisi**
- **Kürdan (en az yüz yirmi adet)**
- **Üç arkadaş**
- **Mini marshmelovlar (iki paket kadar)**

YÖNTEM

1 Deneyden önceki gece, jöle karışımını üç tepsiyi dolduracak şekilde suyla karıştırıp hazırla. Karışımları bir gece buzdolabında beklet.





HINDENBURG ZEPLİNİNİ YANMAYA
KARŞI KORU!

ŞİLİLİ MADENCİLERİ
GÖÇÜKTEN ÇIKAR!

PİSA KULESİ'Nİ YIKILMAKTAN
KURTARI!

İŞTE SANA BİRBİRİNDEN “YAPICI” 33 ADET MÜHENDİSLİK DENEYİ.

Ünlü transatlantik *Titanic* neden battı? Buzdağına çarptığı için mi? Yoksa bambaşka sebepleri de yanında taşıyan, çok daha derin olaylar yüzünden mi? Peki, Dünyanın Yedi Harikası'ndan biri olan Rodos Heykeli, nasıl ve niçin yıkıldı gitti?

Tabii ki hatalı mühendislik uygulamaları yüzünden!

İlk Çağ'dan günümüze kadar, tarihte yaşanan en büyük 20 mühendislik faciasını bir araya getiren bu harika kitap, yıkılan kulelerden, çöken köprülerden, uçamayan uçaklardan ve gidemeyen tanklardan bahsetmekle kalmıyor; tüm bu olayların ardında yatan bilimsel ve teknik gerçekleri, yalın bir dille de açıklıyor. Üstelik birbirinden eğlenceli tam 33 deneyle, bunları bizzat tecrübe edip kavramanı da sağlıyor. Eh... hadi o zaman, taslakları hazırla!

EBEVEYNLER, DİKKAT!

İşler ters gittiğinde, yaşananların nedenini anlama isteği bizim insani dürtümüdür. Merak, bizi ilerleten en büyük unsurdur. Bu kitaptaki özenle hazırlanmış deneyler de, çocuklarınızın zihinlerinde yeni ufuklar açacak ve olayların ardını bilimsel yolla görmelerini sağlayacak. O yüzden, bazı deneylerde etraf biraz kirlenecek olursa... bunun insanlık için büyük bir adım olduğunu unutmayın!



ISBN: 978-605-285-259-0



9 786052 852590

Türkçeleştiren: İpek Güneş Çığay

www.tudem.com

[f](https://www.facebook.com/tudem) [i](https://www.instagram.com/tudem) [y](https://www.youtube.com/tudem) [t](https://www.tiktok.com/tudem) tudemyayingrubu