



Tarım ve Orman Traktörlerinde Ön Sert Bölgenin Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma

Hasan SİLLELİ¹ Hamdi TAŞBAŞI¹ Cengiz İ. ÇAY²

Geliş Tarihi:15.01.2009

Kabul Tarihi: 06.07.2009

Öz: Bu çalışmada, OECD traktör Kod'larına referans olabilecek, traktör kaportası ön sert bölgesinin dayanım özelliklerini belirlemek için iki farklı yükleme koşulu planlanmış ve uygulanmıştır. Bu amaçla, aynı özelliğe sahip iki NH TD 65 traktörü seçilmiştir. Yükleme sonunda, araştırma materyali traktörler, uygulanan yüke dayanmış, traktörün ön sert bölgesi yeterince güçlü bulunmuş ve güvenli yaşam bölgesine giriş olmamıştır. Traktörlere uygulanan maksimum yükler 53 kN ve 51.83 kN olarak ölçülmüştür. Bu yükler test sırasında referans olarak alınan traktör kütlesinin iki katından daha fazladır.

Anahtar Kelimeler: Traktör, yuvarlanmaya karşı koruyucu yapı, devrilme

A Research on the Evaluation of Front Hard Point Part of Agricultural and Forestry Tractors

Abstract: In this study, in order to determine the strength characteristics of front hard point of tractor's bonnet, two different loading conditions, which would be reference for OECD Codes, were planned and conducted. For this purpose, two NH TD 65 tractors were selected for the tests. At the end of the tests, test materials could resist against the simulated load, and it was seen that the front hard point of these tractors were found strong enough and the simulated ground bar was not enter the clearance zone. The applied loads were measured as 53 kN and 51.83 kN. These loads were two times more than the tractor mass that was considered as a reference load during the test.

Key Words: Tractor, roll-over protective structure, overturning

Giriş

Traktörler, kullanıcılarını bir kaza durumunda emniyetle koruyacak şekilde kabin, emniyet çerçevesi (roll-bar), emniyet kemeri ve kaporta önü ızgarası gibi pasif emniyet araçlarıyla donatılmaktadır. Traktör devrildiğinde sürücüyü korumak amacıyla geliştirilen parçalara Yuvarlanmaya Karşı Koruyucu Yapılar (ROPS) denilmektedir (OECD 2008a). Koruyucu yapılar ilk olarak 1950'li yıllarda İsveç'te geliştirilmiştir. Ulusal standartlarda ilk kabulü İskandinavya'da olurken daha sonrasında OECD kodları, EEC/EC yönetmelikleri ve ISO standartları olarak da uluslararası düzeyde yerini almıştır. Standart ve yönetmeliklerin uygulanmaya başlamasıyla traktör tasarımları değişmiş, yeni düzenlemeler yapılmıştır (OECD 2003). Bu düzenlemeler kabinlerde olduğu gibi konforlu ve pahalı çözümlerin yanı sıra, emniyet çerçevesi gibi bazı basit ve ucuz uygulamalar şeklinde de görülmüştür. Emniyet çerçeveleri iki tiptir. Birinci tip, dört direktten oluşan katlanamaz bir yapıdır, ikinci tip

ise hem katlanabilir hem de katlanamaz olarak imal edilebilen iki direkli (two-post ROPS) tip çerçevedir (Çay ve ark. 2003). Koruyucu yapılar üzerine ilk araştırmalar tarla koşullarında gerçek devrilme testleri ile gerçekleştirilmiştir. Daha sonraları laboratuvar ortamında gerçekleştirilen testlerde ROPS'un dayanmak zorunda olduğu enerjiyi belirlemek amacıyla değişik devrilme testleri uygulanmıştır (Chisholm 1979, Schwangart 1982). Bu çalışmalarda makina üzerindeki yükleri simüle edebilmek için traktör kütlesi, hızı, ivmesi vb. pek çok değişik parametre göz önüne alınmıştır. Ancak, bir devrilme sonucunda, traktör kaportasının ve traktör ön bölgesinin olması gereken sağlamlığı tam olarak tarif edilmemiştir. Oysa koruyucu yapılar tek başına bir güvenlik parçası olarak düşünülmemekte, sürücü çevresinde daha iyi bir koruma sağlayabilmek için kaporta, tekerlekler, motor gibi traktörün diğer destek parçalarıyla birlikte göz önüne alınmaktadır. O nedenle traktör parçaları ve

¹Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarım Makinaları Bölümü-Ankara

²Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarım Alet ve Makineleri Test Merkezi Müdürlüğü-Ankara

kaportası çalışma koşullarını ve devrilme ihtimalini göz önüne alacak şekilde güçlü tasarlanmalıdır. Bu durum OECD Kod 3, 4, 8 ve 9'da "Traktör devrildiğinde, parçalar, traktör ağırlığını taşıyabilmelidir" cümlesiyle açıklanmış olsa da dayanımını belirlemek için gerekli test prosedürü oluşturulmamıştır. Bu nedenle son yıllarda traktörlerin ön bölgesinin arkaya devrilme yada öne kapaklanma durumunda oluşan yüklerle karşı dayanamayacağına yönelik şüpheler oluşmaya başlamıştır (OECD 2005b).

Traktör ön sert bölgesine yönelik testlerin daha iyi açıklanabilmesi için koruyucu yapılara uygulanan test prosedürünün de iyi anlaşılması gerekmektedir. Traktör koruyucu yapılarının testlerine yönelik mevcut standartlar traktörün devrilme senaryosunu simüle edecek şekilde uygulanmaktadır. Bu amaçla koruyucu yapılar, arkadan, yandan, üstten ve önden olmak üzere bir dizi yükleme testinden geçirilirler. Testler sırasında ROPS sürücüyü korumalıdır ve traktörün herhangi bir parçası sürücünün güvenliğini etkileyecek kritik bölgeye (güvenli yaşam bölgesi) girmemeli veya sürücü bu kritik bölgenin dışına çıkarak zemin ve traktör arasında sıkışma veya ezilme riski ile karşılaşmamalıdır (Myers 2000). Güvenli yaşam bölgesi OECD Kod'larında "clearance zone" olarak adlandırılır ve koltuk referans noktası (SRP) ile direksiyon merkezinden geçen dikey bir düzlemi ifade eder. Koruyucu yapılara arkadan, yandan ve önden uygulanan testlerde, yükleme yapı elemanının yere çarptığı noktadan dik olarak gerçekleştirilirken, üstten ezme testinde yükleme yer düzlemine dik olarak gerçekleştirilir. Bu anlamda traktör ön bölgesi testinde iki farklı yükleme durumu söz konusudur. Ancak, yüklemenin şekli ve katsayısı herhangi bir standartta belirli olmadığı için bazı çıkartımlar yapılmalıdır. OECD Kod'ları araştırıldığında devrilme durumunu simüle etmek amacıyla üç değişik yükleme katsayısı uygulandığı görülür. Bunlar; Şekil 1'de tarif edilen kendi ağırlığını taşıma durumu için gerekli katsayıdır ve eşitlik 1'de verilmiştir.

$$F = 10M \quad (1)$$

OECD (2008b) Kod 6'da sürücü koltuğu arkasındaki yapıya 40° açıda uygulanan yükteki katsayısı (Eşitlik 2);

$$F = 15M \quad (2)$$

Eşitlik 3'de ise tüm ezme testlerinde uygulanan yükteki katsayı verilmiştir.

$$F = 20M \quad (3)$$

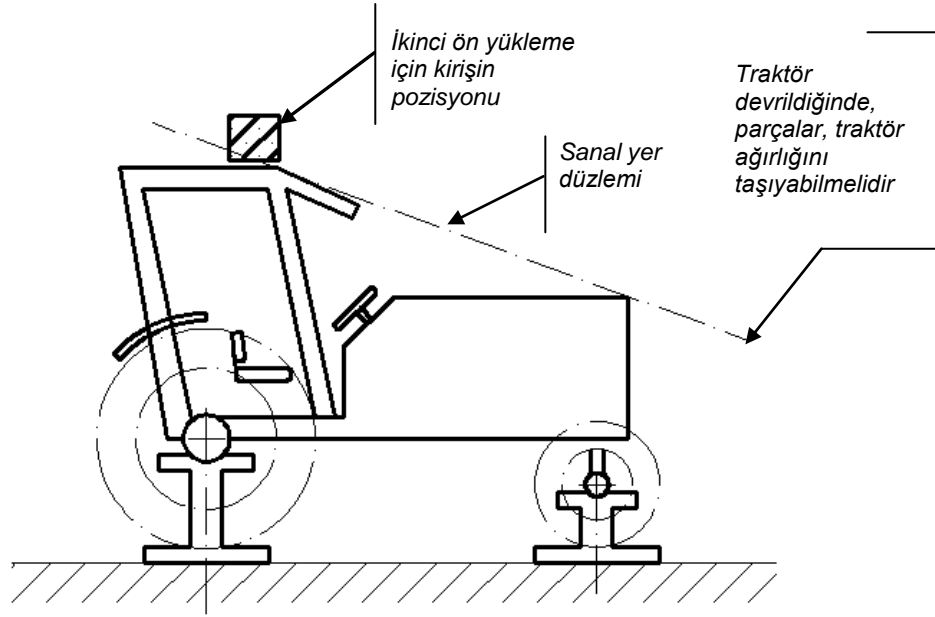
Eşitliklerde;

F: yükleme kuvveti, kN;

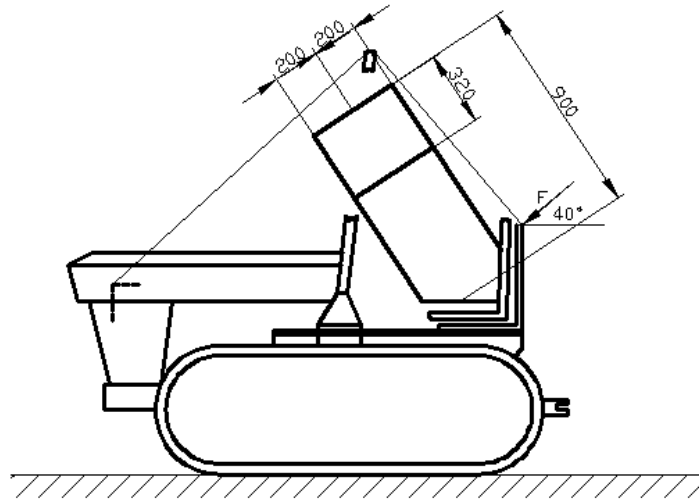
M: traktör kütlesi, ton olarak verilmiştir.

Bu üç kuvvetin dışında yükün kaporta üzerinde uygulanacağı yer ve yükleme açısı da belirlenmek durumundadır. OECD Kod'larında ön sert bölge olarak traktörün yere çarpacağı düşünülen kaporta yüzeyi seçilir ve buranın altındaki parçalar ek destek noktaları olarak kabul edilir. Ancak, kaporta dizaynı ve altındaki parçaların konumu traktörden traktöre değişmektedir. Kimi zaman traktörün ön tarafında büyük boşluklar oluşabilmekte çoğu zaman ise radyatör, hava filtresi ve akü bu bölgede yer almaktadır. OECD Kod 8'de diğer Kod'lardan farklı olarak kaporta dikkate alınmamakta, radyatör veya akü sert bölge olarak seçilmektedir. Bu durumda güvenlik bölgesinin kontrolü değişmektedir (Şekil 2).

Traktör ön bölgesini test edebilmek için traktör devrilme davranışı da analiz edilmelidir. Yana doğru devrilmede ön bölgenin deformasyonu arkaya doğru devrilmeden daha farklı gerçekleşmektedir. Yana devrilmede, önce ROPS'un üst köşesi ardından traktör kaportasının ön üst köşesi yere çarpar. ROPS ve kaportanın yere çarpmasından sonra yuvarlanma durur ya da pivot noktalar (kaportanın üst köşesi ile ROPS'un üstü) üzerinden devam eder (EEC 1987, Silleli ve ark. 2007, Silleli 2007). Bu tip devrilmelerde, yük kaportanın önünde yatay olarak etkimektedir ve devrilme kaportada ciddi hasarlar oluştursa da güvenli bölgeyi düşey yönde fazla etkilemeyeceği düşünülmektedir. Diğer taraftan, daha tehlikeli ve etkili kaza geriye doğru şahlanma durumunda oluşabilmektedir. Geriye şahlanmada, ROPS önce yere çarpmakta ve çoğu zaman yuvarlanma durmaktadır. Ancak kimi zaman ise şahlanma devam etmekte ve traktör, ROPS'un üstünü dönme noktası yaparak ve neredeyse ağırlığının tamamını devrilmeye yansıtarak kaportanın önünden yere çarpmaktadır. Şekil 3 bu tür yuvarlanmayı ve oluşabilecek yükleri göstermektedir. Şekil 3a'da sanal yer düzlemine göre mevcut OECD Kod'ları dikkate alınarak seçilen yükleme şekli F_c ile gösterilmiştir. Devrilme durumunda oluşması beklenen yükün yönü ise F_s ile gösterilmiştir. Yüklemenin daha iyi analiz edilebilmesi için traktörün devrilmiş haldeki durumu Şekil 3b'de verilmiştir. Şekil 3b'ye göre yükleme sanal yer düzlemine dik olarak uygulanmalıdır. Ancak her iki yöndeki yükün uygulanması hem OECD'nin gereklerini yerine getirmeyi sağlayacaktır hem de fizik kurallarını uygulama şansı verecektir. Bu amaçla aynı model ve özellikte 2 adet traktör bu test için seçilmiş ve F_c yükü bir traktöre, F_s yükü ise diğer traktöre uygulanmıştır (OECD 2007). Bu çalışmada traktör ön bölgesinin OECD Kod'ları kapsamında testinin yapılmasına yönelik prosedür oluşturmak için ilk testler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Mevcut kodlarda traktör ön sert bölgesinin belirlenmesi



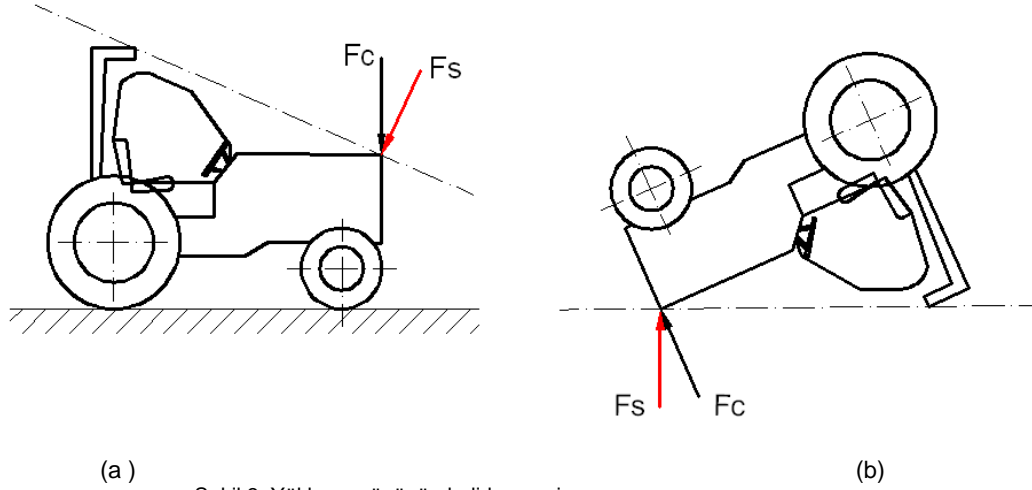
Şekil 2. Paletli traktörlerde öne monte edilmiş iki direkli koruyucu yapı ve radyatör arasında oluşan sanal yer düzlemi (OECD 2005a)

Materyal ve Yöntem

Materyal: Bu çalışmada materyal olarak Türk Traktör ve Ziraat Makineleri A. Ş. tarafından imal edilen iki adet traktör kullanılmıştır. Kullanılan traktörlerin bilgileri aşağıda verilmiştir:

Marka : NEW HOLLAND
Ticari Tanım : TD65
Tip : Stradle, 2 WD, Roll Bar'lı Varyant

Traktörlerin her ikisinde de PİLOT U300 koltuk kullanılmıştır. Dolayısıyla koltuk referans noktaları ve referans noktasına göre belirlenen güvenli koruma bölgesi iki traktör için de özdeş olmaktadır. Koltuk referans noktasının koruyucu yapı ve traktör ana yapı elemanlarına olan mesafeleri Çizelge.1'de görülmektedir. Güvenli koruma bölgesini temsil eden aparat, Çizelge 1'de verilen koltuk referans noktasına göre yerleştirilmiştir.



Şekil 3. Yükleme yönünün belirlenmesi

Çizelge 1. Koltuk referans noktasının koruyucu yapı ve traktör ana yapı elemanlarına olan mesafeleri

Ölçüm Yeri	Boyut
Koltuk referans noktasının tavana olan uzaklığı	1116 mm
Ayak basma platformunun tavana olan uzaklığı	1647 mm
Koltuk referans noktasından 900 mm yukarıdaki koruyucu yapı iç genişliği	800 mm
Koltuk referans noktası üzerinde dümenleme simidi merkezi seviyesinde koruyucu yapı iç genişliği	800 mm
Dümenleme simidi merkez noktasının koruyucu yapının sağ kenarına olan uzaklığı	400 mm
Dümenleme simidi merkez noktasının koruyucu yapının sol kenarına olan uzaklığı	400 mm
Dümenleme simidi kenarından koruyucu yapıya en yakın uzaklık	600 mm
Koruyucu yapının takılı olduğu traktörün yerden olan toplam yüksekliği	2448 mm
Koruyucu yapının toplam genişliği	915 mm
900 mm yükseklikte, koltuk referans noktasından koruyucu yapının arkasına olan yatay uzaklık	228 mm
Arka aks merkezinin koltuk referans noktasına olan yatay uzaklık	78 mm
Arka aks merkezinden koltuk referans noktasına dikey uzaklık	610 mm

Test standı ve ölçüm cihazları: Bu çalışmada, Tarım Alet ve Makinaları Test Merkezi Müdürlüğü bünyesinde bulunan koruyucu yapılar test standı kullanılmıştır. Koruyucu yapılar test standı, bir adet yükleme pistonu, iki adet ezme pistonu, bir adet ezme kirişi, sistemi üzerinde taşıyan şasi, kuvvet değerlerinin ölçümünde kullanılan yük hücreleri, deformasyon ölçümü için kullanılan konum ölçer, bilgisayarla veri iletişimini sağlayan çevirici ve sistemi kontrol eden bir yazılımdan oluşmaktadır.

Yöntem: Traktörlere yükleme yapılacak yerin belirlenmesi önemlidir. O nedenle traktörlerin devrilip ters döndüğünde, yere ilk olarak çarpması muhtemel ön parçasının yeri belirlenmiştir. Bu amaçla, yer düzlemini temsil eden bir çubuk roll-bar üst parçasından ön tarafa teğet olarak kaputa yerleştirilmiştir. Çubuğun fiberglas malzemeden yapılmış traktör kaputuna temas ettiği nokta ilk çarpma noktası olarak kabul edilmiştir. Bu bölgenin altında

hava filtresi, radyatör ve akü yer almaktadır. Güvenli koruma bölgesini temsil eden aparat ise koltuk referans noktasına göre yerleştirilmiş ve yer düzlemini temsil eden çubuk yardımıyla bölgenin korunup korunmadığı incelenmiştir. Yükleme işleminin, toprak yüzeyini temsil edebilmesi için piston ucuna en az kaportayı karşılayacak genişlikte 600 x 600 x 20 mm'lik bir çelik levha bağlanmıştır. Böylece yüklemenin homojen olarak yüzeye dağıtılması sağlanmıştır.

Traktör kaputuna dik olarak yapılan yükleme (F_s): F_s yönündeki yükleme koşulunda piston traktör kaputuna dik olarak konumlandırılmıştır. Yükleme işleminin, Eşitlik 3'deki ezme kuvveti değerine ulaşınca kadar yapılması öngörülmüştür. Bu sayede Eşitlik 1 ve 2'deki yükleme katsayılarını da deneme olanağı bulunmuştur. Traktörün koruyucu yapı takılı ve denge ağırlıkları takılmamış durumdaki kütlesi 2500 kg olarak verildiği için, bu kuvvet değeri 50 kN olarak hesaplanmıştır. Kaportanın yük altında davranışının

önceden tahmin edilememesi ve güvenlik bölgesine olabilecek girişlerin kontrol edilebilmesi amacıyla testler otomatik olarak yapılmamış, yükleme pistonuna elle kumanda edilerek adımlar halinde gerçekleştirilmiştir. Yer düzlemi ve güvenli koruma bölgesinin durumu Şekil 4'de verilmiştir. Bu bölgenin arka aks merkezine göre konumu ise Çizelge 2.'de verilmiştir.

Yer düzlemine dik olarak yapılan yükleme (F_c): Bu yüklemenin esasını mevcut OECD Kod'larında uygulanan yere dik olarak uygulanan ezme testi (crushing test) oluşturmaktadır. Her iki test arasında karşılaştırma yapılabilmesi amacıyla yük ve yeri bir önceki testle aynı, 50 kN olarak seçilmiştir. Yüklemenin, test süresince yere dik uygulanabilmesi amacıyla yükleme plakası altından tahta takozlar ile desteklenmiştir (Şekil 5). Test otomatik olarak uygulanmış, yük ve deformasyon bilgisi bilgisayara kaydedilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Traktör kaportasına ve sanal yer düzlemine dik olarak gerçekleştirilen yükleme sırasında, traktör ön bölgesinde oluşan deformasyon nedeniyle, güvenli bölgeye herhangi bir giriş olmamıştır. Ancak, beklendiği şekliyle, fiberglas kaporta kırılmış, radyatör 40 kN civarında patlamış ve radyatör suyu boşalmıştır. Radyatör suyunun boşalması nedeniyle yükte, bu anda 5 kN'luk bir azalma görülmüştür. Test sonunda yük 53 kN, enerji ise 2391.98 J olarak gerçekleşmiştir. Elde

edilen yük değeri, OECD Kod'larında ezme testlerinde traktör ağırlığının iki katı şekliyle uygulanan yükle karşılaştırıldığında test, traktörün ağırlığının iki katından daha fazla bir yük ile gerçekleştirilmiştir. Test sırasında çizilen yük-deformasyon grafiği Şekil 6'da, verilmiştir.

Yer düzlemine dik olarak yapılan ikinci yükleme testi süresince de güvenli yaşam bölgesine giriş olmamıştır. Kaporta bu testte de kırılmış, radyatör 30 kN civarında patlamış ve radyatör suyu boşalmış, bu nedenle uygulanan yükte 13 kN civarında azalma görülmüştür. Yüklemenin devam etmesi nedeniyle 51.83 kN yüke ulaşılmış, yükleme süresince traktör kaportası ve altındaki elemanlar üzerinde 2185 J enerji oluşmuştur. Testten elde edilen deformasyon-kuvvet grafiği Şekil 7'de, görülebilir. Ulaşılan yük değeri ilk testle benzer olarak traktör ağırlığının iki katından fazladır.

Sonuç

Her iki yükleme sırasında, emniyet çerçevesi ve ön çarpma noktasına yerleştirilen yer düzleminin güvenli koruma bölgesine girmedeği görülmüştür. Ön çarpma noktasının bulunduğu fiberglas kaporta, kırılarak parçalanmış ve ezme yükü altında radyatör delinmiştir. Ancak, hava filtresi, radyatör ve akü, kaportanın daha fazla ezilmesini engelleyerek, yer düzleminin güvenli koruma bölgesine girmesini engellemiştir.

Çizelge 2. Traktör devrildiğinde yere ilk olarak çarpması muhtemel ön parçanın traktör arka aksına göre durumu

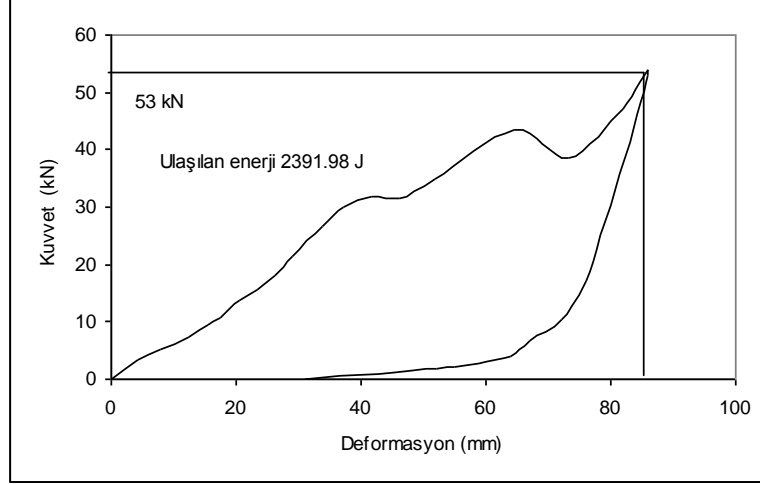
Ölçüm Yeri	Boyut (mm)
Öndeki çarpma noktasının aks merkezine olan yatay uzaklığı	2110 mm
Öndeki çarpma noktasının aks merkezinden dikey uzaklığı	717 mm



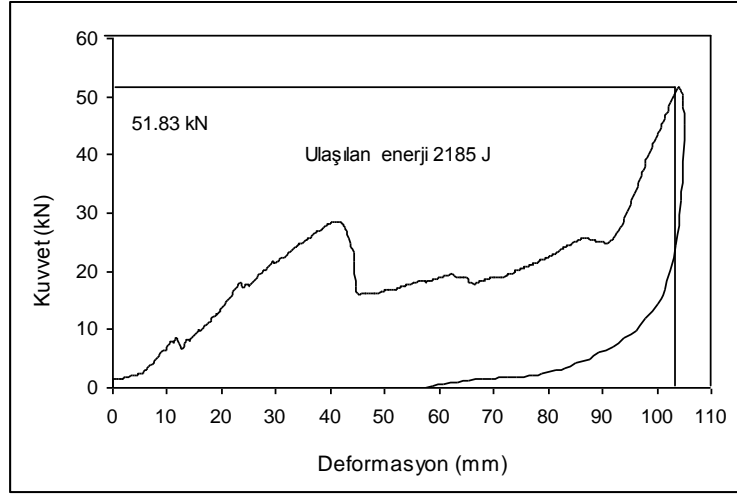
Şekil 4. Güvenli koruma bölgesi ve yer düzlemini temsil eden çubuğun durumu



Şekil 5. Yer düzlemine göre dik yapılan yükleme



Şekil 6. Traktör kaputuna dik olarak yapılan yükleme grafiği



Şekil 7. Yer düzlemine dik olarak yapılan yükleme grafiği

Sonuç olarak deney materyali olarak kullanılan bu traktör tipinde ön çarpma noktasının yeterli mukavemete sahip olduğu ve traktör üzerinde oluşan güvenli koruma bölgesinin korunduğu, traktörlerin kaportaya dik ve yer düzlemine dik olarak yapılan testlerde, sırasıyla maksimum 53 kN ve 51.83 kN yüke dayanabildiği tespit edilmiştir.

Teşekkür

Yazarlar Türk Traktör Fabrikasına çalışmaya verdiği destek için teşekkür ederler.

Kaynaklar

- Chisholm, C. J. 1979. A mathematical model of tractor overturning and impact behaviour. Journal of Agricultural Engineering Research 3(24): 375-394.
- Çay, C.İ., H. Taşbaş, A. Aygül ve H. Silileli. 2003. Tarım veya Orman Traktörlerine Takılan Koruyucu Yapılara Uygulanan Statik Test Yöntemi. Tarımsal Mekanizasyon 21. Ulusal Kongresi, 157-166 Konya.
- EEC 1987. Directive 87/402/EEC, modified with Dir. EEC 89/681, 2000/22. European Economic Community, Strasbourg.

- Myers, M. L. 2000. Prevention effectiveness of rollover protective structures, Part I: Strategy evolution. *Journal of Agricultural Safety and Health* 6(1): 29-40.
- OECD 2003. A new proposal for Roll-Over Protective Structures (ROPS)=Self deployable protective structures for agricultural tractors. AGR/CA/T(2003)23. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris, France
- OECD 2005a. Hard points to use as reference for the determination of the simulated plane: proposal from Italy/Turin. AGR/CA/T/RD(2005)19. Organisation for Economic Co-operation and Development, Beijing, China.
- OECD 2005b. Determining the front hard point in Japan. AGR/CA/T/RD(2005)29. Organisation for Economic Co-operation and Development, Beijing, China.
- OECD 2007. Front hard point selection. TAD/CA/T/RD(2007)8. Organisation for Economic Co-operation and Development, Ankara, Turkey.
- OECD 2008a. Standard Codes for The Official Testing of Agricultural and Forestry Tractors. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris, France
- OECD 2008b. OECD Code 6. Standard Code for the official testing of front mounted roll-over protective structures on narrow-track wheeled agricultural and forestry tractors. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris, France
- Schwanghart, H. 1982. Umsturzverhalten von tractoren und auswirkungen auf die schutzvorrichtungen und die sicherheit. Institut für Kraftfahrtechnik, Forderwesen und Agrartechnik Lehrstuhl für Landmaschinen, Munchen, Germany.
- Silleli, H., M. A. Dayıoğlu, A. Gültekin, K. Ekmekçi, M. A. Yıldız E. Akay ve G. Saranlı. 2007. Anchor mechanism to increase the operator clearance zone on narrow-track wheeled agricultural tractor: Prototype and first tests. *Biosystems Engineering* 97(2): 153-161.
- Silleli, H., 2007. Research on applying an anchor mechanism to orchard and vineyard tractors produced in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 31:389-398.

İletişim Adresi

Hasan H. SİLLELİ
Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Tarım Makinaları Bölümü-Ankara
Tel: 0312 596 1580
E-posta: hsilleli@agri.ankara.edu.tr