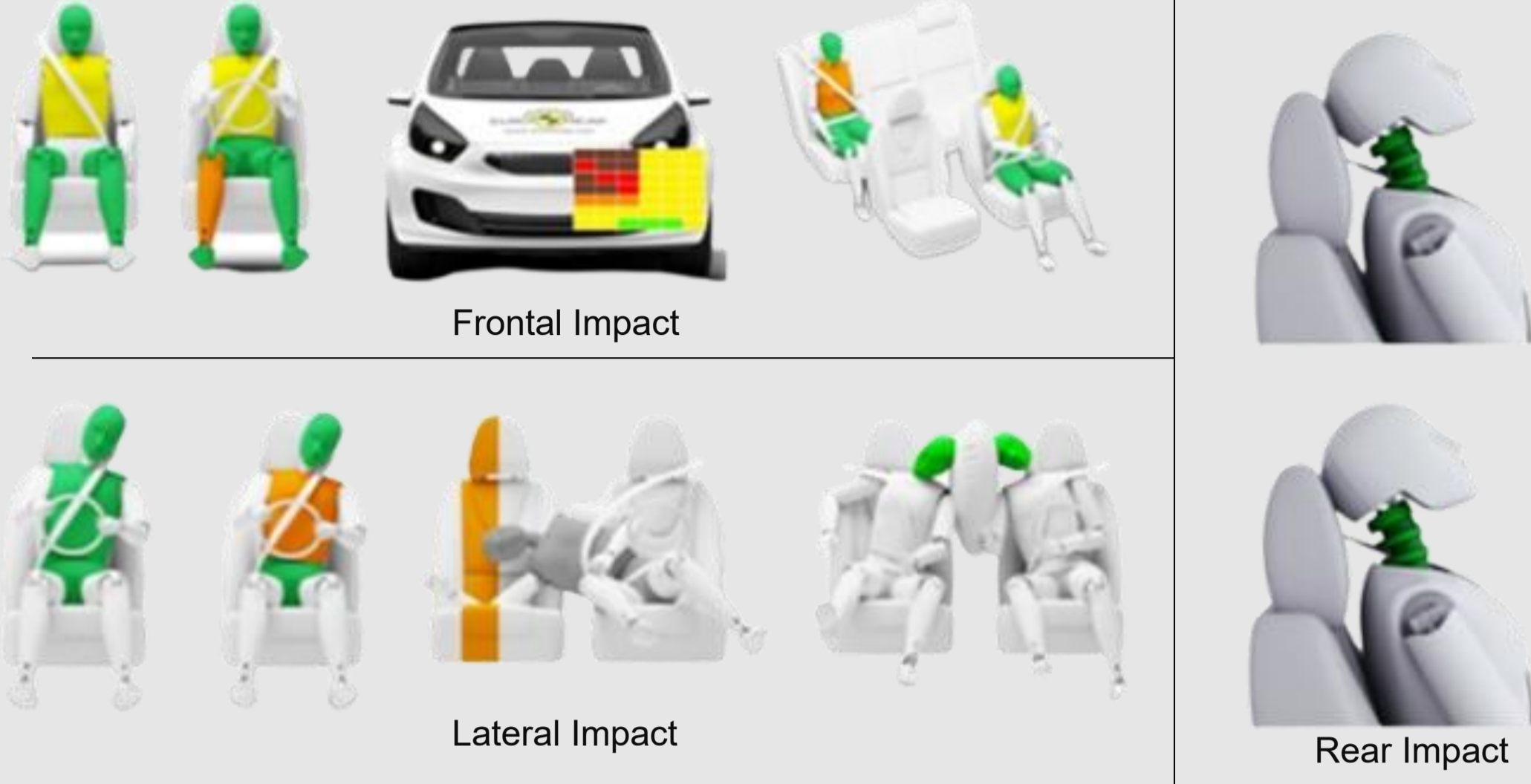


Euro NCAP Çarpışma Testleri ve Güvenlik Standartlarının İncelenmesi

Euro NCAP (European New Car Assessment Programme), binek araçların pasif ve aktif güvenlik performansını standartlaştırılmış çarpışma testleri ve güvenlik destek sistemleri değerlendirmeleri aracılığıyla analiz eden bağımsız bir tüketici bilgilendirme programıdır.

Araçlar, yetişkin yolcu, çocuk yolcu, savunmasız yol kullanıcıları ve güvenlik destek sistemleri başlıkları altında değerlendirilerek beş yıldızlı bir güvenlik derecelendirmesi ile sınıflandırılır.

Elde edilen sonuçlar, araçların güvenlik seviyelerinin doğrulanması ve kamuoyunun bilgilendirilmesi amacıyla yayımlanmakta olup, üreticiler tarafından aynı zamanda ürün geliştirme ve pazarlama süreçlerinde de kullanılmaktadır.

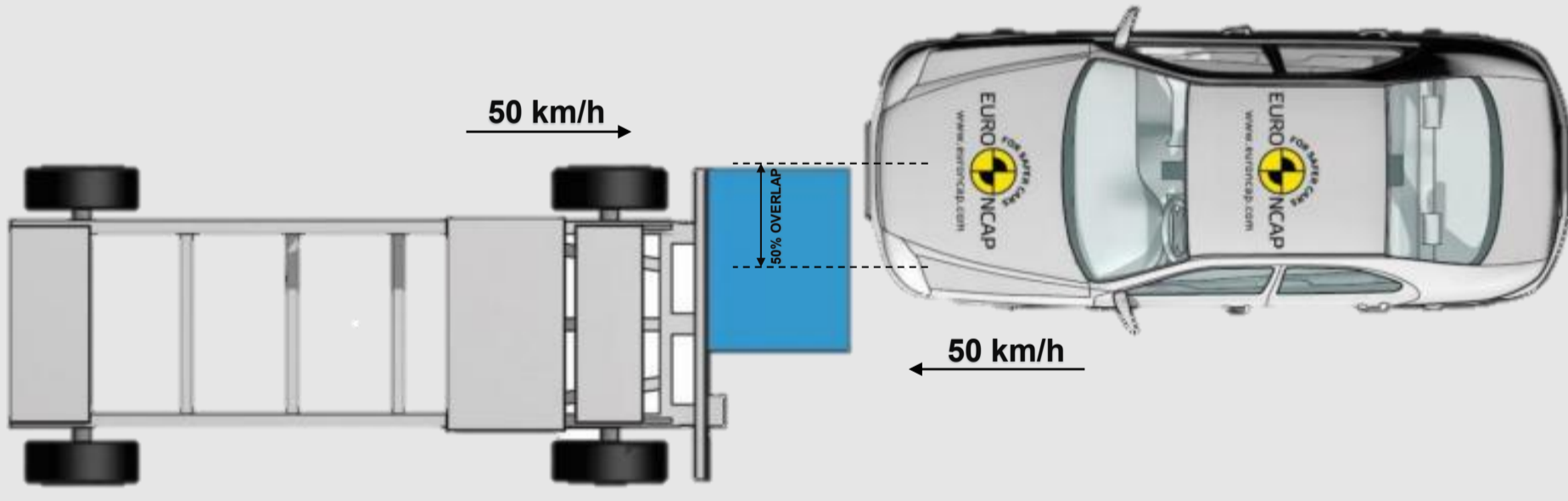


Frontal Impact

Frontal çarpışmalar, trafik kazalarında ciddi yaralanma ve ölümlerin en sık görüldüğü kaza türlerinden biri olması nedeniyle, araç güvenliği açısından kritik öneme sahiptir. Bu nedenle, Euro NCAP değerlendirme protokolleri kapsamında frontal çarpışma güvenliği iki temel test yöntemi aracılığıyla sistematik olarak analiz edilmektedir.

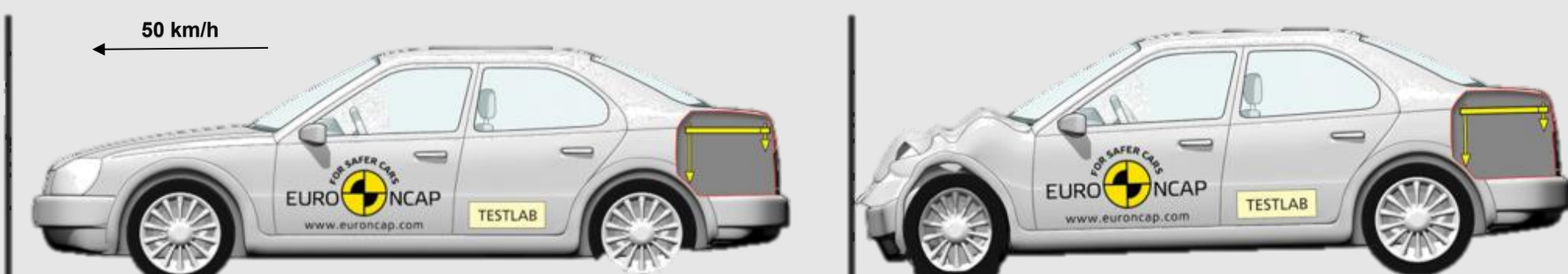
MPDB (Mobile Progressive Deformable Barrier)

- Gerçek kazalarda sık görülen orta hızda ve %50 offsetle önden çarpışmaları temsil eder.
- Araç, 50 km/h hızla 1400 kg kütleli progresif deformable bariyer taşıyan trolley ile çarpışır.
- Bariyer, deformasyon ilerledikçe kademeli olarak sertleşen bir yapıya sahiptir.
- Sürücü koltuğuna THOR – 50th percentile erkek, yolcu koltuğuna Hybrid III – 50th percentile erkek mankenleri, arka koltuklara Q6 ve Q10 çocuk mankenleri yerleştirilir.
- Test; enerji emilimi, yolcu kabini bütünlüğü ve pasif emniyet sistemlerinin performansını değerlendirir.
- Baş, boyun, göğüs, pelvis ve alt ekstremitelerden ölçülen yaralanma kriterleri esas alınarak aracın pasif güvenlik performansı değerlendirilir ve Euro NCAP derecelendirmesine katkı sağlanır.



FW (Full Width Rigid Barrier)

- Araç ön yapısının yüksek rijitlikte olması, baş ve alt ekstremitelerdeki yaralanmalarını azaltmakla birlikte, çarpışma sırasında gövde yavaşlamalarını artırarak özellikle küçük ve yaşlı yolcular için göğüs yaralanması riskini yükseltebilir.
- Bu etkiyi değerlendirmek amacıyla araç, 50 km/h hızla ve %100 offset ile rijit bir bariyere (Rigidwall) çarpıtılır.
- Ön ve arka koltuklara Hybrid III – 5th percentile kadın mankenleri yerleştirilir.
- Test; emniyet kemeri ve hava yastığı gibi pasif emniyet sistemlerinin performansını değerlendirmeye odaklanır.
- Baş, boyun ve özellikle göğüs bölgesinden ölçülen yavaşlama ve yer değiştirme değerleri temel alınarak, küçük ve yaşlı yolcuların çarpışma güvenliği analiz edilir ve Euro NCAP derecelendirmesine katkı sağlanır.

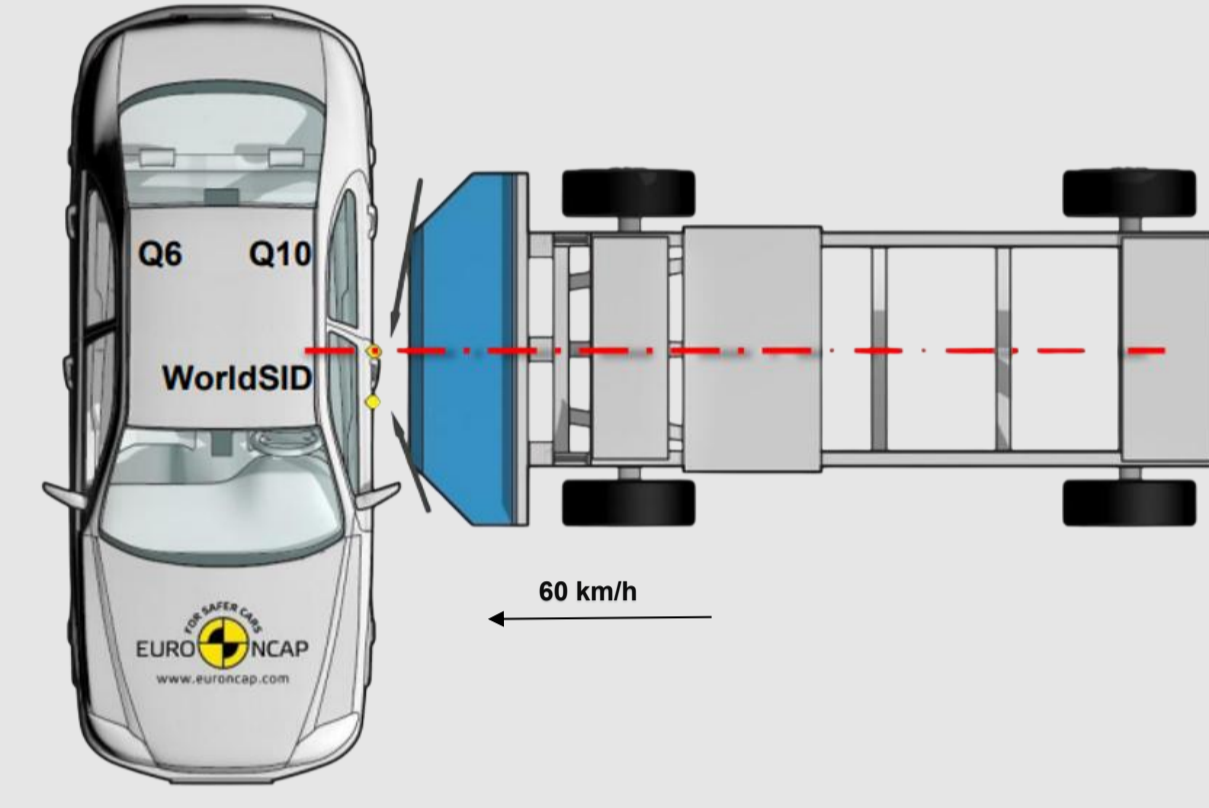


Lateral Impact

Yandan çarpışmalar, araç gövdesinin darbe yönünde sınırlı enerji emme kapasitesine sahip olması nedeniyle, önden çarpışmaları takiben ciddi yaralanma ve ölümlerin en sık görüldüğü ikinci kaza türünü oluşturmaktadır. Bu çarpışmalarda baş ve göğüs yaralanmaları ön plana çıkmaktadır.

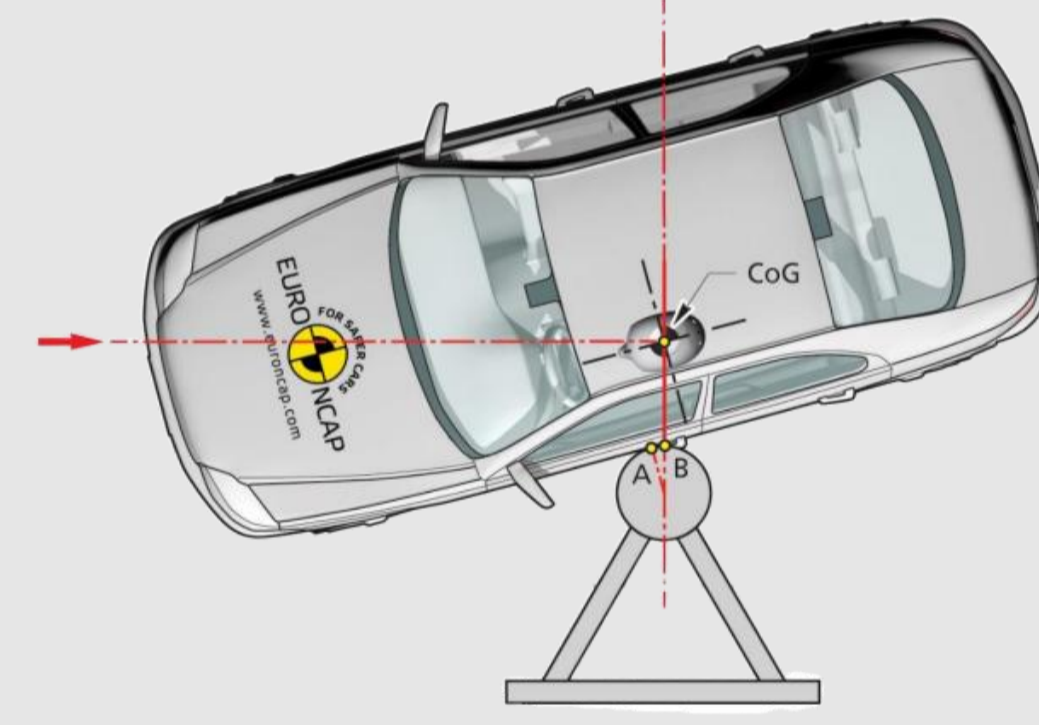
Side Mobile Barrier

- Testte, trolley üzerine monte edilmiş deforme olabilen bariyer, sabit durumdaki test aracının yan tarafına 60 km/h hızla çarpıtılmaktadır.
- Sürücü koltuğunda WorldSID 50th percentile erkek mankeni, arka koltuklarda ise çocuk mankenleri konumlandırılmaktadır.
- Orta hava yastığı bulunan araçlarda, yolcular arası etkileşimin değerlendirilmesi amacıyla manken konfigürasyonu genişletilebilmekte ve ilave ölçümler alınabilmektedir.
- Değerlendirme; baş, göğüs ve pelvis bölgelerine ait yaralanma kriterlerinden ölçülen değerler esas alınarak gerçekleştirilmektedir.
- Elde edilen sonuçlar, B-sütunu yapısal dayanımının, yan ve orta hava yastıklarının ve enerji emici yan yapı tasarımlarının geliştirilmesini teşvik etmekte; hava yastığı açılma zamanlamasının yan çarpışma korumasındaki rolünü ortaya koymaktadır.



Side Pole

- Side Pole testi, sürücünün kontrol kaybı sonucu aracın yan hareket ederek sert ve dar bir direğe çarpmasıyla meydana gelen kazaları temsil etmektedir.
- Testte araç, yaklaşık 32 km/h hızla, direğe dik açıya yakın küçük bir açıyla çarpıtılmaktadır.
- Ön koltuklarda WorldSID 50th percentile erkek yan darbe mankenleri kullanılmaktadır; orta hava yastığı bulunan araçlarda iki manken, bulunmayan araçlarda ise tek manken ile test gerçekleştirilmektedir.
- Değerlendirme, darbe alanının sınırlı olması nedeniyle özellikle baş ve göğüs bölgelerinden ölçülen yaralanma kriterlerine odaklanmaktadır.
- Test sonuçları, perde hava yastıkları ve koltuğa entegre yan hava yastıklarının sürücü ve ön yolcu güvenliği açısından kritik rolünü ortaya koymakta ve Euro NCAP derecelendirmesine katkı sağlamaktadır.

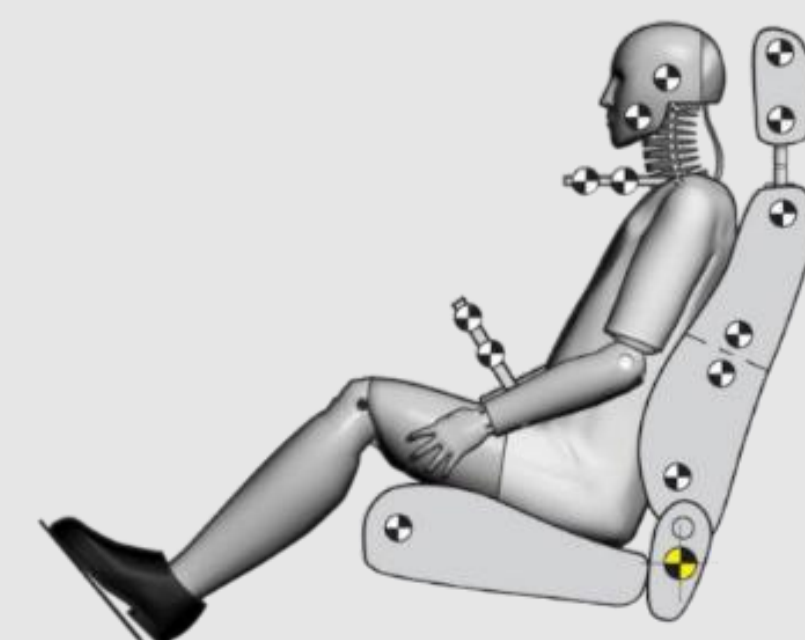


Rear Impact

Arka darbe testleri, düşük hızlı arkadan çarpışmaları simüle eder ve bu tür kazalar boyun sarsıntısı (whiplash) yaralanmalarının başlıca nedenini oluşturur.

Whiplash

- Whiplash yaralanmaları, omurganın hızlı ve aşırı hareketi/deformasyonu sonucu oluşur ve düşük hızlı arkadan çarpışmalarda yaygın olarak görülür.
- Koltuklar ve baş dayanakları, BioRID-II arkadan çarpma mankeni kullanılarak 16–24 km/h hız aralığında sled (kızak) testleri ile değerlendirilir.
- Testlerde baş dayanağı geometrisi ve dinamik performans değerlendirilir; aşırı baş hareketi sınırlandırılır.
- Amaç, gerçek kazalarda yolcuları etkili şekilde koruyan koltuk ve baş dayanağı tasarımlarını teşvik etmektir.



KAYNAKLAR

- <https://www.euroncap.com/en/car-safety/the-ratings-explained/>
- <https://www.euroncap.com/en/for-engineers/protocols/general/>
- <https://www.euroncap.com/en/for-engineers/protocols/2026-protocols/>

Euro NCAP Testlerinde Kullanılan Çarpışma Mankenleri (Crash Dummies)

Crash Test Dummy (ATD) Nedir?

Crash Test Dummy'ler (ATD – Anthropomorphic Test Device), bir çarpışma sırasında insan vücudunun kinematik davranışını ve maruz kaldığı yükleri temsil etmek üzere tasarlanmış, sensörlerle donatılmış test cihazlarıdır.

ATD'ler; kafa, boyun, göğüs ve pelvis gibi ana vücut bölgelerinde insan benzeri kütle, rijitlik ve mafsal özelliklerine sahiptir. Bu sayede çarpışma esnasında ivme, kuvvet, moment ve göğüs deformasyonu gibi büyüklükler ölçülerek araç yapıları ve pasif güvenlik sistemlerinin performansı değerlendirilmektedir.

Dummy'ler, farklı çarpışma senaryolarında farklı vücut ölçülerini doğru şekilde temsil edebilmek amacıyla çeşitli tiplerde geliştirilmiştir.

Percentile	Boy (cm)	Kilo (kg)
5th Female	152 - 155	50 – 52
50th Male	175	78
95th Male	188 – 190	100 - 102

Güncel Euro NCAP değerlendirmelerinde kullanılan ATD'ler genel olarak frontal çarpışma dummyleri, yan darbe dummyleri, whiplash dummyleri ve çocuk dummyler olarak sınıflandırılmaktadır.



Frontal Impact Dummy'leri

Frontal çarpışma dummy'leri, önden çarpışmalarda insan vücudunun hareketini ve maruz kaldığı yükleri temsil etmek amacıyla geliştirilmiştir.

- **THOR-50M:** 2020'den itibaren Euro NCAP test protokollerine dahil edilmiştir. Yüksek biyofidelite ve gelişmiş sensör altyapısı ile insan vücudunun kinematik ve biyomekanik davranışını diğer frontal mankenlere kıyasla daha yüksek doğrulukla temsil eder. Baş, boyun, göğüs, pelvis ve alt ekstremitelerdeki sensörleriyle; emniyet kemeri, hava yastığı ve araç içi yapılar tarafından uygulanan kuvvet, ivme, moment ve göğüs deformasyonunu detaylı şekilde ölçer.



THOR-50M



Hybrid III 5th Female



Hybrid III 50th Male

Çocuk Dummy'ler

- **Q10 (10 yaş):** Euro NCAP tarafından kullanılan en büyük çocuk mankenidir. 10 yaşındaki çocuğu temsil eder; frontal ve yan çarpışmalarda yükleri ölçer, ancak yetişkin mankenler kadar sensör içermez.
- **Q6 (6 yaş):** 6 yaşındaki çocuğu temsil eder; frontal ve yan çarpışmalarda ölçüm yapar, Q10 ile benzer kapasiteye sahiptir.



10-year-old child



6-year-old child

Lateral Impact Dummy'leri

Lateral çarpışma Dummy'leri, yandan çarpışmalarda insan vücudunun kinematik ve biyomekanik tepkilerini ölçmek için tasarlanmıştır.

- **WorldSID:** Yandan çarpışmalarda insan vücudunun biyomekanik tepkilerini ölçmek için tasarlanmış gelişmiş bir ATD'dir. Boyut ve şekilleri ortalama yetişkin erkek anatomisini temsil edecek şekilde geliştirilmiştir; baş, boyun, göğüs, karın ve pelvis yüklerini kaydeder. Hem sol hem sağ taraftan çarpışmayı simüle edebilir.



WorldSID-50M

Rear Impact Dummy'leri

Arka çarpışmalarda insan boynu ve üst gövdenin kinematik ve biyomekanik tepkilerini değerlendirmek için tasarlanmıştır.

- **BioRID-II:** Arkadan çarpışmalarda boyun ve baş korumasını değerlendirmek için tasarlanmış bir ATD'dir. Ortalama yetişkin erkeğin boyutlarına göre tasarlanmış olup, insan benzeri omurga ve boyun hareketleri gösterir. Baş ve boyun ile omurga boyunca uygulanan yükleri ölçülebilir ve düşük hız gönüllü verileriyle doğrulanmıştır.



BioRID-II

ATD Sensör Ölçümleri

Dummy'ler çarpışma sırasında yolcunun maruz kaldığı yükleri temsil edebilmek amacıyla farklı vücut bölgelerine yerleştirilmiş sensörler ile donatılmıştır. Bu sensörlerden elde edilen ölçümler; frontal, yandan ve arkadan çarpışma testlerinde yaralanma risklerinin değerlendirilmesinde kullanılır.

Tablo 1. Yaralanma Kriterleri

Vücut Bölgesi	Ölçülen Parametreler	Filtre (CFC)	Test Protokolü
Baş (Head)	3-eksenli ivmelenme (HIC hesabı)	1000	FW, MPDB, Side, Pole
Boyun (Neck)	Kuvvetler (shear/tension) ve eğilme momentleri	600	FW, MPDB, Whiplash
Göğüs (Chest)	Göğüs çökmesi (deflection), viskoz kriteri (VC)	180	FW, MPDB, Side, Pole
Karın (Abdomen)	Sıkışma kuvveti ve deformasyonu	180	Side, Pole
Pelvis	Pelvis kuvvetleri	600	Side, Pole
Alt Ekstremiteler (Lower Limbs)	Femur ve tibia yükleri, diz yer değiştirmesi	600	FW, MPDB

Yaralanma Kriterleri:

- **HIC (Head Injury Criterion):** Baş ivmesi zaman geçmişine bağlı olarak hesaplanan ve kafa yaralanma riskini temsil eden bir kriterdir.
- **Göğüs Çökmesi (Chest Deflection):** Çarpışma sırasında göğüs kafesinin ne kadar sıkıştığını gösterir.
- **Viscous Criterion (VC):** Göğüs çökme hızı ile deformasyonun birlikte değerlendirilmesiyle hesaplanan ve yumuşak doku yaralanmalarını temsil eden bir kriterdir.
- **Boyun Kuvvet ve Momentleri:** Baş–boyun bölgesinde oluşan çekme, basma ve eğilme etkilerini göstererek servikal yaralanma riskini değerlendirir.
- **Pelvis Kuvvetleri:** Yan çarpışmalarda pelvis bölgesine aktarılan yükleri ifade eder ve ciddi iç yaralanmalarla ilişkilidir.
- **Alt Ekstremit Yüklere:** Femur, tibia ve diz bölgesindeki kuvvet ve yer değiştirmeleri temsil eder; bacak yaralanma riskinin değerlendirilmesinde kullanılır.

ATD Verilerinin Euro NCAP'te Değerlendirilmesi

Euro NCAP değerlendirmelerinde, Dummy'ler üzerindeki sensörlerden elde edilen biyomekanik veriler yalnızca ölçülmekle kalmaz, puan karşılığına dönüştürülür. Bu nedenle mühendislik süreci, hasarın ölçümünden ziyade yolcu güvenliğini maksimize edecek performans seviyesinin belirlenmesine odaklanır.

Euro NCAP, her bir vücut bölgesi için tek bir eşik değer yerine iki ana performans limiti tanımlar:

- **High Performance Limit (Yeşil – Tam Puan):** Yaralanma olasılığının çok düşük olduğu güvenli bölge.
- **Lower Performance Limit (Kırmızı – Sıfır Puan):** Ciddi veya ölümcül yaralanma riskinin kabul edilemez olduğu sınır.

Bu iki limit arasında kalan tüm sensör ölçümleri, doğrusal bir puanlama yöntemi (sliding scale) ile değerlendirilir. Ölçüm değeri kırmızı sınıra yaklaştıkça puan kademeli olarak azalır.

Tablo 2. Puanlama Kriterleri

Vücut Bölgesi	Kriter (Parametre)	Tam Puan (Yeşil)	Sıfır Puan (Kırmızı)
Baş	HIC ₁₅	≤ 500	≥ 700
	İvme (3 ms)	≤ 72 g	≥ 80 g
Boyun	N _{ij}	≤ 0.6	≥ 0.9
	Çekme Kuvveti (Tension)	≤ 2.7 kN	≥ 3.3 kN
	Eğilme Momenti (Extension)	≤ 42 Nm	≥ 57 Nm
Göğüs	Sıkışma / Çökme (Compression)	≤ 22 mm	≥ 50 mm
	Viscous Criterion (V-C)	≤ 0.6 m/s	≥ 1.0 m/s
Diz / Femur	Femur Sıkışma Kuvveti	≤ 3.8 kN	≥ 9.07 kN
	Diz Kayması (Sliding)	≤ 6 mm	≥ 15 mm
Alt Bacak	Tibia Index (TI)	≤ 0.4	≥ 1.3
	Tibia Sıkışma Kuvveti	≤ 2.0 kN	≥ 8.0 kN

Dummy sensörlerinden elde edilen veriler, bu puanlama kriterleri aracılığıyla Euro NCAP değerlendirme sisteminin temelini oluşturmaktadır.

KAYNAKLAR

- <https://www.humaneticsgroup.com/products/anthropomorphic-test-devices/frontal-impact>
- <https://www.euroncap.com/media/79871/euro-ncap-assessment-protocol-aop-v93.pdf>

Dinamik Ölçümlerin İşlenmesi ve Filtreleme

Euro NCAP çarpışma testlerinde ATD ve araç yapısı üzerine yerleştirilen sensörler, çarpışmanın çok kısa sürede gerçekleşmesi nedeniyle yüksek örnekleme hızlarıyla veri toplar. Tipik olarak ölçüm sistemleri saniyede yaklaşık 20.000 veri noktası (20 kHz) kaydeder. Bu durum, ani yük değişimlerinin doğru şekilde yakalanmasını sağlarken ölçüm sinyallerinin geniş bir frekans aralığına yayılmasına da neden olur.

Elde edilen sinyaller; dummy ve aracın gerçek dinamik tepkisini temsil eden düşük frekanslı bileşenlerin yanı sıra, metal-metal temasları, yapısal rezonanslar ve sensör montajından kaynaklanan yüksek frekanslı bileşenleri de içerir. Mühendislik değerlendirmelerinde, yaralanma kriterlerinin doğru hesaplanabilmesi ve araç performansının güvenilir biçimde yorumlanabilmesi için yalnızca fiziksel olarak anlamlı sinyal bileşenlerinin korunması esastır. Bu nedenle ham ölçüm verileri doğrudan kullanılmaz; Euro NCAP test prosedürlerinde bu gereklilik, SAE J211 standardında tanımlanan sinyal işleme yaklaşımı ile sağlanır.

Channel Frequency Class (CFC)

SAE J211 standardında, çarpışma testlerinde elde edilen ölçüm sinyallerinin filtrelenmesi Channel Frequency Class (CFC) kavramı ile tanımlanır. CFC, her bir ölçüm kanalına uygulanacak alçak geçiren filtrenin karakteristiğini belirleyen bir sınıflandırmadır ve sinyalin hangi frekans bileşenlerinin korunacağını, hangilerinin bastırılacağını standartlaştırır.

CFC yaklaşımının temel amacı, ölçüm yapılan sistemin dinamik davranışına uygun bir filtreleme seviyesi seçerek, yüksek frekanslı gürültüyü azaltmak ve çarpışma mekaniğini temsil eden fiziksel bilginin sinyalde muhafaza edilmesini sağlamaktır. Bu sayede farklı testler, farklı araçlar ve farklı laboratuvarlar arasında elde edilen ölçüm sonuçları karşılaştırılabilir hâle gelir.

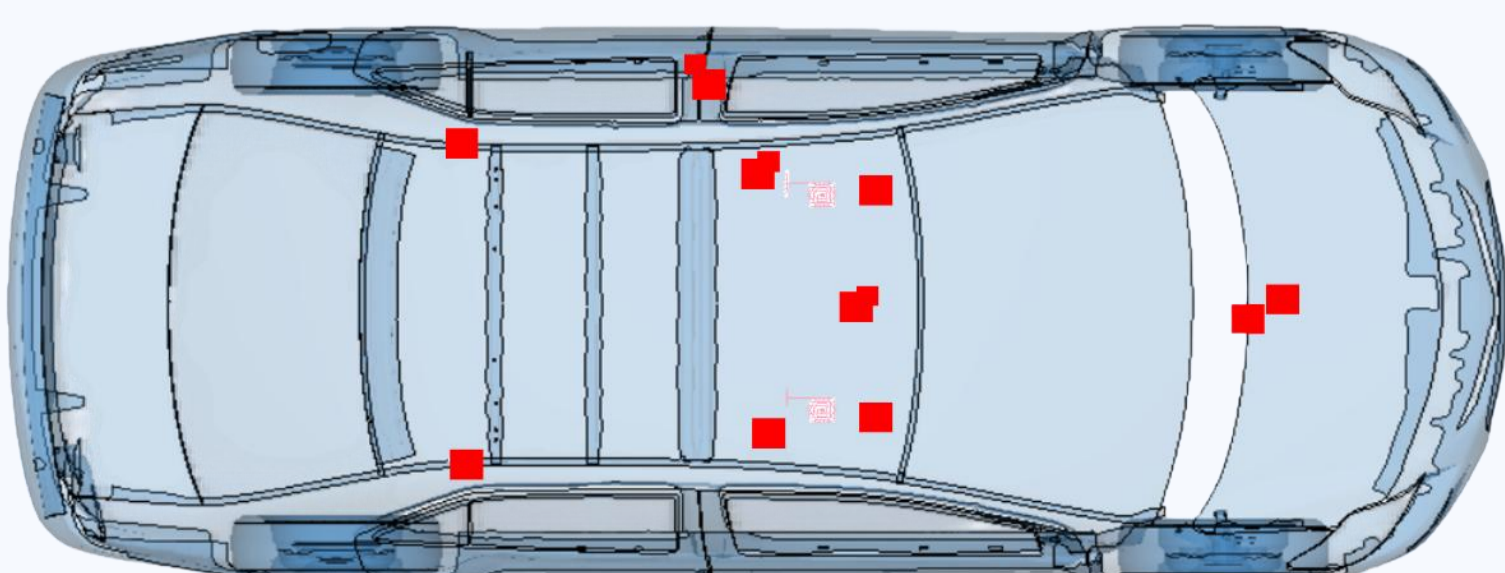
Euro NCAP test prosedürlerinde, ölçümün türüne ve fiziksel anlamına bağlı olarak farklı CFC sınıfları kullanılır. Yapısal ölçümler, görece yavaş deformasyon davranışını temsil ettiklerinden daha düşük CFC değerleri ile işlenirken; ATD kafa, boyun ve alt ekstremité gibi bölgelerden alınan hızlı değişen dinamik ölçümler için daha yüksek CFC sınıfları tercih edilir. Bu ayırım, hem araç yapısının performansının doğru değerlendirilmesini hem de yaralanma kriterlerinin güvenilir şekilde hesaplanmasını mümkün kılar.

Uygun CFC sınıfının seçilmesi, sinyalin aşırı filtrelenerek fiziksel bilginin kaybolmasını veya yetersiz filtreleme nedeniyle gürültünün yaralanma kriterlerini etkilemesini önler.

Araçlarda Bulunan İvme Sensörleri

Araç içi ivme sensörleri ile elde edilen ölçümler, Euro NCAP çarpışma testlerinde kullanılan değerlendirme parametrelerinin temelini oluşturur.

- Motor bölgesi sensörleri:
 - Engine top ve Engine bottom: Motor ve motor montaj noktalarının çarpışma sırasındaki hareketini ve titreşimlerini ölçer, enerji emilimi analizine katkı sağlar.
- Ön koltuk ve koltuk altı sensörleri:
 - Driver seat crossmember global ve Driver seat crossmember: Sürücü koltuğunun alt yapısındaki global ve lokal hareketleri kaydeder.
 - Passenger seat crossmember: Yolcu koltuğunun alt yapısındaki hareketleri ölçer.
 - Driver seat front ve Passenger seat front: Ön koltukların ön kısmındaki ivme ve titreşimleri takip eder.
- Merkez ağırlık sensörleri:
 - C.G. Global ve C.G. Local: Aracın toplam ve lokal merkez ağırlık noktalarındaki dinamik hareketleri kaydeder, gövde salınımını ve genel hızlanmayı takip eder.
- B-sütunu sensörleri:
 - Left B pillar lower ve Left B pillar middle: B-sütununun alt ve orta bölgelerindeki ivme ve deformasyonları ölçer; kabin bütünlüğü ve enerji emilimi analizinde kritik noktalar.
- Arka koltuk sensörleri:
 - Left rear seat ve Right rear seat: Yolcu bölmesindeki ivme ve titreşimleri ölçer, özellikle arka yolcu güvenliği ve kabin hareketini izler.



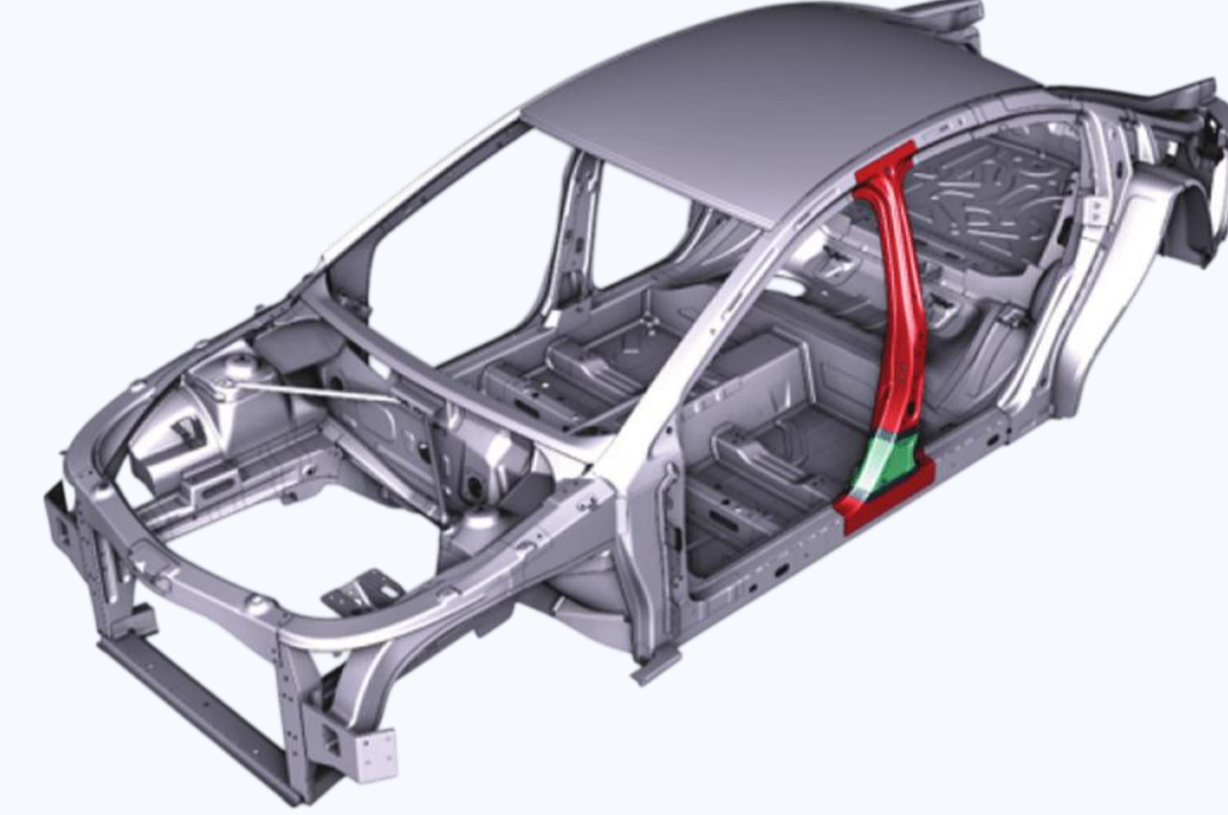
EuroNCAP Testlerinde Sensörler ve Filtreleme

Araçlarda kullanılan temel ivme sensörleri, operasyonel güvenlik ve sistem kontrolü amacıyla görev yaparken; Euro NCAP çarpışma testlerinde bu sensörler, yolcu koruma performansının ve yapısal tepkinin değerlendirilmesi için standardize edilmiş ölçüm noktaları ve protokoller kapsamında kullanılır. Euro NCAP pasif güvenlik testlerinde araç üzerinde kullanılan sensörler tabloda verilmiştir.

Tablo 1. Euroncap Testlerinde Araç Üzerinde Kullanılan Sensörler

Konum (Location)	Ölçülen Parametre
B-Pillar	İvme (Accelerations Ax, Ay)
Emniyet Kemer (Seatbelt B3)	Kuvvet (F_seatbelt)
Emniyet Kemer (Seatbelt B6)	Kuvvet (F_seatbelt)
Araç Gövdesi (Vehicle Trunk)	Açısal Hız (Angular rate X, Y, Z)

B-sütunu ivme sensörleri çarpışma şiddetini ve kabin ivmesini temsil ederken, emniyet kemeri kuvvet sensörleri yolcuya aktarılan yüklerin belirlenmesinde; araç gövdesine yerleştirilen açısal hız sensörleri ise genel araç kinematığının değerlendirilmesinde kullanılır.



Şekil 1. B-Sütunu

Araç üzerinde bulunan ivme sensörleri, tüm çarpışma testlerinde aynı şekilde değerlendirilmemektedir. Bunun temel nedeni, farklı çarpışma senaryolarında araç yapısının deformasyon karakterinin ve yolcuya aktarılan hareket yönünün değişmesidir.

Bu nedenle Euro NCAP test protokolleri, her çarpışma türü için sensörlerin hangi konumda, hangi eksende ve hangi referans sistemine göre kullanılacağını açık biçimde tanımlamaktadır.

Tablo 2. Farklı Test Protokollerinde Ölçüm Alınan Bölgeler

Test Türü	Sensör Konumu	Ölçülen Eksen	Filtre (CFC)	Referans Alınan Bölge
MPDB	B-sütunu	Ax	60	Darbe almayan taraf (Unstruck side)
Frontal Full Width	B-sütunu (LHS & RHS)	Ax	60	Her iki taraf
Side Mobile Barrier	B-sütunu	Ay	60	Darbe almayan taraf (Unstruck side)
Side Pole	B-sütunu	Ay	60	Darbe almayan taraf
Side Pole	Araç Kütle Merkezi (C.G.)	Ay	60	Araç geneli
Whiplash	Test düzeneği (Sled)	Ax	60	Sled referansı

- Frontal çarpışma testlerinde B-sütununa yerleştirilen ivme sensörleri, araç gövdesinin yolcu bölmesine ilettiği genel hareketi temsil eder. Offset çarpışmalarda darbe almayan taraf tercih edilerek lokal deformasyonların ölçümü etkilemesi önlenir. Tam genişlikli çarpışmalarda ise simetrik yapı nedeniyle her iki taraftan ölçüm alınır.
- Yan darbe testlerinde, darbe almayan taraftaki B-sütunu referans alınarak aracın yanal hareketi değerlendirilir. Bu ölçüm, manken göğüs ve pelvis bölgelerinde oluşan yüklerin araç gövdesiyle ilişkisini ortaya koyar. Direğe çarpma testlerinde ek olarak aracın kütle merkezinden alınan ivme, global araç hareketinin değerlendirilmesine olanak sağlar.
- Whiplash değerlendirmesi, tam araç çarpışması yerine kızak (sled) testi ile gerçekleştirilir. Bu testte referans alınan ivme, araç içi sensörlerden değil, test düzeneği tarafından uygulanan hareketten elde edilir. Böylece koltuk, gövde ve baş arasındaki görece hareket doğrudan değerlendirilebilir.

Euro NCAP çarpışma testlerinde kullanılan sensörler ve filtreleme yöntemleri, farklı çarpışma senaryolarına özgü olarak tanımlanmakta ve yolcu güvenliğinin objektif biçimde değerlendirilmesini sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

- https://www.sae.org/standards/j2111_202208-instrumentation-impact-test-part-1-electronic-instrumentation
- <https://www.euroncap.com/media/79880/tb-021-data-acquisition-and-injury-calculation-v41.pdf>
- Limousin, V., Delgerie, X., Leroy, E., Ibáñez, R., Argerich, C., Daim, F., ... & Chinesta, F. (2019). Advanced model order reduction and artificial intelligence techniques empowering advanced structural mechanics simulations: application to crash test analyses. *Mechanics & Industry*, 20(8), 804.
- <https://www.euroncap.com/en/car-safety/the-ratings-explained/adult-occupant-protection/>
- <https://www.euroncap.com/media/79871/euro-ncap-assessment-protocol-aop-v93.pdf>