

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TEHLİKELİ MADDE KAPSAMINDAKİ ZİRAİ İLAÇLARIN ULUSLARARASI
TAŞIMA MODLARINA GÖRE PAKETLENMESİ VE
BELGELENDİRİLMESİNİN BELİRLENMESİ**

Erkan ER

**TARIM MAKİNALARI VE TEKNOLOJİLERİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

**ANKARA
2022**

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TEHLİKELİ MADDE KAPSAMINDAKİ ZİRAİ İLAÇLARIN ULUSLARARASI TAŞIMA MODLARINA GÖRE PAKETLENMESİ VE BELGELENDİRİLMESİNİN BELİRLENMESİ

Erkan ER

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Recai GÜRHAN

Gezegelimizdeki canlı sayısının çoğalması ve ekim dikim için gerekli sahaların azalmasıyla artan gıda miktarını karşılayabilmek ve minimum alandan maksimum verim alabilmek için tarımsal üretimde nasıl ki gübre tüketimine ihtiyaç duyuyorsak, pestisit tüketimi de o kadar önem arz etmektedir. Tarımsal üretim esnasında verimin azalmasına sebep olan hastalıklar, zararlı böcekler ve yabancı otlar ile savaşmak için tüketilen kimyasalların genel adı pestisit olarak isimlendirilir. Tarım ilaçlarının kullanımından önce, bu ilaçların depolanması ve taşınması da son derece riskli ve önemlidir. Yanlış bir taşıma işlemi ölümcül neticelere yol açabilir. Örneğin, gübre ve tarım ilaçları tehlikeli madde kapsamında olup, zehirli ve alevlenebilir katı veya sıvı halde bulunabilen maddelerdir. Dolayısıyla, bu tehlikeli maddelerin ulusal ve uluslararası yollarda güvenli şekilde taşınabilmesi için, ilgili uluslararası sözleşmelerdeki hükümlere uygun üretilmiş ve test edilmiş ambalajlarda taşınması zorunludur. Bu zorunluluk 06.03.2013 tarihinde UAB ile TSE arasında tarım ilaçlarının uygun kaplarda taşınması için tehlikeli mal nakliyesinde kullanılan ambalaj, basınçlı kap, konteyner, tank ve araçların test ve belgelendirmesine ilişkin protokol ile sağlanmıştır.

Bu çalışmada; tarım ilaçlarının tehlikeli madde kapsamında taşınması hususundaki uluslararası anlaşma ve yönetmelikleri ve ambalaj tiplerini derinlemesine tanımak ve taşıma modlarına göre değişen bu yönetmelikleri (ADR, RID, IMDG CODE, IATA DGR) ambalaj hükümleri kapsamında belgelendirilmesinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Ocak 2022, 136 sayfa

Anahtar Kelimeler: Ambalaj, Tarım ilacı (pestisit), Tehlikeli madde, ADR, IMDG CODE, RID, IATA DGR

ABSTRACT

Master's Thesis

DETERMINATION OF PACKAGING AND CERTIFICATION OF AGRICULTURAL DRUGS WITHIN THE SCOPE OF DANGEROUS SUBSTANCES ACCORDING TO INTERNATIONAL TRANSPORT MODES

Erkan ER

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agriculture Machines and Tecnology Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Recai GÜRHAN

Pesticide consumption is just as important as we need fertilizer consumption in agricultural production in order to meet the increasing amount of food and to get maximum efficiency from the minimum area due to the increase in the number of living things on our planet and the decrease in the areas required for planting. The general name of chemicals used to combat diseases, harmful insects and weeds that cause yield reduction during agricultural production is called pesticides (pesticides). Before the use of pesticides, the storage and transportation of these pesticides is also extremely risky and important. An incorrect relocation can have fatal consequences. For example, fertilizers and pesticides are within the scope of dangerous goods, and they are substances that can be found in toxic and flammable solid or liquid form. Therefore, in order for these dangerous goods to be transported safely on national and international roads, they must be carried in packages that have been produced and tested in accordance with the provisions of the relevant international conventions. This obligation was provided by the protocol on testing and certification of packages, pressure vessels, containers, tanks and vehicles used in dangerous goods transportation between UAB and TSE on 06.03.2013 for the transportation of pesticides in suitable containers.

It is aimed to get to know the international agreements and regulations and packaging types on the transportation of pesticides within the scope of dangerous goods and to document these regulations (ADR, RID, IMDG CODE, IATA DGR) that change according to the transportation modes, within the scope of packaging provisions in this study.

January 2022, 136 pages

Key Words: Packaging, Pesticide, Dangerous substance, ADR, IMDG CODE, RID, IATA DGR.

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Öncelikle bana bu konuda derinlemesine araştırma yapma, yeni bilgiler öğrenme imkanı sunan ve değerli fikirleriyle bana ışık tutan Sayın Prof. Dr. Recai GÜRHAN'a, Ankara Üniversitesi Tarım makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerine, tez yazım aşamasında her türlü fedakarlığı yapan değerli eşim Burcu ER'e, kıymetli kızım Duru ER'e ve oğlum Mehmet Giray ER'e teşekkür ederim.

Bu çalışma, tarım ilaçlarının tehlikeli madde kapsamında özel ambalajların kara yolu, deniz yolu, demir yolu ve hava yolu modlarında taşınması hususunda rehber olacak nitelikte hazırlanmıştır. Ambalajların tipleri, teknik özellikleri, üretimi, ilgili yönetmelikler kapsamında yapım şartları ve uygulanacak testler hakkında detaylı bilgiler içermektedir.

Erkan ER
Ankara, Ocak 2022

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	6
3.1 Materyal	6
3.1.1 Tarım ilaçları (pestisitler) hakkında genel bilgiler	6
3.1.2 Pestisitlerin kullanımı	7
3.1.3 Pestisitlerin saklanması	13
3.1.4 ADR, RID, IMDG CODE, IATA DGR yönetmeliklerine genel bakış	14
3.1.5 Tehlikeli maddenin özellikleri ve sınıflandırılması.....	15
3.1.6 ADR kapsamında tarım ilaçlarının (pestisitlerin) ayrıştırılması	16
3.2 Yöntem	20
3.2.1 Uluslararası sözleşmeler kapsamında tüm taşıma modlarına göre tarımsal ilaçların ambalajlanması ve taşınması.....	20
3.2.2 Paketleme ve ambalaj	21
3.2.3 Ambalajlama şartları.....	22
3.2.4 Tehlikeli malların taşınmasında kullanılan genel ambalajlar ve IBC	24
3.2.5 İlgili yönetmelikler ışığında ambalaj tasarım tipinin belirlenmesi ve ambalaj seçimi.....	25
3.2.6 İlgili yönetmeliklere göre ambalaj, IBC tipleri ve özellikleri.....	31
3.2.7 Tüm taşıma modlarında tehlikeli madde taşıyan ambalajlar ve IBC'lerin özellikleri, yapım şartları	41
3.2.8 Metal IBC' ler için sonlu eleman yöntemi ile gerilme analizi	77
3.2.9 IBC analiz bulguları ve değerlendirilmesi	108
3.2.10 Ambalajların test gereksinimleri	109
3.2.11 Tüm taşıma modlarında tehlikeli madde taşıyan ambalajların onaylı işaret gereklikleri	112
3.3 Araştırma Bulguları.....	114
3.3.1 Tehlikeli madde taşıyan ambalajların ADR 2021, RID 2021, IMDG CODE 2020 VE IATA DGR 2021 yılları versiyonları kapsamında karşılaştırılması	114
4. SONUÇ	115
KAYNAKLAR	118
ÖZGEÇMİŞ	119

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

V_i	Bileşenlerinin her birinin uçuculuğunun hızı
P_i	Basınç
R	Uçuculuğun LC50'ye oranının
LC _{50i}	Bileşeninin ml\m ³ cinsinden ortalama ölümcül konsantrasyonu
f_i	Karışımındaki i bileşeninin mol oranı
C	Karışımında A, B, ..., Z bileşenlerinin konsantrasyon yüzdesi
T	A, B, ... Z bileşenlerinin oral LD50 değerleri

Kısaltmalar

ADR	Tehlikeli Malların Karayolu İle Uluslararası Taşımacılığına İlişkin Avrupa Anlaşması (European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road)
B.B.B.	Başka Bir Biçimde Belirtilmedikçe
BM	Birleşmiş Milletler
BMAEK	Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu
DDT	Çok Zehirli ve İnatçı Bir Böcek Öldürücü
EPA	Eikosapentaenoik Asit
FT	Alevlenebilir sıvılar, zehirli:
GHS	Birleşmiş Milletler Kimyasalların Sınıflandırılması ve Etiketlenmesi Konusunda Küresel Uyumluluk Sistemi (Globally Harmonised System of Classification and Labelling of Chemicals)
IATA-DGR	Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği'nin Tehlikeli Mallar Talimatları (International Air Transport Association- Cenevre Dangerous Goods Regulations)
IBC	Orta Boy Dökme Yük Konteyneri
ICAO-TI	Havayoluyla Tehlikeli Malların Güvenli Taşımacılığı için Teknik Talimatlar
IMDG CODE	Uluslararası Denizcilik Tehlikeli Yükler Kodu (International Maritime Dangerous Goods Code)
IMO	Uluslararası Denizcilik Örgütü
KOTİF	Uluslararası Demiryolu Taşımalarına İlişkin Anlaşma
LC	Ölümcül Aşındırıcı
LD	Öldürücü Doz
OTİF	Demiryolu ile Uluslararası Taşımalar Hükümetler arası Örgütü
RID	Tehlikeli Malların Demiryolları İle Uluslararası Taşımacılığına İlişkin Düzenlemeler (Regulations concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Rail)
SOLAS	Denizde Can Güvenliği Uluslararası Sözleşmesi
T	Zehirli maddeler
TC	Zehirli maddeler, aşındırıcı
TF	Zehirli maddeler, alevlenebilir
TFC	Zehirli maddeler, alevlenebilir, aşındırıcı;

TFW	Zehirli maddeler, alevlenebilir, su ile temas ettiğinde gazlar açığa çıkartan.
TO	Zehirli maddeler, yükseltgen
TOBB	Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği
TS	Zehirli maddeler, kendiliğinden ısınan
TW	Zehirli maddeler, su ile temas ettiğinde alevlenebilir gazlar açığa çıkartan
UAB	Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı
UN No	(BM Numaraları) Madde ya da eşyaların Birleşmiş Milletler Model Yönetmeliklerinden alınmış dört basamaklı tanımlama numarası



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Pestisitlerin tarımda kullanımı	2
Şekil 1.2 Tehlikeli malların taşınmasına dair BM tavsiyeleri.....	2
Şekil 1.3 Test ve kriterleri el kitabı.....	2
Şekil 1.4 ADR sözleşmesi.....	3
Şekil 1.5 RID.....	3
Şekil 1.6 IMDG CODE.....	3
Şekil 1.7 IATA DGR	3
Şekil 1.8 ICAO TI.....	3
Şekil 3.1 Tarım ilaçları sınıflarına göre gezegenimizde tarım ilacı tüketimi.....	7
Şekil 3.2 Tarım ilaçları sınıflarına göre Türkiye’de pestisit tüketimi.....	8
Şekil 3.3 Alevlenebilir zehirli pestisitlerin UN numaralandırılması.....	17
Şekil 3.4 İkincil tehlikesi olmayan zehirli pestisitlerin UN numaralandırılması	18
Şekil 3.5 İkincil tehlikesi olmayan ve olan zehirli pestisitlerin UN numaralandırılması.....	19
Şekil 3.6 Modlara göre tehlikeli mal taşımacılığının oranları (MEB yayını, 2011)	20
Şekil 3.7 İç içe kombine zirai ilaç paketlemesi.....	23
Şekil 3.8 Çelik varil	23
Şekil 3.9 Teneke kutu.....	23
Şekil 3.10 Plastik varil	23
Şekil 3.11 İç içe paketleme (kombine) (MEB yayını, 2011)	24
Şekil 3.12 Çuval (MEB yayını, 2011).....	24
Şekil 3.13 Esnek IBC (Big bag).....	24
Şekil 3.14 Plastik IBC	24
Şekil 3.15 Tek ambalaj- 1A2 çıkarılabilir başlıklı çelik varil.....	29
Şekil 3.16 Kombine ambalaj	30

Şekil 3.17 Dışı kontrplak kutu içi metal kutu olan kombine ambalaj	30
Şekil 3.18 Çelik varil için uygun dikiş örneği.....	42
Şekil 3.19 Çelik varil çember aparatı	42
Şekil 3.20 Çelik varil örnekleri	42
Şekil 3.21 Çelik varil için imalat akış şeması örneği	44
Şekil 3.22 Teneke bidon.....	45
Şekil 3.23 Çember kapaklı kova	45
Şekil 3.24 Küçük alüminyum varil	47
Şekil 3.25 Büyük alüminyum varil örnekleri	47
Şekil 3.26 1B1 örneği.....	47
Şekil 3.27 1D Kontrplak varil örneği	49
Şekil 3.28 1G Kontrplak varil örneği	50
Şekil 3.29 3H1 plastik bidon	51
Şekil 3.30 1H2 plastik varil.....	51
Şekil 3.31 5 litrelik tarım ilacı ambalajı.....	51
Şekil 3.32 Şişirme makinesi	52
Şekil 3.33 Şişirme prosesi	53
Şekil 3.34 Plastik ambalaj üretiminde şişirme prosesi.....	53
Şekil 3.35 Teneke kutu.....	54
Şekil 3.36 3A1 Çelik bidon.....	54
Şekil 3.37 3B1 Alüminyum bidon	54
Şekil 3.38 Örnek bidon üretim akış diyagramı	55
Şekil 3.39 4D Kontrplak kutu örnekleri	56
Şekil 3.40 4G Oluklu mukavva kutu örneği.....	56
Şekil 3.41 Çelik kutu (4A) örneği	57
Şekil 3.42 5H3 Suya dayanıklı örme plastik torba.....	58

Şekil 3.43 Dışi kontraplak kutu içi metal kutu kombine ambalaj	59
Şekil 3.44 Korumasız metal IBC	60
Şekil 3.45 Korumalı metal IBC.....	61
Şekil 3.48 Kumaş tipi esnek IBC	64
Şekil 3.49 Sert plastik IBC görselleri.....	66
Şekil 3.50 Metal paletli sert plastik IBC	67
Şekil 3.51 Dışi metal içi plastik kaplı kompozit IBC.....	69
Şekil 3.52 Ahşap paletli dışi metal içi plastik kaplı kompozit IBC	70
Şekil 3.53 İstiflenmiş dışi metal içi plastik kompozit IBC’ler	70
Şekil 3.54 Mukavva IBC	73
Şekil 3.55 Ahşap IBC örnekleri	75
Şekil 3.56 İstiflenmiş ahşap IBC örnekleri	75
Şekil 3.57 Eleman tipleri.....	78
Şekil 3.58 Ansys Shell 181 eleman teknolojisi -1.....	79
Şekil 3.59 Ansys Shell (Yüzey)181 eleman teknolojisi -2	79
Şekil 3.60 Sonlu eleman analizi aşamaları.....	84
Şekil 3.61 Mesh eleman sayısı ve yaklaşım metodu.....	85
Şekil 3.62 Kaynak bağlantı çizgileri	87
Şekil 3.63 MPC ile bağlanmış kaynak desenleri.....	88
Şekil 3.64 MPC birleştirme hattı, köşe dönüşü.....	88
Şekil 3.65 MPC birleştirme köşe düğüm noktaları desenleri.....	89
Şekil 3.66 MPC birleştirme – kenar nodları bağlantı desenleri	89
Şekil 3.67 Mesh eleman sayısına göre sonuçların doğruluğu grafiğı	91
Şekil 3.68 Ağ boyutu 3 mm olan eleman ile örölmüş 3D yapının genel görüşü	92
Şekil 3.69 Shell 181 ağ örgü yapısı.....	92
Şekil 3.70 Elemanların model üzerindeki dağılımı.....	93

Şekil 3.71 Ağ yapısının eleman kalite değerleri dağılımı (element quality).....	93
Şekil 3.72 Elemanların aspect ratio oranları dağılımı.....	94
Şekil 3.73 3 mm eleman kalınlığındaki yapının skewness dağılım oranı	94
Şekil 3.74 3 mm kalınlık ve 2.5 bar basınç altındaki ıbc sisteminin gerilme dağılımı	95
Şekil 3.75 3 mm mesh boyutu ve 2.5 bar basınç altında mesh dağılımı ve von misses gerilme dağılımı	95
Şekil 3.76 Yapının 3 mm mesh boyutu ve 2.5 bar basınç altında, sistemin elastik şekil değiştirme oranı	96
Şekil 3.77 3 mm mesh boyutu ve 2.5 bar basınç altında, sistemin toplam deformasyon değeri.....	96
Şekil 3.78 3 mm mesh boyutu ve 2.5 bar basınç altındaki sistemin şekil değiştirme enerjisi dağılımı.....	97
Şekil 3.79 Yapısal hata oranı	97
Şekil 3.80 Gövde için membran gerilme.....	98
Şekil 3.81 Azami kayma gerilmesi	98
Şekil 3.82 2.5 bar 3 mm et kalınlık için eşdeğer gerilme.....	100
Şekil 3.83 2.5 bar 2 mm et kalınlık için eşdeğer gerilme.....	100
Şekil 3.84 2.5 bar 1.7 mm et kalınlık için eşdeğer gerilme.....	101
Şekil 3.85 2.5 bar 1.6 mm et kalınlık için eşdeğer gerilme.....	102
Şekil 3.86 2.5 bar 1.5 mm et kalınlık için eşdeğer gerilme.....	102
Şekil 3.87 2 bar 3 mm et kalınlık için eşdeğer gerilme.....	104
Şekil 3.88 2 bar 2 mm et kalınlık için eşdeğer gerilme.....	104
Şekil 3.89 2 bar 1.7 mm et kalınlık için eşdeğer gerilme.....	105
Şekil 3.90 2 bar 1.5 mm et kalınlık için eşdeğer gerilme.....	106
Şekil 3.91 2 bar 1.38 mm et kalınlık için eşdeğer gerilme.....	106
Şekil 3.92 2 bar 1.35 mm et kalınlık için eşdeğer gerilme.....	107

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 Ulaşım yöntemlerine göre yetkili kuruluşlar ve uluslararası mevzuatlar	4
Çizelge 3.1 Bazı ürünler ve bu ürünleri muhafaza için tüketilen tarım ilaçları	9
Çizelge 3.2 EPA'nın tarım ilaçları (pestisitler) ile ilgili toksisite sınıfları ve ambalajlarda yazılması gereken uyarı sözcükleri	12
Çizelge 3.3 DSÖ tarafından önerilen pestisit tehlike gruplandırması.....	13
Çizelge 3.4 Tehlikeli önceliği tablosu.....	17
Çizelge 3.5 Alevlenebilir sınıflar için parlama noktasına göre paketleme grupları tablosu	18
Çizelge 3.6 Taşıma modlarına göre karşılaştırma.....	21
Çizelge 3.7 UN 2902, 2588 ve 3011 maddelerinin ambalajlama ve yapı özellikleri.....	25
Çizelge 3.8 P001 paketleme talimatı kapsamında izin verilen ambalaj tipleri	26
Çizelge 3.9 P001 paketleme talimatı kapsamında izin verilen ambalaj tipleri devamı	27
Çizelge 3.10 P207 Paketleme talimatı kapsamında izin verilen ambalaj tipleri	28
Çizelge 3.11 Variller için malzemeye göre kontrol edilmesi gereken özellikler	32
Çizelge 3.12 Variller için imalat aşamasında kontrol edilecek süreçler	32
Çizelge 3.13 Variller için imalat esnasında kontrolü gerekli maddeler ve tipik ölçme sıklıkları	33
Çizelge 3.14 Tehlikeli madde taşıyan varil ambalajı için bitmiş ürün kontrolünde üretici tarafından yapılması önerilen deneyler ve tipik sıklıkları.....	33
Çizelge 3.15 Bidonlar için malzemeye göre kontrol edilmesi gereken özellikler	34
Çizelge 3.16 Bidonlar için imalat aşamasında kontrol edilecek süreçler.....	34
Çizelge 3.17 Bidonlar için imalat esnasında kontrolü gerekli maddeler ve tipik ölçme sıklıkları.....	34
Çizelge 3.18 Tehlikeli madde taşıyan bidon ambalajı için bitmiş ürün kontrolünde üretici tarafından yapılması önerilen deneyler ve tipik sıklıkları.....	35
Çizelge 3.19 Kutular için malzemeye göre kontrol edilmesi gereken özellikler	36

Çizelge 3.20 Kutular için imalat aşamasında kontrol edilecek süreçler	36
Çizelge 3.21 Kutular için imalat esnasında kontrolü gerekli maddeler ve tipik ölçme sıklıkları	37
Çizelge 3.22 Tehlikeli madde taşıyan kutu ambalajı için bitmiş ürün kontrolünde üretici tarafından yapılması önerilen deneyler ve tipik sıklıkları.....	37
Çizelge 3.23 Torbalar için malzemeye göre kontrol edilmesi gereken özellikler.....	38
Çizelge 3.24 Torbalar için imalat aşamasında kontrol edilecek süreçler.....	38
Çizelge 3.25 Torbalar için imalat esnasında kontrolü gerekli maddeler ve tipik ölçme sıklıkları.....	39
Çizelge 3.26 Tehlikeli madde taşıyan torba ambalajı için bitmiş ürün kontrolünde üretici tarafından yapılması önerilen deneyler ve tipik sıklıkları.....	39
Çizelge 3.27 İnce metal ambalaj tipleri.....	39
Çizelge 3.28 İnce metal ambalaj için malzemeye göre kontrol edilmesi gereken özellikler.....	40
Çizelge 3.29 İnce metal ambalaj için imalat aşamasında kontrol edilecek süreçler	40
Çizelge 3.30 İnce metal ambalaj için imalat esnasında kontrolü gerekli maddeler	40
Çizelge 3.31 Tehlikeli madde taşıyan ince metal ambalaj için bitmiş ürün kontrolünde üretici tarafından yapılması önerilen deneyler.....	40
Çizelge 3.32 Çelik tiplerinin bileşimleri (ağırlıkça yüzde).....	45
Çizelge 3.33 Metal IBC'ler için malzemeye göre kontrol edilmesi gereken özellikler.....	61
Çizelge 3.34 Metal IBC'ler için imalat aşamasında kontrol edilecek süreçler.....	61
Çizelge 3.35 Metal IBC'ler için imalat esnasında kontrolü gerekli maddeler ve tipik ölçme sıklıkları.....	62
Çizelge 3.36 Tehlikeli madde taşıyan metal IBC'ler için bitmiş ürün kontrolünde üretici tarafından yapılması önerilen deneyler ve tipik sıklıkları.....	62
Çizelge 3.37 İlgili uluslararası anlaşmalar kapsamında metal IBC'lere yapılması gereken tip testleri	63
Çizelge 3.38 Esnek IBC'ler için malzemeye göre kontrol edilmesi gereken özellikler.....	64
Çizelge 3.39 Esnek IBC'ler için imalat aşamasında kontrol edilecek süreçler.....	65

Çizelge 3.40 Esnek IBC'ler için imalat esnasında kontrolü gerekli maddeler ve tipik ölçme sıklıkları.....	65
Çizelge 3.41 Tehlikeli madde taşıyan esnek IBC'ler için bitmiş ürün kontrolünde üretici tarafından yapılması önerilen deneyler ve tipik sıklıkları.....	65
Çizelge 3.42 İlgili uluslararası anlaşmalar kapsamında esnek IBC'lere yapılması gereken tip testleri	66
Çizelge 3.43 Sert plastik IBC'ler için imalat aşamasında kontrol edilecek süreçler	67
Çizelge 3.44 Sert plastik IBC'ler için imalat esnasında kontrolü gerekli maddeler ve tipik ölçme sıklıkları.....	68
Çizelge 3.45 Tehlikeli madde taşıyan sert plastik IBC için bitmiş ürün kontrolünde üretici tarafından yapılması önerilen deneyler ve tipik sıklıkları.....	68
Çizelge 3.46 İlgili uluslararası anlaşmalar kapsamında sert plastik IBC'lere yapılması gereken tip testleri	69
Çizelge 3.47 Plastik iç kaba sahip kompozit IBC için malzemeye göre kontrol edilmesi gereken özellikler	71
Çizelge 3.48 IBC Tipi için imalat aşamasında kontrol edilecek süreçler	71
Çizelge 3.49 IBC Tipi için imalat esnasında kontrolü gerekli maddeler ve tipik ölçme sıklıkları.....	71
Çizelge 3.50 Tehlikeli madde taşıyan bitmiş ürün kontrolünde üretici tarafından yapılması önerilen deneyler ve tipik sıklıkları	72
Çizelge 3.51 İlgili uluslararası anlaşmalar kapsamında sert plastik IBC'lere yapılması gereken tip testleri	72
Çizelge 3.52 Mukavva IBC tipleri	73
Çizelge 3.53 Mukavva IBC'ler için malzemeye göre kontrol edilmesi gereken özellikler.....	74
Çizelge 3.54 Mukavva IBC'ler için imalat aşamasında kontrol edilecek süreçler	74
Çizelge 3.55 Mukavva IBC için imalat esnasında kontrolü gerekli maddeler.....	74
Çizelge 3.56 Tehlikeli madde taşıyan mukavva IBC için bitmiş ürün kontrolünde üretici tarafından yapılması önerilen deneyler.....	74
Çizelge 3.57 İlgili uluslararası anlaşmalar kapsamında mukavva IBC'lere yapılması gereken tip testleri	75
Çizelge 3.58 Ahşap IBC'ler için malzemeye göre kontrol edilmesi gereken özellikler.....	76

Çizelge 3.59 Ahşap IBC'ler için imalat esnasında kontrolü gerekli maddeler	76
Çizelge 3.60 Tehlikeli madde taşıyan ahşap IBC'ye bitmiş üründe yapılması önerilen testler ve sıklıkları	76
Çizelge 3.61 İlgili uluslararası anlaşmalar kapsamında ahşap IBC'lere yapılması gerekten tip testleri	77
Çizelge 3.62 Kapasiteye göre duvar kalınlığı tablosu.....	80
Çizelge 3.63 TS EN 10028-7 Standardı	83
Çizelge 3.64 Optimum mesh sayısının bulunması	90
Çizelge 3.65 2.5 bar basınç altında et kalınlıklarına göre gerilmeler tablosu	99
Çizelge 3.66 2 bar basınç altında et kalınlıklarına göre azami gerilmeler tablosu	103
Çizelge 3.67 Uygulanan test basıncına göre minimum et kalınlığı ve gerilme değerleri.....	108
Çizelge 3.68 ADR kapsamında tehlikeli madde taşıyan ambalajlara yapılması gerekten tip testleri	110

1. GİRİŞ

Herhangi bir ülkenin mali varlıklarının değerlendirilmesi, başka devletlerle ticari, kültürel vb. birlikteliğin kurulabilmesi ve sürdürülebilmesi için en önemli unsur, ulaşım sektörüdür. Globalleşmenin hızla arttığı bu yıllarda işlevli bir ulaşım yöntemine sahip olmayan bir devletin gelişmiş devletler içinde bir yer alabilmesi imkansız görülmektedir.

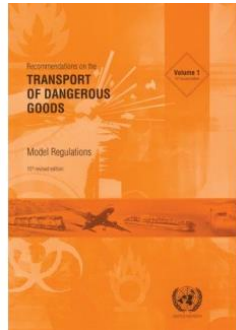
Tehlikeli madde lojistiği, günümüzde önemle üstünde durulan bir lojistik dalıdır. Son yıllarda tehlikeli maddelerin birçok sektörde kullanılmasına ve teknolojinin gelişmesine bağlı olarak tehlikeli madde lojistiğine olan ihtiyaç da artmaktadır. Tehlikeli maddeler, özelliklerinden dolayı çok özenli bir şekilde taşınması gereken maddelerdir. Tehlikeli madde lojistiğinde malın kabulünden yüklenmesine, taşınmasından boşaltılmasına kadar geçen süreçte emniyet en ön planda tutulmaktadır. Bu sebeple tarım ilaçlarının depolanması veya taşınması ürün alınacak yerlere girişi, güvenliği ve iş sağlığı açısından risk teşkil etmektedir.

Günümüzde tarımda en çok kullanılan, soframıza gelen ürünlerin yetişmesinde önemli bir rol oynayan tarım ilaçları (pestisitler) da, tehlikeli madde kapsamındadır. Tarım ilaçları günlük hayatımızda bu kadar çok kullanılırken, ulusal ve uluslararası yollarda nasıl taşındığı fazla bilinmemektedir. Aşağıda belirtildiği şekilde, tehlikeli maddelerin taşıma modlarında nasıl taşındığı, ilgili taşıma modlarının uluslararası anlaşmaları ve ilgili kitaplarında tüm hükümleri ve kuralları uygulanmaktadır.

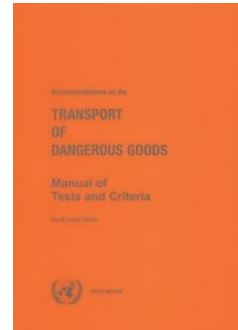


Şekil 1.1 Pestisitlerin tarımda kullanımı

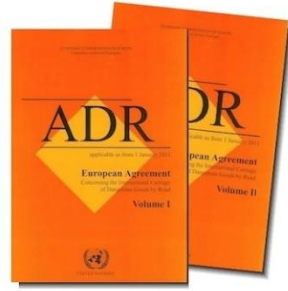
Tehlikeli yüklerin/malların ulusal ve uluslararası taşıma modlarında taşınmasına yönelik tüm uluslararası anlaşma ve yönetmeliklerin dayandığı ve temelini oluşturan kitap, Tehlikeli Malların Taşınmasına Dair Birleşmiş Milletler Tavsiyeleri, “Turuncu Kitap” olarak bilinir. Bu kitap, BM Ekonomik ve Sosyal Konseyi’nin Tehlikeli Malların Taşımacılığı konusunda Uzmanlar Komitesi tarafından geliştirilmiş olup, tehlikeli madde dolaşımında çok büyük önem arz etmektedir. Aşağıda Şekil 1.2 ila 1.8 arasında gösterilen resimlerde, turuncu kitap, test ve kriterleri el kitabı ve tüm taşıma modlarına göre oluşturulmuş kitaplar görülmektedir.



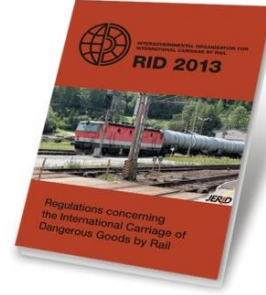
Şekil 1.2 Tehlikeli malların taşınmasına dair BM tavsiyeleri



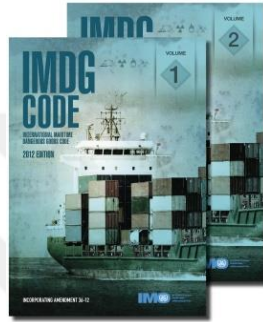
Şekil 1.3 Test ve kriterleri el kitabı



Şekil 1.4 ADR sözleşmesi



Şekil 1.5 RID



Şekil 1.6 IMDG CODE



Şekil 1.7 IATA DGR



Şekil 1.8 ICAO TI

Yukarıdaki kitaplardan, The Manual of Tests and Criteria Tehlikeli Malların Taşınmasına Dair Birleşmiş Milletler Tavsiyelerinde bölüm 2 ve bölüm 3 hükümlerine uygun olarak, tehlikeli malların sınıflandırılmasında kullanılmak için test metot ve prosedürlerini ve kimyasalların sınıflandırılması ve etiketlenmesi konusunda global uyumlaştırılmış sistemine göre kimyasalların fiziksel tehlikelerini içermektedir.

Farklı ulaşım türü için zararlı malların yolculuğuna ilişkin oluşturulan kurallara yönelik mevzuat ve yetkili kuruluşlar Çizelge 1.1’de verilmiştir.

Çizelge 1.1 Ulaşım yöntemlerine göre yetkili kuruluşlar ve uluslararası mevzuatlar

Ulaşım Yöntemi	Uluslararası Mevzuatlar	Yetkili Kuruluş
Deniz Yolu	IMDG CODE	IMO
Demir Yolu	RID	OCTI
Hava Yolu	ICAO-TI/ IATA-DGR	ICAO / IATA
Kara Yolu	ADR	UNECE

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Prof. Dr. Mehmet YILDIZ1, Prof. Dr.M.Oktay GÜRKAN, Dr. Cafer TURGUT Dr.Ümmühan KAYA, Gültekin ÜNAL tarafından yapılan, tarımsal savaşımında kullanılan pestisitlerin yol açtığı çevre sorunları konulu çalışmada; pestisit-çevre etkileşimi ile ilgili yoğun araştırma ve dolayısıyla bilgi birikiminden sonra pestisitlerin ruhsatlandırılması ve kullanımına daha sıkı denetim ve kısıtlamalar getirildiğine değinmiştir. Buna paralel olarak da ruhsatlandırma aşamasında çevre ile ilgili olarak hemen tüm dünyada kabul edilen standart metotlarda, elde edilen bilgi ve belge sayısında hızlı bir artış olduğu belirtilmiştir.

Osman TİRYAKİ, Ramazan CANHİLAL ve Sümer HORUZ'un, Erciyes Üniversitesi Seyrani Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümünde hazırlamış olduğu tarım ilaçları kullanımı ve riskleri konulu araştırmada; Türkiye'de, AB ülkelerinde ve Dünyada pestisit kullanımı karşılaştırılmış ve pestisit kullanımının avantaj ve dezavantajları ile pestisitlerin tarımsal ekosistemdeki davranışları açıklanmıştır. Ayrıca güvenli ve etkili olarak pestisitlerin uygulanması, ürünlerde olası kalıntı ve bu kalıntıya etki eden faktörler gibi konulara değinilmiştir. Bunların yanında AB hızlı alarm sisteminde yayınlanan kalıntı yönünden uyarı alan ülkelerin durumu karşılaştırılmıştır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Tarım ilaçları (pestisitler) hakkında genel bilgiler

Tarımsal üretim esnasında verimin azalmasına, alınacak ürün miktarının düşmesine sebep olan hastalıklar, yabancı otlar vb. ile savaşmak için kullanılan kimyasalların genel ismi pestisit olarak adlandırılır.

Pestisitler, kimyasal yapılarına ve etki alanlarına göre farklı kategoriler altında değerlendirilmiştir. Bugünün şartlarında etkin maddesine göre tarım ilacı el kitabına giren 500’den fazla pestisit ve bunların çeşitli formülasyonları ile oluşturulmuş 2000 ‘den çok ticari isimde tarım ilacı vardır.

Pestisitlerin zehir etkileri, kimyasal yapılarına göre değişiklik ile belirlenmektedir. Zehir etkileri, kobay hayvanlar üzerinde örneklem yapılarak bulunan pestisitlerin zehirlilik oranları lethal doz diye bilinen LD50 seviyesi ile ifade edilir. LD 50 kobay hayvanlarında bir seviye yapılmasında %50 sini öldüren doz seviyesidir. LD50 seviyesi ne kadar küçük olursa zehirlilik oranı o kadar tavan yapar. Pestisitler bu seviyelere göre de fazla zehirli, zehirli, zehirsiz gibi kategorilere ayrışır. (Web Sitesi: <https://drt.com.tr/Blog/Tarim-Ilaclari-Pestisitler/1056> Erişim Tarihi: 10.05.2021).

Pestisitler kötü etkilerine karşı çeşitli faktörlerde görünmektedir. Bunlar;

Mide Toksik

Değme Toksik

Solunum Toksik

Sinir Toksik gibi.

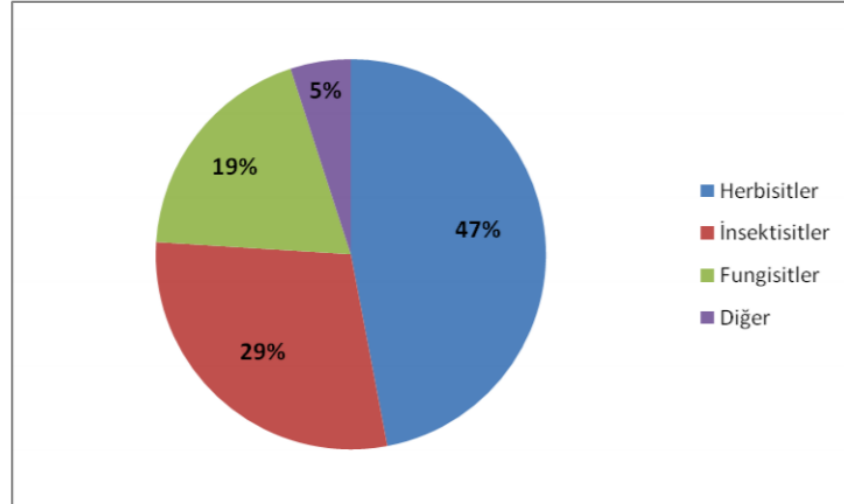
Tarım ilaçları (pestisitler) tüketimlerine göre de ikiye bölünmektedir:

- Tarımsal uygulama
- Tarımsal olmayan uygulama

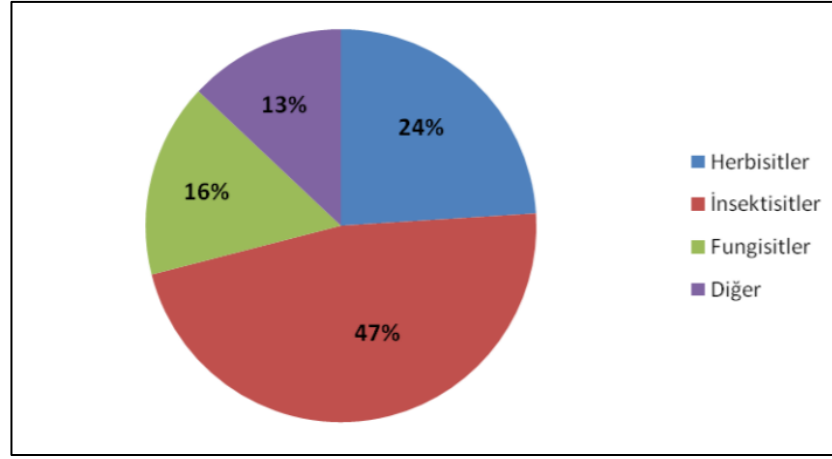
3.1.2 Pestisitlerin kullanımı

Pestisitler yalnızca işinde uzman uygulayıcılarına değil minik ambalajlar halinde sıradan vatandaşların tüketmesi için de öne sürülmektedir. Tarım ilaçlarının (pestisitlerin) ana uygulama çevreleri şunlardır:

- Tarımsal üretim
- Bahçecilik
- Balık yetiştiriciliği, balık tanımı
- Ormancılık
- Endüstriyel böcek kontrolü
- Gıda saklanması
- Beşeri ilaç olarak



Şekil 3.1 Tarım ilaçları sınıflarına göre gezegenimizde tarım ilacı tüketimi



Şekil 3.2 Tarım ilaçları sınıflarına göre Türkiye’de pestisit tüketimi

Gezegelimizde pestisit sınıflarına göre pestisit tüketimi Şekil 3.1’de verilmiştir. Türkiye’de pestisit kullanımı yaklaşık 33.000 tondur. Bu değerin %47’sini insektisitler, %24’ünü herbisitler, %16’sını fungusitler, %13’ ünü de başka sınıflar yer edinmiştir (Şekil 3.2) (Tiryaki O., Canhilal R. ve Horuz S., 2010).

Tarımsal pestisitler

Tarımsal pestisitlerin sebze ve meyvelerdeki kullanımı Çizelge 3.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1 Bazı ürünler ve bu ürünleri muhafaza için tüketilen tarım ilaçları

ÜRÜNLER	İNSEKTİSİT	FUNGİSİT	HERBİSİT
Acı Kavun	Ambush, Neemix, Pyrellin, Pyrethrin	Aliette, Ridomil	-
Arpa	Aldrin, Dieltrin, dimethoate, Lindane	-	Cyanazine, MCPA, MCPB Alachlor, Pendimethalin, Trifluralin
Ayçiçeği Tohumu	Carbofuran, Lindane	-	-
Brokoli	Admire, Ambush, Bts, Dimethoate, Lannate, Malathion, Neemix, Provado, Sevin	Aliette, Benlate, Sulfür, Ridomil	Poast, Trefar, Treflan
Buğday	Dimethoate, Lindane	-	Chlorotoluron, Cyanazine, 2,4-D, mecoprop 2,4-DB, Isoproturon
Çilek	Agri-mek, Bts, Kelthane, Lannate, Malathion, Sevin, Thiodan, Vendex	Aliette, Benlate, Bravo, Ridomil, Rovral, Sulfür, Topsin	Devrinol, Poast
Dan	Aldicarb, Carbofuran, Lindane	-	Atrazine, Cyanazine, Simazine
Dereotu	Bts, Pyrellin, Pyrethrin	Benlate	-
Domates	Admire, Asana, Diazinon, Dimethoate, Kalthane, Lannate, Malathion, Neemix, Provado, Sevin, Thiodan, Trigard, Vydate	Benlate, Bakır Sulfat, Bravo, Aliette, Champ, Ridomil, Sulfür	Devrinol, Poast, Treflan
Elma	Dimethoate, Lindane, 1,3-dichloropropen	-	2,4-D, Simazine, Pendimethalin
Enginar	Ambush, Pyrethrin, Trigard	-	-
Fasulye çeşitleri	Asana, Bts, Diazinon, Dimethoate, Kelthane, Lannate, Malathion, Neemix, Sevin, Thiodan	Benlate, Bravo, Champ, Bakır Sulfat, Ridomil, Rovral, Sulfür	Poast, Treflan
Fesleğen	M-pede, Neemix, Pyrellin, Pyrethrin	-	Devrinol
Hardal	Admire, Ambush, Bts, Lannate, Malathion, Neemix, Provado, Sevin	Aliette, benlate, sulfür	Poast, treflan
Havuç	Asana, Diazinon, Lannate, Malathion, Neemix, Sevin, Thiodan, Vydate	Bravo, Bakır Sulfat, Ridomil, Sulfür	Fusilade, Treflan

Çizelge 3.1 Bazı ürünler ve bu ürünleri muhafaza için tüketilen tarım ilaçları (devamı)

Ispanak	Admire, Diazinon, Dimethoate, Lannate, Malathion, Neemix, Thiodan, Trigard	Bakır Sülfat, Ridomil	Poast, Spin-Aid
Kabuklular (findık, fıstık, ceviz)	Aldicarb, Carbofuran, Dibromide, Ethylene	-	Alachlor, 2,4-DB, Metolachlor, Pendimethalin
Kahve	Aldicarb, Carbofuran, Dimethoate	-	Simazine, Terbutylazine
Kakao	Dimethoate, Lindane	-	Simazine, Terbutylazine
Kara lahana	Admire, Diazinon, Dimethoate, Lannate, Malathion, Neemix, Provado, Sevin	Sülfür	Treflan
Karnabahar	Admire, Ambush, Bts, Dimethoate, Lannate, Malathion, Neemix, Provado, Sevin	Bravo, Champ, Bakır Sülfat, Ridomil, Sülfür	Poast, Trefar, Treflan, Goal
Kıvrıcık	Admire, Diazinon, Dimethoate, Lannate, Malathion, Neemix, Thiodan, Trigard	Champ, Bakır Sülfat, Ridomil, Sülfür	Poast
Kuşkonmaz	Ambush, Lannate, Malathion, Sevin	Aliette, Ridomil, Sülfür	Devrinol, Treflan
Lahana	Admire, Ambush, Bts, Diazinon, Dimethoate, Malathion, Neemix, Thiodan, Sevin, Pyrethrin	Aliette, Benlate, Bakır Sülfat, Ridomil, Sülfür	Poast, Trefar, Treflan, Roundup
Mantar	Ambush, diazinon, malathion	-	-
Maydanoz	Ambush, Bts, Diazinon, Malathion, Lannate, Sevin	Aliette	Prometryne, Roundup
Mısır	Ambush, Asana, Diazinon, Bts, Lannate, Malathion, Pyrellin, Pyrethrin, Sevin	Bravo, Sülfür	Dual, Prowl
Muz	Aldicarb, Carbofuran	-	Simazine
Nane	Bts, Malathion, Pyrellin, Pyrethrin	Bravo, Sülfür	Goal, Treflan
Pamuk	Aldicarb, Carbofuran, Dimethoate, Endrin	-	Alachlor, Cyanazine, Trifluralin
Pancar	Diazinon, Neemix, Malathion, Sevin	Bakır Sülfat, Sülfür, Ridomil	Pyramin, Spin-aid
Patlıcan	Admire, Ambush, Asana, Bts, Lannate, Malathion, Pyrellin, Pyrethrin, Sevin, Thiodan,	Bakır Sülfat, Sülfür, Ridomil, Manex	Devrinol, Poast, Prefar, Treflan

Çizelge 3.1 Bazı ürünler ve bu ürünleri muhafaza için tüketilen tarım ilaçları (devamı)

Patates	Trilogy Aldicarb, Carbofuran, 1,2-dichloropropene, 1,3-dichloropropene, Dielidin, Ethylene, Dibromide, Dimethoate	-	Cyanazine, MCPA, Metalochlor, Pendimethalin, Terbutylazine
Pırasa	Bts, Diazinon, Malathion, Neemix, Pyrethrin, Rotenone, Sevin	Bravo, Ridomil	Poast
Pirinç	Carbofuran, Dimethoate	-	2,4-D, Molinate
Salatalık	Diazinon, Kelthane, Lannate, Malathion, Neemix, Sevin, Thiodan, Vydate	Benlate, Bravo, Champ, Ridomil, Sulfür	Curbit, Trefar, Treflan, Poast
Sarımsak	Ambush, Bts, Malathion, Neemix, Pyrellin, Pyrethrin	Bravo, Ridomil, Rovral, Sulfür	Fusialde, Goal, Poast, Prowl
Soğan	Ambush, Bts, Diazinon, Malathion, Pyrethrin	Bravo, sulfür	Goal, treflan(sadece çiçek soğanı), poast
Soya	Aldicarb, Carbofurane	-	Alachlor, Simazine, Trifluralin, Pendimethalin
Şalgam	Bts, Diazinon, Dimethoate, Lannate, Neemix, Pyrellin, Pyrethrin, Sevin	Benlate, Ridomil, Sulfür	Treflan
Şeker Kamışı	Aldicarb, Carbofuran	-	Alachlor, Atrazine, Cyanazine, 2,4-D, Fenoprop, Simazine, Terbutylazine, Trifluralin
Turp	Ambush, Malathion, Sevin, Neemix	Ridomil	-
Turunçgiller	Aldicarb, Dimethoate	-	Metolachlor, Pendimethalin, Simazine, Trifluralin
Üzüm	1,3-dichloropropene, carbofuran, Dimethoate, Lindane	-	2,4-D, Metolachlor, Pendimethalin, Simazine, Terbutylazine
Yulaf	Dimethoate, Lindane	-	Cyanazine, mecoprop
Zencefil	Neemix	Ridomil	-
Zeytin	1,3-dichloropropene	-	Simazine, Terbutylazine

EPA'nın tarım ilaçları (pestisitler) ile ilgili toksisite sınıflarının Çizelge 3.2'de nasıl değişeceği belirtilmiştir.

Çizelge 3.2 EPA'nın tarım ilaçları (pestisitler) ile ilgili toksisite sınıfları ve ambalajlarda yazılması gereken uyarı sözcükleri

Toksisite sınıfı ve etikette bulunması gereken uyarı sözcüğü	Ratlarda oral median letal doz mg/kg.	Ratlarda dermal MLD mg/kg.	Ratlarda respiratuvar MLD, mg/L	Göz	Deri
I- İleri derecede toksik (Danger)	>50	>200	>0,2	Korneada opasite, 7 günde irreversibl	Korozif
II - Orta derecede toksik "Warning"	50'den 500'e	200'den 2000'e	0.2'den 2'ye	Korneada opasite, 7 günde reversibl	72 saatte şiddetli irritasyon
III - Minimal toksik "Caution"	500'den 5000'e	2000'den 20 000'e	2'den 20'ye	İrritasyon, 7 günde İrreversibl	72 saatte orta derecede irritasyon
IV - Pratik olarak nontoksik "Caution"	>5000	>20 000	>20	İrritasyon yok	Hafif irritasyon

Çizelge 3.3'deki median letal doz terimi bu etkenle karşılaşan hayvanların %50'sini öldüren seviyedir. Median letal dozun düşmesi kimyasalın daha tehlikeli olduğu anlamına gelmektedir.

Çizelge 3.3 DSÖ tarafından önerilen pestisit tehlike gruplandırması

Tehlike sınıfı	Raflarda solid olarak alındığında oral median letal doz mg/kg	Ağızdan sıvı olarak alındığında ratlarında MLD mg/kg.	Ratlarda dermal olarak katı haldeki MLD mg/kg.	Ratlarda deriden sıvı olarak MLD mg/kg.
IA~ İleri derecede tehlikeli	<, =5	<, =20	<, =10	<, =40
IB - Yüksek derecede tehlikeli	50'den 50'ye	20'den 200'e	10'dan yüze	40'tan 400'e
II - Orta derecede tehlikeli	50'den 500'e	200'den 200'e	100'den 1000'e	400'den 4000'e
III - Hafif tehlikeli	>500	>2000	>1000	>4000

3.1.3 Pestisitlerin saklanması

Pestisitler özenle ve ihtiyaç duyulan muhafaza yöntemlerine uyularak saklanmalıdır. Çünkü tarım ilaçları (pestisitler) yüksek derecede parlayıcı, patlayıcı ve zehirli ürünlerdir. Birçok insektisitler, fungusitler ve rodentisitlerin aynı yerde muhafaza edinmesi olanak dahilindedir.

Ürünün konacağı kapalı alanın,

- Müsait yerde kurulması
- Tek seferde depolanacak tarım ilacını alabilecek kapasitede olması
- Yangına dayanıklı malzemeden imal edilmesi
- Sızdırmazlık için uygun yapının sağlanması

- Rutübetli ortamdan muhafaza edilmesi
- Havalandırma için kanallara, ısıık için gerekli cihazların bulunması
- Yasa dışı olayların yaşanmaması için ihtiyaç duyulan donanıma sahip olması

Pestisitlerin bir yerden bir yere ulaşımı esnasında önemli çevresel etkileşim ve riskler oluşabilir. Bu yüzden tarım ilaçları (pestisitler) hiçbir zaman cam kaplarda ulaşım yapılmamalıdır. Pestisitlerin daima orijinal UN onaylı, ilgili testlerden geçmiş kaplarda iletim sağlanmalıdır.

Tarım ilaçları (pestisitler) taşıma esnasında kaza olması veya uygun olmayan koşullarda bertaraf edilmeye çalışılması geri dönüşü olmayan zararlara sebep olmaktadır.

3.1.4 ADR, RID, IMDG CODE, IATA DGR yönetmeliklerine genel bakış

ADR Sözleşmesi 30 Eylül 1957'de Cenevre'de hazırlanmış olup, karayolu ile uluslararası ulaşımında sosyal bilincin ve tehlike, zarar ve tehdit edici unsurların bertaraf edilmesi amaçlamaktadır.

ADR'nin temel yapısı itibariyle,

- Üye ülkeler arasında karşılıklı uyum ve iş birliğini amaçlar,
- ADR sözleşmesi 2 ciltten oluşmakta olup, atıf yaptığı standart ve dokümanlarla birlikte yaklaşık 3000 sayfalık tehlikeli madde taşımacılığı hakkında bir bilgi bankası meydana getirmektedir.
- Güncel hayata uyum sağlamak için eğitimsel ve teknolojik gelişmeler dikkate alınarak iki yılda bir yenilenmektedir.

3.1.5 Tehlikeli maddenin özellikleri ve sınıflandırılması

Bünyesinden bulunan yapıdan dolayı çevresine zararlı olan tüm yapılar tehlikeli madde olarak adlandırılır. Bu yüzden bu maddeler süregelen süreçte fabrikaların lojistik ve arz durumunda doğrudan veya dolaylı olarak yer alırlar.

BM, tehlikeli maddeleri anında teşhis edilmesi için bir kolaylık sağlamak adına, sözleşmelerdeki listelerde her maddeye dört haneli genel bir numara atamıştır. UN Numarası diye tanımlanan bu dört haneli numara, ilgili yönetmeliklerde tehlikeli mallar listesi bölümünde sıralanmıştır. Bu listede ambalajlar için, tehlikeli maddelerin adı, UN numarası, sınıfı, paketleme grubu, paketleme talimatı, özel paketleme hükümleri bulunmaktadır.

ADR, RID, IMDG CODE ve IATA DGR yönetmeliklerine göre ön görülen tehlikeler 1'den 9'a kadar olan gruplardan birine aittirler. Tehlikeli malların sınıfları ve alt bölümleri aşağıdaki şekilde listelenir:

SINIF 1: Patlayıcılar

SINIF 2: Gazlar

- Bölüm 2.1: Yanıcı gazlar
- Bölüm 2.2: Yanıcı olmayan, zehirli olmayan gazlar
- Bölüm 2.3: Zehirli gazlar

SINIF 3: Yanıcı sıvılar

SINIF 4: Yanıcı katılar

- Sınıf 4.1: Yanıcı katılar, kendiliğinden tepkimeye maddeler ve duyarlılığı azaltılmış katı patlayıcılar

- Sınıf 4.2: Kendiliğinden yanmaya yatkın maddeler
- Sınıf 4.3: Su ile temas ettiğinde alevlenir gazlar açığa çıkartan maddeler

SINIF 5: Oksitleyici yakıcı maddeler

- Sınıf 5.1: Yükseltgen (Oksitleyici) maddeler
- Sınıf 5.2: Organik peroksitler

SINIF 6: Zehirli ve bulaşıcı maddeler

- Sınıf 6.1: Zehirli maddeler
- Sınıf 6.2: Bulaşıcı maddeler

Sınıf 7: Radyoaktif malzemeler

Sınıf 8: Aşındırıcı maddeler

Sınıf 9: Muhtelif tehlikeli maddeler ve nesneler

Taşınan zararlı maddeler, niteliklerine göre tehlikesizce taşınmaları için yönetmeliklerdeki yapım şartlarına göre üretilen ve test edilen uygun ambalajlar ile ambalajlanmalıdır.

3.1.6 ADR kapsamında tarım ilaçlarının (pestisitlerin) ayrıştırılması

Sınıf 6.1'de sınıflandırılan ve LC50 ve/veya LD50 değerleri bilenen tüm etken pestisit maddeleri ve bunların müstahzarları ADR 'de verilen ilgili bölümlere uygun paketleme sınıfları altında gruplandırılır. İkincil tehlikeler olarak özellikler edilen maddeler, tehlike sırasına göre uygun paketleme gruplarında sınıflandırılır.

Çizelge 3.4’da tehlikeli maddelerin tehlike önceliği tablosu verilmiştir.

Çizelge 3.4 Tehlikeli önceliği tablosu

Sınıf ve paketlenme grubu	4.1. II	4.1. III	4.2. II	4.2. III	4.3. I	4.3. II	4.3. III	5.1. I	5.1. II	5.1. III	6.1.1 DERMAL	6.1.1 ORAL	6.1. II	6.1. III	8. I	8. II	8. III	9.
3. I	KATI SIVI 4.1. 3. I	KATI SIVI 4.1. 3. I	KATI SIVI 4.2. 3. I	KATI SIVI 4.2. 3. I	4.3. I	4.3. I	4.3. I	KATI SIVI 5.1. I	KATI SIVI 5.1. I	KATI SIVI 5.1. I	3. I	3. I	3. I	3. I	3. I	3. I	3. I	3. I
3. II	KATI SIVI 4.1. 3. II	KATI SIVI 4.1. 3. II	KATI SIVI 4.2. 3. II	KATI SIVI 4.2. 3. II	4.3. I	4.3. II	4.3. II	KATI SIVI 5.1. I	KATI SIVI 5.1. I	KATI SIVI 5.1. I	3. I	3. I	3. II	3. II	8. I	3. II	3. II	3. II
3. III	KATI SIVI 4.1. 3. II	KATI SIVI 4.1. 3. II	KATI SIVI 4.2. 3. II	KATI SIVI 4.2. 3. II	4.3. I	4.3. II	4.3. III	KATI SIVI 5.1. I	KATI SIVI 5.1. I	KATI SIVI 5.1. I	6.1. I	6.1. I	6.1. II	3. III*	8. I	8. II	3. III	3. III
4.1. II			4.2. II	4.2. II	4.3. I	4.3. II	4.3. II	5.1. I	4.1. II	4.1. II	6.1. I	6.1. I	KATI SIVI 4.1. II 6.1. II	KATI SIVI 4.1. II 6.1. II	8. I	KATI SIVI 4.1. II 8. II	KATI SIVI 4.1. II 8. II	4.1. II
4.1. III			4.2. II	4.2. III	4.3. I	4.3. II	4.3. III	5.1. I	4.1. II	4.1. III	6.1. I	6.1. I	6.1. II	KATI SIVI 4.1. III 6.1. III	8. I	8. II	KATI SIVI 4.1. III 8. III	4.1. III
4.2. II					4.3. I	4.3. II	4.3. III	5.1. I	4.2. II	4.2. II	6.1. I	6.1. I	4.2. II	4.2. II	8. I	4.2. II	4.2. II	4.2. II
4.2. III					4.3. I	4.3. II	4.3. III	5.1. I	5.1. II	4.2. III	6.1. I	6.1. I	6.1. II	4.2. III	8. I	8. II	4.2. III	4.2. III
4.3. I								5.1. I	4.3. I	4.3. I	6.1. I	6.1. I	4.3. I	4.3. I	4.3. I	4.3. I	4.3. I	4.3. I
4.3. II								5.1. I	4.3. II	4.3. II	6.1. I	6.1. I	4.3. II	4.3. II	8. I	4.3. II	4.3. II	4.3. II
4.3. III								5.1. I	5.1. II	4.3. III	6.1. I	6.1. I	4.3. III	4.3. III	8. I	8. II	4.3. III	4.3. III
5.1. I											6.1. I	6.1. I	5.1. I	5.1. I	8. I	5.1. I	5.1. I	5.1. I
5.1. II											6.1. I	6.1. I	5.1. II	5.1. II	8. I	5.1. II	5.1. II	5.1. II
5.1. III											6.1. I	6.1. I	6.1. II	5.1. III	8. I	8. II	5.1. III	5.1. III
6.1.1 DERMAL															KATI SIVI 6.1. I 8. I	6.1. I	6.1. I	6.1. I
6.1.1 ORAL															KATI SIVI 6.1. I 8. I	6.1. I	6.1. I	6.1. I
6.1. II SOLÜMA															KATI SIVI 6.1. I 8. I	6.1. II	6.1. II	6.1. II
6.1. II DERMAL															KATI SIVI 6.1. I 8. I	KATI SIVI 6.1. II 8. II	6.1. II	6.1. II
6.1. II ORAL															8. I	KATI SIVI 6.1. II 8. II	6.1. II	6.1. II
6.1. III															8. I	8. II	8. III	6.1. III
8. I																		8. I
8. II																		8. II
8. III																		8. III

Toplu kayıtlar kuralı ile maddenin un numarasının belirlenmesi:

Zehirli	FT1	1228 MERKAPTANLAR, SIVI, ALEVLENEBİLİR, ZEHİRLİ, B.B.B. veya 1228 MERKAPTAN KARIŞIMI, SIVI, ALEVLENEBİLİR, ZEHİRLİ, B.B.B. 1986 ALKOLLER, ALEVLENEBİLİR, ZEHİRLİ, B.B.B. 1988 ALDEHİTLER, ALEVLENEBİLİR, ZEHİRLİ, B.B.B. 2478 İZOSİYANATLAR, ALEVLENEBİLİR, ZEHİRLİ, B.B.B. 2478 İZOSİYANAT ÇÖZELTİSİ, ALEVLENEBİLİR, ZEHİRLİ, B.B.B. 3248 İLAÇ, SIVI, ALEVLENEBİLİR, ZEHİRLİ, B.B.B. 3273 NİTRİLLER, ALEVLENEBİLİR, ZEHİRLİ, B.B.B. 1992 ALEVLENEBİLİR SIVI, ZEHİRLİ, B.B.B.
	FT	2758 KARBAMAT PESTİSİT, SIVI, ALEVLENEBİLİR, ZEHİRLİ 2760 ARSENİKLİ PESTİSİT, SIVI, ALEVLENEBİLİR, ZEHİRLİ 2762 ORGANOKLORİN PESTİSİT, SIVI, ALEVLENEBİLİR, ZEHİRLİ 2764 TRİAZİN PESTİSİT, SIVI, ALEVLENEBİLİR, ZEHİRLİ 2772 TİYOKARBAMAT PESTİSİT, SIVI, ALEVLENEBİLİR, ZEHİRLİ 2776 BAKIR ESASLI PESTİSİT, SIVI, ALEVLENEBİLİR, ZEHİRLİ 2778 CİVA ESASLI PESTİSİT, SIVI, ALEVLENEBİLİR, ZEHİRLİ 2780 İKAMELİ NİTROFENOL PESTİSİT, SIVI, ALEVLENEBİLİR, ZEHİRLİ 2782 BİPİRİDİLYUM PESTİSİT, SIVI, ALEVLENEBİLİR, ZEHİRLİ 2784 ORGANOFOFOR PESTİSİT, SIVI, ALEVLENEBİLİR, ZEHİRLİ 2787 ORGANOTİN PESTİSİT, SIVI, ALEVLENEBİLİR, ZEHİRLİ 3024 KUMARİN TÜREVLİ PESTİSİT, SIVI, ALEVLENEBİLİR, ZEHİRLİ 3346 FENOKSİASETİK ASİT TÜREVLİ PESTİSİT, SIVI, ALEVLENEBİLİR, ZEHİRLİ 3350 PİYRETROİD PESTİSİT, SIVI, ALEVLENEBİLİR, ZEHİRLİ 3021 PESTİSİT, SIVI, ALEVLENEBİLİR, ZEHİRLİ, B.B.B. <i>NOT: Bir kaydın altına pestisitlerin atanması, aktif bileşeninden, pestisitlerin fiziksel hâlinde ve sebep olabileceği ikincil tehlikelerden etkilenir.</i>

- FT Alevlenebilir sıvılar, zehirli;
FT1 Alevlenebilir sıvılar, zehirli;
FT2 Pestisitler anlamlarına gelmektedir.

Şekil 3.3 Alevlenebilir zehirli pestisitlerin UN numaralandırılması

Şekil 3.3'e göre;

Sınıf 3 başlığında gruplandırılan malzemeler, ADR ' nin ilgili bölümlerinde belirtilmiştir. ADR 'nin ilgili bölümünde ismi belli olmayan maddeler ADR'nin 2. bölümünde yukarıda verilen toplu kayıt kuralının ilgili bölümüne gönderilir ve bu bölümün hükümlerine uygun olarak ilgili paketlenme sınıfına yönlendirilir. Alevlenebilir sıvılar, malların taşınması için ihtiva ettikleri tehlike sınıflarına göre, Çizelge 3.5'deki paketlenme gruplarından birinde sınıflandırılır:

Çizelge 3.5 Alevlenebilir sıvılar için parlama noktasına göre paketlenme grupları tablosu

Paketlenme grubu	Parlama noktası (Kapalı kap)	Başlangıç kaynama noktası
I	--	≤ 35 °C
II a	< 23 °C	> 35 °C
III a	≥ 23 °C ≤ 60 °C	> 35 °C

İkincil tehlike(ler)i olmayan zehirli maddeler

Organik	sıvı ^a	T1	1583 KLOROPIKİN KARIŞIMI, B.B.B. 1602 BOYA, SIVI ZEHİRLİ, B.B.B. veya 1602 BOYA ARA ÜRÜN, SIVI ZEHİRLİ, B.B.B. 1693 GÖZ YAŞARTICI GAZ MADDESİ, SIVI, B.B.B. 1851 İLAÇ, SIVI ZEHİRLİ, B.B.B. 2206 İZOSİYANATLAR, ZEHİRLİ, B.B.B. veya 2206 İZOSİYANAT ÇÖZELTİSİ, ZEHİRLİ, B.B.B. 3140 ALKALOİTLER, SIVI, B.B.B. veya 3140 ALKALOİT TUZLARI, SIVI, B.B.B. 3142 DEZENFEKTAN, SIVI ZEHİRLİ, B.B.B. 3144 NİKOTİN BİLEŞİĞİ, SIVI, B.B.B. veya 3144 NİKOTİN MÜSTAHZARI, SIVI, B.B.B. 3172 TOKSİNLER, CANLI KAYNAKLARDAN ÖZÜTLENMİŞ, SIVI, B.B.B. 3276 NİTRİLLER, SIVI ZEHİRLİ, B.B.B. 3278 ORGANOFOSFORLU BİLEŞİK, SIVI ZEHİRLİ, B.B.B. 3381 SOLUMA İLE ZEHİRLİ SIVI, B.B.B. 200 ml/m ³ 'ten düşük veya eşit LC ₅₀ değerine sahip olan ve doymuş buhar konsantrasyonu 500 LC ₅₀ 'ye eşit veya daha yüksek olan 3382 SOLUMA İLE ZEHİRLİ SIVI, B.B.B. 1000 ml/m ³ 'ten düşük veya eşit LC ₅₀ değerine sahip olan ve doymuş buhar konsantrasyonu 10 LC ₅₀ 'ye eşit veya daha yüksek olan 2810 ZEHİRLİ SIVI, ORGANİK, B.B.B.
			1544 ALKALOİTLER, KATI, B.B.B. veya 1544 ALKALOİT TUZLARI, KATI, B.B.B. 1601 DEZENFEKTAN, KATI, ZEHİRLİ, B.B.B. 1655 NİKOTİN BİLEŞİĞİ, KATI, B.B.B. veya 1655 NİKOTİN MÜSTAHZARI, KATI, B.B.B. 3448 GÖZ YAŞARTICI GAZ MADDESİ, KATI, B.B.B. 3143 BOYA, KATI, ZEHİRLİ, B.B.B. veya 3143 BOYA ARA ÜRÜN, KATI, ZEHİRLİ, B.B.B. 3462 TOKSİNLER, CANLI KAYNAKLARDAN AYRIŞTIRILMIŞ, KATI, B.B.B. 3249 İLAÇ, KATI, ZEHİRLİ, B.B.B. 3464 ORGANOFOSFORLU BİLEŞİK, KATI, ZEHİRLİ, B.B.B. 3439 NİTRİLLER, KATI, ZEHİRLİ, B.B.B. 2811 ZEHİRLİ KATI, ORGANİK, B.B.B.
	katı ^{ab}	T2	2026 FENİL CİVA BİLEŞİĞİ, B.B.B. 2788 ORGANOTİN BİLEŞİĞİ, SIVI, B.B.B. 3146 ORGANOTİN BİLEŞİĞİ, KATI, B.B.B. 3280 ORGANOARSENİK BİLEŞİĞİ, SIVI, B.B.B. 3465 ORGANOARSENİK BİLEŞİĞİ, KATI, B.B.B. 3281 METAL KARBONİLLER, SIVI, B.B.B. 3466 METAL KARBONİLLER, KATI, B.B.B. 3282 ORGANOMETALİK BİLEŞİK, SIVI ZEHİRLİ, B.B.B. 3467 ORGANOMETALİK BİLEŞİK, KATI, ZEHİRLİ, B.B.B.
Organometalik ^{c,d}		T3	

Şekil 3.4 İkincil tehlikesi olmayan zehirli pestisitlerin UN numaralandırılması

Şekil 3.4'ya göre 'T' sembolü zehirli anlamına gelmektedir.

Pestisitler (devamı)		
	Katı^b	T7
		2757 KARBAMAT PESTİSİT, KATI, ZEHİRLİ 2759 ARSENİKLİ PESTİSİT, KATI, ZEHİRLİ 2761 ORGANOKLORLU PESTİSİT, KATI, ZEHİRLİ 2763 TRİAZİN PESTİSİT, KATI, ZEHİRLİ 2771 TİYOKARBAMAT PESTİSİT, KATI, ZEHİRLİ 2775 BAKIR ESASLI PESTİSİT, KATI, ZEHİRLİ 2777 CİVA ESASLI PESTİSİT, KATI, ZEHİRLİ 2779 İKAMELİ NİTROFENOL PESTİSİT, KATI, ZEHİRLİ 2781 BİPİRİDİLİYUM PESTİSİT, KATI, ZEHİRLİ 2783 ORGANOFOSFORLU PESTİSİT, KATI, ZEHİRLİ 2786 ORGANOTİN PESTİSİT, KATI, ZEHİRLİ 3027 KUMARİN TÜREVİ PESTİSİT, KATI, ZEHİRLİ 3048 ALÜMİNYUM FOSFÜR PESTİSİT 3345 FENOKSİASETİK ASİT TÜREVİ PESTİSİT, KATI, ZEHİRLİ 3349 PİRETROİD PESTİSİT, KATI, ZEHİRLİ 2588 PESTİSİT, KATI, ZEHİRLİ, B.B.B.
Numuneler		T8
		3315 KİMYASAL NUMUNE, ZEHİRLİ
Diğer zehirli maddelerⁱ		T9
		3243 ZEHİRLİ SIVI İÇEREN KATILAR, B.B.B.
Nesneler		T10
		3546 ZEHİRLİ MADDE İÇEREN NESNELER, B.B.B.
İkincil tehlikesi (tehlikeleri) olan zehirli maddeler		
	Sıvı^h	TF1
		3071 MERKAPTANLAR, SIVI, ZEHİRLİ, ALEVLENEBİLİR, B.B.B. veya 3071 MERKAPTAN KARIŞIMI, SIVI, ZEHİRLİ, ALEVLENEBİLİR, B.B.B. 3080 İZOSİYANATLAR, ZEHİRLİ, ALEVLENEBİLİR, B.B.B. 3080 İZOSİYANAT ÇÖZELTİSİ, ZEHİRLİ, ALEVLENEBİLİR, B.B.B. 3275 NİTRİLLER, ZEHİRLİ, ALEVLENEBİLİR, B.B.B. 3279 ORGANOFOSFOR BİLEŞİĞİ, ZEHİRLİ, ALEVLENEBİLİR, B.B.B. 3383 SOLUMA İLE ZEHİRLİ SIVI, ALEVLENEBİLİR, B.B.B., 200 ml/m ³ 'ten düşük veya eşit LC ₅₀ olan ve doymuş buhar konsantrasyonu 500 LC ₅₀ 'ye eşit veya daha yüksek 3384 SOLUMAYLA ZEHİRLİ SIVI, ALEVLENEBİLİR, B.B.B., 1000 ml/m ³ 'ten düşük veya eşit LC ₅₀ değerine sahip olan ve doymuş buhar konsantrasyonu 10 LC ₅₀ 'ye eşit veya daha yüksek 2929 ZEHİRLİ SIVI, ALEVLENEBİLİR, ORGANİK, B.B.B.
Alevlenebilir		
TF		

Şekil 3.5 İkincil tehlikesi olmayan ve olan zehirli pestisitlerin UN numaralandırılması

Şekil 3.5'ye göre 'TF' sembolü zehirli alevlenebilir sıvı anlamına gelmektedir.

Pestisitlere ayrıca aşağıda UN numaraları verilmiş uygun sevkiyat adları belirlenmiş isimler de verilmektedir:

UN 2902 Pestisit, Sıvı Zehirli, B.B.B.;

UN 1950 Pestisit Zehirli, Sıkıştırılmış Gaz Altında, B.B.B.

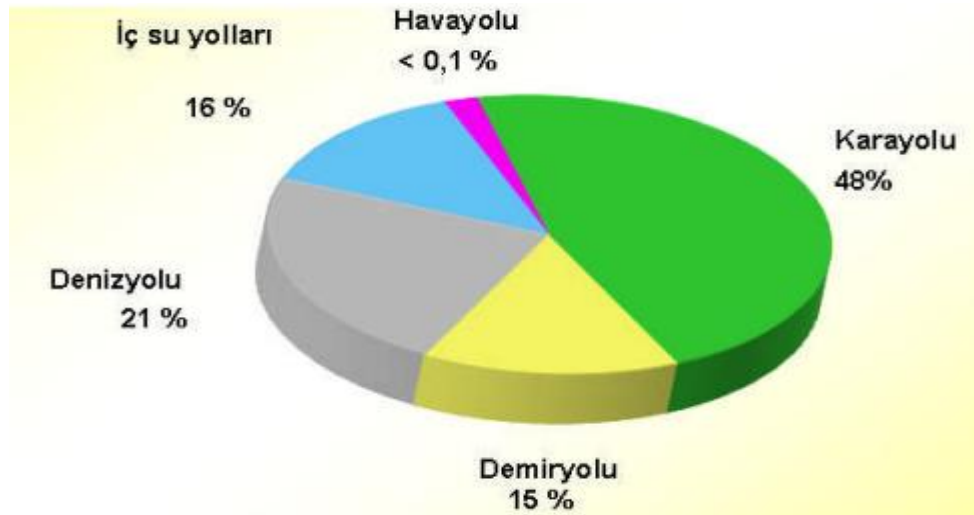
3.2. Yöntem

3.2.1 Uluslararası sözleşmeler kapsamında tüm taşıma modlarına göre tarımsal ilaçların ambalajlanması ve taşınması

Tehlikeli yükler yalnızca endüstriyel alanlarda değil, günlük hayatımızda da çokça kullanılmaktadır. Evlerimizde çamaşır suyu, pas ve kir çözücü ya da taşıtlardaki benzin, mazot, binalardaki boya, vernik, tiner tehlikeli mallar bölümlere ayrılır.

İnsan hayatını açısından olumsuz etkilere sahip ve bunlar için uluslararası arenada güvenliği tehlikeye atan zararlı ürünlere ticarette tehlikeli yük denir. Bu tanımlama insan ve çevre dışında içinde patlayıcı, yanıcı, aşındırıcı ifadelerini de kendi içinde barındırır.

Zararlı ürünler gezegenimizin her yerinde aktif olarak dolaşmaktadır. Bu dolaşım çeşitli taşıma yöntemleriyle beraber kombine olarak yapılmaktadır. Bu ürünler genellikle tüm taşıma yöntemlerinde karışık bir şekilde farklı ülkelere ulaştırmak maksadıyla ticaret yapılır. Ticaretin sürdürülebilirliği için tüm taşıma yöntemlerinde ortak kanun ve kuralların olması ve bunlara uyulması kaçınılmaz bir hal almıştır.



Şekil 3.6 Modlara göre tehlikeli mal taşımacılığının oranları (MEB yayını, 2011)

Şekil 3.6’de, tehlikeli maddelerin/malların taşınması sırasında modlarına göre değerlendirilmiş bir daire grafiği bulunmaktadır. Buna göre, tehlikeli mallar kara yolunda %48, deniz yolunda %21, iç suyollarında %16, demir yolunda %15 ve hava yolunda %0,1 şeklinde taşımacılık yapılmaktadır.

Çizelge 3.6 Taşıma modlarına göre karşılaştırma

Taşıma Modu	Ücret	Ulaşım Hızı	Hizmet Verilen Yerlerin Sayısı	Tehlikeli Malları Kullanma Yeteneği
Denizyolu	Çok Alçak	Yavaş	Sınırlı	Çok Yüksek
Demiryolu	Alçak	Yavaş	Sınırlı	Yüksek
Havayolu	Çok Fazla	Çok Hızlı	Geniş	Sınırlı
Karayolu	Fazla	Hızlı	Çok Geniş	Yüksek

Çizelge 3.6 de görüldüğü gibi tehlikeli malların taşınmasında, taşıma modları arasında maliyeti en yüksek olan havayolu taşımacılığı olmasına rağmen, en uzun mesafelere dahi en kısa zamanda ulaştırabilmesi yönünden hava yolu taşımacılığı günümüzde taşıma oranını arttırmıştır. Fakat hava yolu taşımacılığında daha çok sınırlama ve daha fazla güvenlik önlemi bulunmaktadır.

3.2.2 Paketleme ve ambalaj

Tüm taşıma modları kapsamında yürürlükte olan yönetmeliklere göre tehlikeli malları taşıyan ambalajların taşıma esnasında meydana gelebilecek kaza, titreşim vb. gibi şartlara karşı savaşılabilecek şekilde üretilmesi ve belirli aralıklarla test edilmesi gerekmektedir. Tüm tekli ambalaj, kompozit ambalaj ve kombine ambalaj çeşitlerinin ilgili yönetmeliklerdeki tasarım tiplerine, içinde taşıyacağı tehlikeli mallara/maddelere ve yapım şartlarına uygun olarak üretilmeli ve test edilerek gerekli şartları karşıladıkları onaylanmalıdır. Kombine ambalajların iç ambalajları ise, ilgili yönetmelikler kapsamında, ambalajın içinde taşınacak tehlikeli maddelere göre hazırlanmış tehlikeli maddeler listesindeki paketleme talimatları dikkate alınarak seçilmelidir.

Ambalajların kaliteli ve standartlara uygun üretilebilmesi için;

- Kaliteli ham madde,
- Kaliteli ambalaj,
- Kaliteli insan,
- Kaliteli makine ve ekipman gereklidir.

Ambalaj, içine konulan ürünü muhafaza eden, bu işlemde güvenilir bir ortamda ulaşımını ve saklanmasını sağlayan değerli bir üründür.

Ambalajlara ADR kapsamında bakıldığında,

- 400 kg sınırına kadar net küleye sahip olması için dizayn edilmiş,
- 450 L'yi sınırına kadar hacim için dizayn edilmiş,
- Çeşitli gaz, bulaşıcı ürün, radyoaktif madde taşıma için dizayn edilmesi hedeflenmiştir.

3.2.3 Ambalajlama şartları

Tehlikeli malların içine yerleştirildiği ambalajın asıl yapısı aşağıda açıklandığı gibi olmalıdır:

- Ulaştırma kanun ve yönetmeliklerine göre oluşturulan etiketler ambalajların üstüne ilgili müsait ve sürekli olacak şekilde yerleştirilmelidir.

Tehlikeli ürün veya malların ambalajlara yerleştirilmesi aşağıdaki temel hükümlere uyum sağlanması şarttır:

- Paketlenen mal, paket ambalajının dışına taşmamalıdır. Ayrıca ürünler birbiri ile temasa geçmemeli ve spektleri değişmemelidir.

- Ambalajın azami dolum yüzdesi, ADR 4.1.1.4 maddesi hükümlerine uygun şekilde tespit edilmeli ve azami yüzde değerine kadar doldurulmalıdır. Katı taşıyan ambalajlar ise, test edilen azami brüt kütlesi değerini aşmayacak şekilde doldurulmalıdır.
- Şekil 3.7’de da görüldüğü üzere, birbiriyle yüksek etkileşim gösteren malları taşıyan ambalajların iç kapları, aynı dış kap içinde depolanmamalı ve taşınmamalıdır. Ya da güvenliğini ve sızıntı yapmamasını sağlayacak boşluk veya ek tedbirler alınmalıdır.



Şekil 3.7 İç içe kombine zirai ilaç paketlemesi



Şekil 3.8 Çelik varil



Şekil 3.9 Teneke kutu



Şekil 3.10 Plastik varil

- Şekil 3.8 ila 3.14 arasında çeşitli ambalaj tipleri gösterilmiştir.



Şekil 3.11 İç içe paketlenme (kombine)
(MEB yayını, 2011)



Şekil 3.12 Çuval (MEB yayını, 2011)



Şekil 3.13 Esnek IBC (Big bag)



Şekil 3.14 Plastik IBC

3.2.4 Tehlikeli malların taşınmasında kullanılan genel ambalajlar ve IBC

ADR uluslararası anlaşmasına göre bölüm 6.1’de tanımlanan, tehlikeli maddelerin taşınmasında kullanılan ambalaj tipleri alt sayfalarda verilmiştir.

Kompozit paket oluşumunda, iki büyük Latin harfi, kodun ikinci sırasında kullanılır. Birincisi içerdeki ürünü muhafaza eden ambalajın ham maddesini; ikincisi ise dış paketin malzemesini ihtiva etmektedir. Kombine paket esnasında ise yalnızca dışardaki paketin kod sayısı kullanılır.

ADR uluslararası anlaşmasına göre bölüm 6.5’de tanımlanan, tehlikeli maddelerin taşınmasında kullanılan IBC tipleri aşağıdaki sayfalarda verilmiştir. Ayrıca orta boy dökme yük konteynerleri yeni üretim IBC, onarılmış IBC ve yeniden üretilmiş IBC şeklinde kullanılabilirler.

3.2.5 İlgili yönetmelikler ışığında ambalaj tasarım tipinin belirlenmesi ve ambalaj seçimi

İçine yüklenecek ürünlerin UN numaralarına göre ADR ‘nin ilgili bölümünden paketleme talimatı, sınıfı, paketleme grubu ve özel hükümleri dikkate alınarak, üretici firma tarafından üretilen ambalajın, içinde taşıyacağı maddeye göre uygun olup olmadığı çok önemlidir. ADR 4.1.4 maddesi paketleme talimatlarında, ambalajın içinde taşınacak maddenin paketleme gruplarına göre ambalajın azami brüt kütleleri, azami kapasite bilgileri bulunmaktadır. Benzer şekilde, taşıma moduna bağlı olarak RID, IMDG CODE ve IATA DGR yönetmeliklerinde de paketleme talimatları ve diğer kısımlar bulunmaktadır.

Örnek olarak: ADR Bölüm 3.2 Tablo A’den yararlanarak:

Çizelge 3.7 UN 2902, 2588 ve 3011 maddelerinin ambalajlama ve yapı özellikleri

UN no	İsim ve tanım	Sınıf	Paketleme grubu	Etiketler	Özel Hükümler	Sınırlı ve istisnai miktarlar	Ambalajlama talimatları	Özel Ambalajlama hükümleri
2902	Pestisit, sıvı, zehirli.	6.1	I	6.1	61 274 648	0	P001	-
1950	Aerosoller, alevlenebilir, aşındırıcı	2	-	2.2	190 327 344 625	11	P207	-
2902	Pestisit, sıvı, zehirli	6.1	II	6.1	61 274 648	100 ml	P001 IBC02	-
2588	Pestisit, katı, zehirli.	6.1	I	6.1	61 274 648	0	P002 IBC02	-
3011	Cıva esaslı pestisit, sıvı, zehirli, alevlenebilir, parlama noktası 23 C’den düşük olmayan	6.1	I	6.1 +3	61 274	0	P001	-

Çizelge 3.7’de görüldüğü gibi, UN 2902, 2588 ve 3011 maddelerine ADR bölüm 3.2 Tablo A’den bakıldığında birden fazla çeşidinin olduğunu görüyoruz. Paketleme grupları,

özel hükümleri değişiklik göstermektedir. Fakat tüm UN 2902, 2588 ve 3011 maddeleri için paketleme talimatı P001'dir. P001 paketleme talimatını okumak için, ADR bölüm 4.1.4 'e bakıldığında bu maddenin hangi ambalajlarda taşınabileceği kombine, kompozit ve tekli ambalaj olarak sınıflandırılmış ve o ambalajın tipine ve paketleme grubuna göre azami kapasite ve net kütleleri belirtilmiştir. Ayrıca UN numaralarına göre bazı tehlikeli maddelerde uyarılar bulunmaktadır.

Çizelge 3.8 P001 paketleme talimatı kapsamında izin verilen ambalaj tipleri

P001		PAKETLEME TALİMATI (SIVILAR)			P001
4.1.1 ve 4.1.3'teki genel hükümlerin karşılanması koşuluyla aşağıdaki ambalajların kullanımına izin verilmiştir:					
Kombine ambalajlar:		Azami kapasite/Net kütle (bkz. 4.1.3.3)			
İç ambalajlar	Dış ambalajlar	Paketleme grubu I	Paketleme grubu II	Paketleme grubu III	
Cam 10 l Plastik 30 l Metal 40 l	Variller				
	çelik (1A1, 1A2)	250 kg	400 kg	400 kg	
	alüminyum (1B1, 1B2)	250 kg	400 kg	400 kg	
	diğer metal (1N1, 1N2)	250 kg	400 kg	400 kg	
	plastik (1H1, 1H2)	250 kg	400 kg	400 kg	
	kontrplak (1D)	150 kg	400 kg	400 kg	
	mukavva (1G)	75 kg	400 kg	400 kg	
	Kutular				
	çelik (4A)	250 kg	400 kg	400 kg	
	alüminyum (4B)	250 kg	400 kg	400 kg	
	diğer metal (4N)	250 kg	400 kg	400 kg	
	doğal ahşap (4C1, 4C2)	150 kg	400 kg	400 kg	
	kontrplak (4D)	150 kg	400 kg	400 kg	
	yeniden yapılandırılmış ahşap (4F)	75 kg	400 kg	400 kg	
	mukavva (4G)	75 kg	400 kg	400 kg	
	genleşmeli plastik (4H1)	60 kg	60 kg	60 kg	
	sert plastik (4H2)	150 kg	400 kg	400 kg	
	Bidonlar				
	çelik (3A1, 3A2)	120 kg	120 kg	120 kg	
	alüminyum (3B1, 3B2)	120 kg	120 kg	120 kg	
	plastik (3H1, 3H2)	120 kg	120 kg	120 kg	
Tekli ambalajlar:					
Variller					
çelik, sabit (çıkarılamaz) kapak (1A1)		250 l	450 l	450 l	
çelik, çember (çıkarılabilir) kapak (1A2)		250 l ^a	450 l	450 l	
alüminyum, sabit (çıkarılamaz) kapak (1B1)		250 l	450 l	450 l	
alüminyum, çember (çıkarılabilir) kapak (1B2)		250 l ^a	450 l	450 l	
çelik veya alüminyum hariç metal, sabit (çıkarılamaz) kapak (1N1)		250 l	450 l	450 l	
çelik veya alüminyum hariç metal, çember kapak (1N2)		250 l ^a	450 l	450 l	
plastik, sabit (çıkarılamaz) kapak (1H1)		250 l	450 l	450 l	
plastik, çember (çıkarılabilir) kapak (1H2)		250 l ^a	450 l	450 l	

Çizelge 3.8 P001 paketleme talimatı kapsamında izin verilen ambalaj tipleri (devamı)

Bidonlar			
çelik, sabit (çıkarılamaz) kapak (3A1)	60 l	60 l	60 l
çelik, çember (çıkarılabilir) kapak (3A2)	60 l ^a	60 l	60 l
alüminyum, sabit (çıkarılamaz) kapak (3B1)	60 l	60 l	60 l
alüminyum, çember (çıkarılabilir) kapak (3B2)	60 l ^a	60 l	60 l
plastik, sabit (çıkarılamaz) kapak (3H1)	60 l	60 l	60 l
plastik, çember (çıkarılabilir) kapak (3H2)	60 l ^a	60 l	60 l

Çizelge 3.8 ve 3.9'ye göre, UN 2902, 2588 ve 3011 maddelerinin taşınmasında izin verilen ambalaj tipleri belirlenmiştir. Kombine, kompozit ve tekli ambalajlarda taşınabilmekte olup, izin verilen azami kapasiteleri (litre), paketleme grupları tabloda gösterilmiştir. Kombine ambalaj için ise, dış ambalajı ve iç ambalajının neler olabileceği, azami kapasiteleri sınırlandırılmıştır.

Çizelge 3.9 P001 paketleme talimatı kapsamında izin verilen ambalaj tipleri devamı

P001	PAKETLEME TALİMATI (SIVILAR) (devam)			P001
Tekli ambalajlar (devam)	Azami kapasite/Net kütle (bkz. 4.1.3.3)			
Kompozit ambalajlar	Paketleme grubu I	Paketleme grubu II	Paketleme grubu III	
dışta çelik, alüminyum veya plastik varile sahip plastik kap (6HA1, 6HB1, 6HH1)	250 l	250 l	250 l	
dışta mukavva veya kontrplak varile sahip plastik kap (6HG1, 6HD1)	120 l	250 l	250 l	
dışta çelik veya alüminyum sandıklı veya kutulu plastik kap ya da dışta ahşap, kontrplak, mukavva veya sert plastik kutulu plastik kap (6HA2, 6HB2, 6HC, 6HD2, 6HG2 veya 6HH2)	60 l	60 l	60 l	
dışta çelik, alüminyum, mukavva, kontrplak, sert plastik veya genişlemeli plastik varile sahip cam kap (6PA1, 6PB1, 6PG1, 6PD1, 6PH1 veya 6PH2) ya da dışta çelik veya alüminyum sandık ya da kutuya veya dışta ahşap veya mukavva kutuya veya örgülü sepete sahip cam kap (6PA2, 6PB2, 6PC, 6PG2 veya 6PD2)	60 l	60 l	60 l	

Çizelge 3.10 P207 Paketleme talimatı kapsamında izin verilen ambalaj tipleri

P207	PAKETLEME TALİMATI	P207
Bu talimat UN No. 1950 için geçerlidir.		
4.1.1 ve 4.1.3'teki genel hükümlerin karşılanması koşuluyla aşağıdaki ambalajlara izin verilir:		
(a)	Variller (1A1, 1A2, 1B1, 1B2, 1N1, 1N2, 1H1, 1H2, 1D, 1G); Kutular (4A, 4B, 4N, 4C1, 4C2, 4D, 4F, 4G, 4H1, 4H2); Ambalajlar, paketleme grubu II'nin performans seviyesine uyacaktır.	
(b)	Azami net kütlesi aşağıdaki gibi olan sert dış ambalajlar: Mukavva 55 kg Mukavva dışında 125 kg 4.1.1.3'tün hükümlerinin karşılanmasına gerek yoktur.	
Ambalajlar normal taşıma koşulları sırasında aerosollerin aşırı ölçüde hareketini ve yanlışlıkla boşaltılmasını engelleyecek şekilde tasarlanmalı ve üretilmelidir.		
Özel paketleme hükmü:		
PP87 Özel hüküm 327'ye göre taşınan UN 1950 atık aerosoller için, ambalajlar, emici malzeme gibi bir yöntem kullanarak, taşıma sırasında serbest sıvının kaçmasını engellemelidir. Ambalajlar, yanıcı ortam oluşmasını ve basıncın artmasını engelleyecek şekilde yeterince havalandırılmalıdır.		
RID ve ADR'ye mahsus özel paketleme hükmü		
RR6 UN 1950 için, tam yük ile taşımada, metal nesneler şu şekilde ambalajlanabilir: Nesneler tablalar üzerinde birimler şeklinde gruplandırılır, uygun bir plastik kapakla pozisyonları sabitlenir; bu birimler paletler üzerinde istiflenir ve uygun bir şekilde sabitlenir.		

Çizelge 3.9 ve 3.10'e göre, UN 1950 maddesinin taşınmasında izin verilen ambalaj tipleri belirlenmiştir. Kombine ve tekli ambalajlarda taşınabilmekte olup, izin verilen azami brüt kütleleri (kg), paketleme grupları ve özel hükümleri tabloda gösterilmiştir. Kombine ambalaj için ise, dış ambalajı ve iç ambalajının neler olabileceği, azami brüt kütleleri sınırlandırılmıştır.

Ambalajlar tekli ambalaj, kombine ambalaj, kompozit ambalaj şeklinde kategorize edilir; özellikleri bakımından da yenilenmiş ambalaj, yeniden imal edilmiş ambalaj, hurda (kurtarma) ambalaj, onarılmış ambalaj olabilir

Tek ambalaj

İçerisine konulan maddeleri muhafaza etme işlevini yerine getirebilmek için bir iç ambalaj gerektirmeyen, kompozit ambalaj da dahil ambalaj yöntemidir.



Şekil 3.15 Tek ambalaj- 1A2 çıkarılabilir başlıklı çelik varil

Kompozit ambalaj

İç kap ile dışına birleştirilmiş paket şeklinde oluşturulan ambalaj olarak adlandırılmıştır. Oluşan ürün tek bir parçadan meydana geldiği için entegre bir şekilde depolanır ve kullanılır.

Kombine ambalaj

ADR 4.1.1.5 maddesine göre uyumlu bir dış ambalaj içerisine bir yerden bir yere götürmek için amaçlanmış çok fazla kombinasyonlu ambalaj olarak ifade edilir. Kombine ambalajlar, dış ambalaj, ara ambalaj (tercihen) ve iç ambalajdan oluşur. Test edilirken iç ambalajlarıyla birlikte test edilirler. Şekil 3.16 ve 3.17’da kombine ambalaj ve iç ambalaj örneği verilmiştir.



Şekil 3.16 Kombine ambalaj



Şekil 3.17 Dışı kontraplak kutu içi metal kutu olan kombine ambalaj

Kombine ambalajlar iç içe konmuş ve birbirinden ayrılabilen birden çok ambalajdan oluşur.

Ambalajların içinde taşıyacakları tehlikeli maddeler, tehlike derecelerine göre şu şekilde gruplandırılır;

- Ambalajlama sınıfı I: Yüksek seviyedeki tehlikeli mad.
- Ambalajlama sınıfı II: Orta seviyedeki tehlikeli mad.
- Ambalajlama sınıfı III: Düşük seviyedeki tehlikeli mad.

Bu paketleme sınıfları, ambalajların test kriterlerinde çok önemli bir yer tutmaktadır. Örneğin, düşürme testinde ambalaj numunelerinin düşürme yükseklikleri, ambalajın içinde taşıyacağı maddelere göre belirlenen paketleme grubu bilgisine göre tespit edilmektedir.

Ambalaj tipi, ambalajın içinde yüklenecek zararlı (tehlikeli madde) UN numaralarına göre ADR bölüm 3.2 tablo A'dan paketleme talimatı, sınıfı, paketleme grubu ve özel hükümleri dikkate alınarak belirlenir. Ambalaja uygulanacak tip testleri ise, taşıma moduna (karayolu, denizyolu, hava yolu, demir yolu), ambalaj tipine, paketleme grubuna, içinde taşıyacağı tehlikeli maddenin hali (sıvı, katı) ve çeşitli teknik özelliklerine göre belirlenir.

3.2.6 İlgili yönetmeliklere göre ambalaj, IBC tipleri ve özellikleri

Variller ve bidonlar

Varil, uçları düz, metal, karton, plastik, kontrplak veya diğer müsait malzemeden imal edilmiş yuvarlak, kova veya silindirik ambalajlar olarak ifade edilir. Bu ifade tahta fıçıları veya bidonları kapsamaz. Tüm taşıma modlarında kullanılmaktadır.

Bidonlar, dikdörtgen ve deliği olan kaplardır. Tüm taşıma modlarında kullanılmaktadır.

Tehlikeli madde taşıyan varil ambalajı için, dikkate alınacak malzeme deney ve kriterleri Çizelge 3.11'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.11 Variller için malzemeye göre kontrol edilmesi gereken özellikler

Malzeme	Özellik
Metal	Kalınlık, Doğrusal Boyutlar Çekme Mukavemeti ve Uzama Sertlik
Kontrplak	Kalınlık Katların Sayısı Gramaj
Mukavva (fiber), katı	Kalınlık Gramaj Patlama Dayanımı ve /veya Delinme Deneyi Cobb Deneyi

Çizelge 3.12 Variller için imalat aşamasında kontrol edilecek süreçler

Malzeme	Süreç
Metal	Bükme (Dikişler) Kaynak Lehimleme Sızdırmazlık (kapatma) Malzemesinin Uygulanması Contların/kapakların montajı
Mukavva, fiber	Yapıştırma Bantlama İz bırakma/Katlama Birleştirme
Plastik	Dara Contların/kapakların montajı

Çizelge 3.12 ve 3.13’de ambalaj tiplerine göre belirtilen kontrol elemanlarının TS EN ISO 16106 kapsamında malzeme kontrol kriterleri, üretim sırasında ve sonrasında tipik ölçüm sıklıkları dikkate alınarak izlenmesi ve ölçülmesi önerilmektedir.

Çizelge 3.13 Variller için imalat esnasında kontrolü gerekli maddeler ve tipik ölçme sıklıkları

Malzeme	Kriter	Frekans
Metal	Yüzey İşlemleri Sızdırmazlık Elemanlarının Uygun Olarak Yerleştirilmesi	1000 birim başına bir kez
Fiber	Boyutlar Dara kütlesi Conta, Kapakların ve Sızdırmazlık Elemanlarının Uygun Olarak Yerleştirilmesi	1000 birim başına bir kez
Plastik	Boyutlar, Duvar Kalınlığı Dağılımı	Vardiya başına bir kez
	Dara kütlesi	Vardiya başına iki kez
	Conta, Kapakların ve Sızdırmazlık Elemanlarının Uygun Olarak Yerleştirilmesi	Vardiya başına iki kez

Çizelge 3.14 Tehlikeli madde taşıyan varil ambalajı için bitmiş ürün kontrolünde üretici tarafından yapılması önerilen deneyler ve tipik sıklıkları

Ambalaj Tipi	Taşıyacağı Madde Hali	Deney	Sıklık
Metal varil	Sıvı	Düşürme	Ayda 1 kez
		Sızdırmazlık	Her ambalaj
		İç Basınç (Hidrolik)	Ayda 1 kez
		İstifleme	Partiye göre değişir
	Katı/eşya	Düşürme	Ayda 1 kez
		İstifleme	Partiye göre değişir
Plastik varil	Sıvı	Düşürme (-18°C)	Ayda 1 kez
		Sızdırmazlık	Her ambalaj
		İç Basınç (Hidrolik)	Ayda 1 kez
		İstifleme/Dinamik basma deneyi	Haftada bir kez
	Katı/eşya	Düşürme	Ayda 1 kez
		İstifleme	Partiye göre değişir
Fiber varil	Katı/eşya	Düşürme	Parti başına 3 birim
		İstifleme/ Dinamik basma deneyi	Parti başına 5 birim

Çizelge 3.14’de tehlikeli madde taşıyan varil ambalajı üretiminde bitmiş ürüne sıvı ya da katı madde taşınması durumuna göre, üretici tarafından yapılması gereken testler yer almaktadır.

Tehlikeli madde taşıyan bidon ambalajı için, dikkate alınacak malzeme deney ve kriterleri Çizelge 3.15’ de gösterilmektedir. Ambalajın malzeme uygunluk kontrolü, malzeme tipine göre aşağıdaki parametrelerle kontrol edilir.

Çizelge 3.15 Bidonlar için malzemeye göre kontrol edilmesi gereken özellikler

Malzeme	Özellik
Metal	Kalınlık, Doğrusal Boyutlar Çekme Dayanımı ve Uzama Sertlik

Çizelge 3.16 Bidonlar için imalat aşamasında kontrol edilecek süreçler

Malzeme	Özellik
Metal	Katlama (Dikişler) Kaynak Lehimleme Sızdırmazlık Malzemesinin Uygulanması Conta ve/veya Kapakların Yerleştirilmesi
Plastik	Dara Conta ve/veya Kapakların Yerleştirilmesi

Çizelge 3.16 ila Çizelge 3.17’deki ambalaj tiplerine göre belirtilen kontrol elemanlarının TS EN ISO 16106 kapsamında üretim sırasında tipik ölçüm sıklıkları dikkate alınarak izlenmesi önerilmektedir.

Çizelge 3.17 Bidonlar için imalat esnasında kontrolü gerekli maddeler ve tipik ölçme sıklıkları

Malzeme	Kriter	Frekans
Metal	Yüzey İşlemleri Sızdırmazlık Elemanlarının Uygun Olarak Yerleştirilmesi	Her 1000 ambalajda 1 kez
Plastik	Boyutlar, Duvar Kalınlığı Dağılımı Dara Conta, Kapakların ve Sızdırmazlık Elemanlarının Uygun Olarak Yerleştirilmesi	Her vardiyada 1 kez Her vardiyada 2 kez Her vardiyada 2 kez

Çizelge 3.18 Tehlikeli madde taşıyan bidon ambalajı için bitmiş ürün kontrolünde üretici tarafından yapılması önerilen deneyler ve tipik sıklıkları

Ambalaj Tipi	Taşıyacağı Madde Hali	Deney	Sıklık
Metal bidon	Sıvı	Düşürme	Ayda 1 kez
		Sızdırmazlık	Her ambalaj
		İç Basınç (Hidrolik)	Ayda 1 kez
		İstifleme	Parti büyüklüğüne göre değişir
	Katı	Düşürme	Ayda 1 kez
		İstifleme	Parti büyüklüğüne göre değişir
Plastik bidon	Sıvı	Düşürme (-18°C)	Ayda 1 kez
		Sızdırmazlık	Her ambalaj
		İç Basınç (Hidrolik)	Ayda 1 kez
		Dinamik Basma/İstifleme	Haftada 1 kez/ Parti büyüklüğüne göre değişir
	Katı	Düşürme	Ayda 1 kez
		Dinamik Basma/İstifleme	Haftada 1 kez/ Parti büyüklüğüne göre değişir

Çizelge 3.18’de, tehlikeli madde taşıyan bidon ambalajı üretiminde bitmiş ürüne sıvı ya da katı madde taşınması durumuna göre, üretici tarafından yapılması gereken testler yer almaktadır.

Tehlikeli madde taşıyan kutu ambalajı için, dikkate alınacak malzeme deney ve kriterleri Çizelge 3.19’de gösterilmektedir.

Çizelge 3.19 Kutular için malzemeye göre kontrol edilmesi gereken özellikler

Malzeme	Özellik
Metal	Kalınlık, Doğrusal Boyutlar Çekme Dayanımı ve Uzama Sertlik
Kontrplak	Kalınlık Katların Sayısı Gramaj
Oluklu Mukavva	Gramaj Patlama Dayanımı Delinme Deneyi Kenar Ezilme Deneyi Cobb Deneyi
Doğal Ahşap/ Yeniden Yapılandırılmış Ahşap	Gramaj Nem Kalınlık

Çizelge 3.20 Kutular için imalat aşamasında kontrol edilecek süreçler

Malzeme	Süreç
Metal	Bükme (Dikişler) Kaynak Lehimleme Sızdırmazlık Malzemesinin Uygulanması Conta ve/veya Kapakların Yerleştirilmesi
Fiber Levha/Mukavva	Yapıştırma Bantlama Buruşma/Katlama Birleştirme
Plastik	Dara kütlesi Conta ve/veya Kapakların Yerleştirilmesi

Çizelge 3.19 ve 3.20'deki ambalaj tiplerine göre belirtilen kontrol elemanlarının TS EN ISO 16106 kapsamında üretim sırasında tipik ölçüm sıklıkları dikkate alınarak izlenmesi önerilmektedir.

Çizelge 3.21 Kutular için imalat esnasında kontrolü gerekli maddeler ve tipik ölçme sıklıkları

Ambalaj Tipi	Kriter	Frekans
Metal kutu	Yüzey İşlemleri Sızdırmazlık Elemanlarının Uygun Olarak Yerleştirilmesi	1000 birim başına bir kez.
Fiber Levha/Oluklu Mukavva kutu	Boyutlar Kabarcıkların (kırışıklıkların) ve ek yerlerinin görünümü	1000 birim başına bir kez.
Plastik kutu	Boyutlar, Duvar Kalınlığı Dağılımı	Her vardiyada 1 kez
	Dara kütlesi	Her vardiyada 2 kez
	Conta, Kapakların ve Sızdırmazlık Elemanlarının Uygun Olarak Yerleştirilmesi	Her vardiyada 2 kez
Kâğıt olmayan-Mukavva olmayan-Metal olmayan kutu	Dışsal Boyutlar Doğru kurulum Kapakların montajı Yüzey İşlemleri/ Astarlar	500 birim başına bir kez

Çizelge 3.22 Tehlikeli madde taşıyan kutu ambalajı için bitmiş ürün kontrolünde üretici tarafından yapılması önerilen deneyler ve tipik sıklıkları

Ambalaj Tipi	Taşıyacağı Madde Hali	Deney	Sıklık
Fiber Levha Hariç Kutular	Katı	Düşürme Sıkıştırma veya İstifleme	Parti büyüklüğüne göre değişir
Fiber Levha Kutu/Oluklu Mukavva Kutu	Katı	Düşürme	Parti başına 3 birim
		Basma veya İstifleme	Parti başına 5 birim

Çizelge 3.22’ deki tabloda, üretici tarafından tehlikeli madde taşıyan kutu ambalajına bitmiş üründe yapılması gereken testler yer almaktadır.

Tehlikeli madde taşıyan torba ambalajı için, dikkate alınacak malzeme deney ve kriterleri Çizelge 3.23’da gösterilmektedir.

Çizelge 3.23 Torbalar için malzemeye göre kontrol edilmesi gereken özellikler

Malzeme	Özellik
Dokuma (Örme) Kumaş	Gramaj Alan Başına Çözü ve Örgü Sayısı Kopma Dayanımı ve Uzama
Plastik film	Kalınlık ya da Gramaj Erime Akış Hızı Çekme Mukavemeti
Plastik, granül/toz	Erime Akış İndisi Kütle/Hacim
Kâğıt	Baz Ağırlığı Çekme Dayanımı ve Uzama Çekme Enerji Soğurumu (TEA)

Çizelge 3.24 Torbalar için imalat aşamasında kontrol edilecek süreçler

Malzeme	Süreç
Kâğıt	Yapıştırma Bantlama İz bırakma/Katlama Birleştirme
Plastik	Dara külesi Conta ve/veya Kapakların Yerleştirilmesi
Diğer Malzemeler	Dikiş Yapıştırma Doldurma/boşaltma/taşıma cihazlarının montajı

Çizelge 3.24 ve 3.25’ deki ambalaj tiplerine göre belirtilen kontrol elemanlarının TS EN ISO 16106 kapsamında üretim sırasında tipik ölçüm sıklıkları dikkate alınarak izlenmesi önerilmektedir.

Çizelge 3.25 Torbalar için imalat esnasında kontrolü gerekli maddeler ve tipik ölçme sıklıkları

Ambalaj Tipi	Özellik	Sıklık
Plastik torbalar	Boyutlar, Duvar Kalınlığı Dağılımı	Her vardiyada 1 kez
	Dara kütlesi	Her vardiyada 2 kez
	Contaların/kapatmaların/kapakların uygun yerleştirilmesi	Her vardiyada 2 kez
Tüm torbalar	Boyutlar Dikişlerin ve Birleştirmelerin Görünümü	Her vardiyada 2 kez

Çizelge 3.26 Tehlikeli madde taşıyan torba ambalajı için bitmiş ürün kontrolünde üretici tarafından yapılması önerilen deneyler ve tipik sıklıkları

Ambalaj Tipi	Taşıyacağı Madde Hali	Deney	Sıklık
Tüm torbalar	Katı	Düşürme	Her partide 3 adet

Çizelge 3.26’te üretici tarafından tehlikeli madde taşıyan torba ambalajına bitmiş üründe yapılması gereken testler yer almaktadır.

İnce metal ambalajı Çizelge 3.27’te belirtilen tiplerde olabilir.

Çizelge 3.27 İnce metal ambalaj tipleri

Tür	Malzeme	Kategori (Başlık tipi, özellik)	Kod
0.İnce metal Ambalaj	A. Çelik	Çıkarılamaz başlık	0A1
		Çıkarılabilir başlık	0A2

Tehlikeli madde taşıyan ince metal ambalaj için, dikkate alınacak malzeme deney ve kriterleri Çizelge 3.28’de gösterilmektedir.

Çizelge 3.28 İnce metal ambalaj için malzemeye göre kontrol edilmesi gereken özellikler

Malzeme	Özellik
Metal	Kalınlık, Doğrusal Boyutlar Çekme Dayanımı ve Uzama Sertlik

Çizelge 3.29 İnce metal ambalaj için imalat aşamasında kontrol edilecek süreçler

Malzeme	Süreç
Metal	Bükme (Dikişler) Kaynak Lehimleme Sızdırmazlık Malzemesinin Uygulanması Conta ve/veya Kapakların Yerleştirilmesi

Çizelge 3.29 ve Çizelge 3.30'deki ambalaj tiplerine göre belirtilen kontrol elemanlarının TS EN ISO 16106 kapsamında üretim sırasında izlenmesi önerilmektedir.

Çizelge 3.30 İnce metal ambalaj için imalat esnasında kontrolü gerekli maddeler

Ambalaj Tipi	Özellik
İnce Metal Ambalaj	Boyutlar Dara Yüzey İşlemleri Conta, Kapakların ve Sızdırmazlık Elemanlarının Uygun Olarak Yerleştirilmesi

Çizelge 3.31 Tehlikeli madde taşıyan ince metal ambalaj için bitmiş ürün kontrolünde üretici tarafından yapılması önerilen deneyler

Ambalaj Tipi	Deney
İnce Metal Ambalaj	Düşürme
	İstifleme

Çizelge 3.31' de, üretici tarafından tehlikeli madde taşıyan ince metal ambalajına bitmiş üründe yapılması gereken testler yer almaktadır.

Yukarıdaki çizelgelerde ambalaj tiplerine göre belirtilen kontrol elemanlarının tipik sıklıkları, TS EN ISO 16106 kapsamında ambalajların seri üretimi sırasında ölçülmesi veya görsel olarak kontrol edilmesi, testlerin de parti büyüklüklerine bağlı olarak yapılması ve kayıtların tutulması önerilir. Ölçümlerin sıklıkları ambalajların tipine ve hacmine bağlı olduğu gibi bu üretim için kullanılan süreçlere ve donanımına da bağlıdır. Özellikle daha küçük partiler için alternatif frekanslar kullanılabilir. Fakat her durumda maddeler/elemanlar parti başına en az bir kez izlenmelidir.

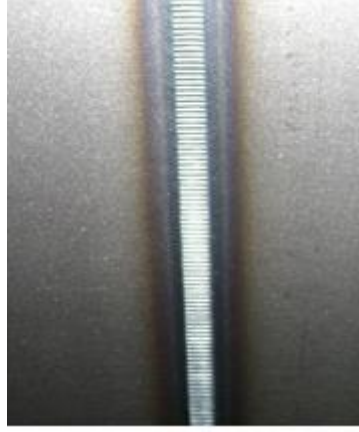
3.2.7 Tüm taşıma modlarında tehlikeli madde taşıyan ambalajlar ve IBC'lerin özellikleri, yapım şartları

Çelik variller

Çelik varil, katı veya sıvı haldeki ürünlerin bir yerlere ulaşımını sağlamak için kullanılan, çelik malzemeden mamul olan kaptır. Tehlikeli maddelerin taşınması için kullanılan variller, taşıma moduna (kara, deniz, hava ve demir yolu) göre uluslararası sözleşme ve kanunlar kapsamında yapım ve test şartlarına tabidir. İlgili yönetmeliklere göre çelik varillerin maksimum kapasitesi 450 l, maksimum net kütlesi ise 400 kg olmalıdır. Tehlikeli madde taşıyan çelik variller, sanayide tekrar tekrar kullanılmak üzere, lisanslı geri kazanım tesislerinde içleri temizlenerek yenilenmektedirler. Çelik variller ilgili yönetmeliklere göre iki tipe ayrılır:

- 1A1 - Çıkarılamaz başlıklı çelik varil
- 1A2- Çıkarılabilir başlıklı çelik varil

Şekil 3.18'de çelik varil için uygun dikiş örneği, şekil 3.19'de çelik varil çember aparatı örneği görülmektedir.



Şekil 3.18 Çelik varil için uygun dikiş örneği



Şekil 3.19 Çelik varil çember aparatı

Ülkemizde çelik varil sektörü incelendiğinde, en yaygın olarak kullanımı 200-220 lt kapasitede olan büyük tapalı ve çemberli sac varil olarak görmekteyiz. Buna ek olarak 60 litrelik ve 30 litrelik çemberli ve tapalı sac variller ve konik sac variller bulunmaktadır.

Piyasadaki çelik sac variller incelendiğinde genellikle et kalınları gövde kalınlığı olarak 0,8, 1,0, 1,2 mm; kapak kalınlığı olarak 0,8, 0,9 ve 1,0 mm şeklindedir.



Şekil 3.20 Çelik varil örnekleri

Şekil 3.20’de çelik varil örnekleri görülmektedir.

Tapalı sac varil

Genellikle içerisine sıvı kimyasal mamullerin ulaşımı ve saklanması için kolayca kullanılan, yaklaşık 200 lt kapasiteye haiz ambalajlardır.

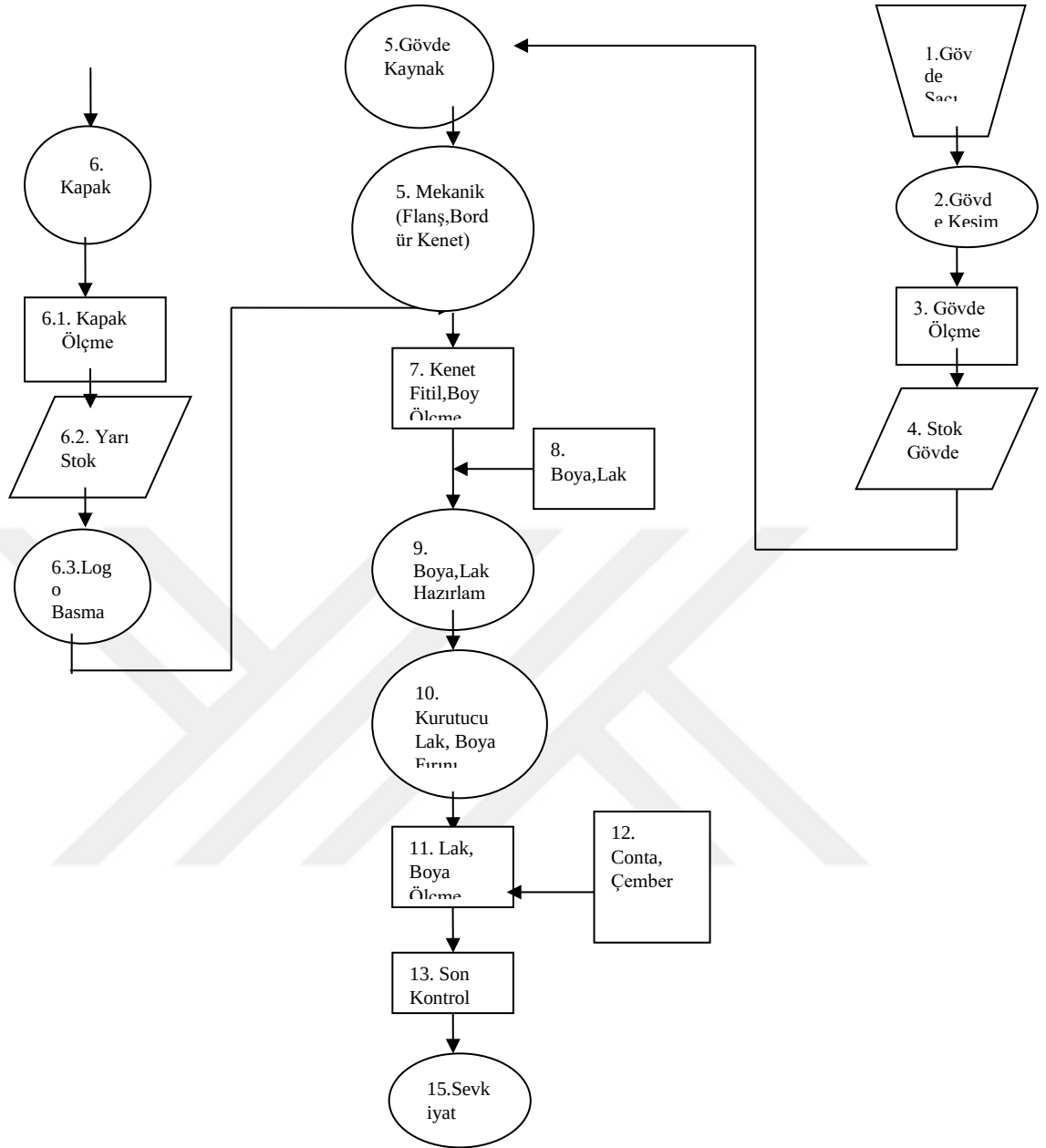
Sektörde içi temizlenerek en yaygın tekrar kullanılan ambalaj tipi 1A1 tapalı çıkarılamaz başlıklı çelik varildir. Ambalajların yenilenmesi prosesi, bu araştırmada daha detaylı olarak anlatılacaktır. Kısaca bu proses aşağıdaki maddelerden oluşur:

- Ambalajların içinin yıkanması,
- Hava ile hacimlendirilmesi
- Sızıntı uygulaması yapılması
- Dış görselinin iyileştirilmesi

Tekrar piyasaya çıkarmak için yapılan uygulamalardır.

Çemberli sac varil

Çemberli sac variller yaygın olarak minimum 213 lt kapasitesinde olurlar. Bu ürünlerde üst kapağın tamamı kolayca açılabilir. Üst kapak, gövdeye bir çember ile montajlandığı için çemberli sac varil diye adlandırılır. İçerisine tapalı sac varillere göre katı mamullerin konulması daha çok tercih edilir.



Şekil 3.21 Çelik varil için imalat akış şeması örneği

Teneke ambalajlar

Şekil 3.22 ve Şekil 3.23'te görülen ambalajlar sektörde teneke kova ve teneke bidon ambalajı olarak piyasada tanınır.

Bu kova ambalajları, tenekeden imal olur ve çoğunlukla UN numarası 1263 olan boya, vernik ve tiner maddelerini taşınır. Çoğunlukla karayolu ve denizyolunda taşımacılığı kullanılmaktadır.

Teneke, soğuk haddelenmiş, sade karbonlu yumuşak çelik saçların iki yüzünün kalayla kaplanmasıyla elde edilen malzemedir. Günümüzde kaplamada kalay yerine krom, nikel, plastik malzemeler de kullanılmaktadır.

Teneke ambalajların malzeme bilgisi ve imalatı

Teneke imalinde kullanılan çelik saçlar normal olarak Siemens-Martin çeliğinden yapılır. Çeliğin bileşiminde yer alan iz elementlerin miktarına göre çelik farklı gruplara ayrılmaktadır. Başlıca iki tip çelik A ve B kullanılmaktadır (Öntaş, 2005:16).



Şekil 3.22 Teneke bidon



Şekil 3.23 Çember kapaklı kova

Çizelge 3.32 Çelik tiplerinin bileşimleri (ağırlıkça yüzde) (Öntaş, 2005: 16)

ELEMENT	TİP-A	TİP-B
Karbon	0.04-0.08	0.09-0.12
Silis	0.030	0.030
Bakır	0.080	0.080
Nikel	0.080	0.080
Kalay	0.020	0.020

Çizelge 3.32 Çelik tiplerinin bileşimleri (ağırlıkça yüzde) (Öntaş, 2005: 16) (devamı)

Arsenik	0.020	0.020
Molibden	0.020	0.020
Krom	0.080	0.080
Azot	0.080	0.080
Alüminyum	0.02-0.08	0.02-0.08
Diğerleri	0.020	0.020

Çizelge 3.32’da belirtildiği üzere, tip A’nın karbon ve manganez miktarları Tip B’ye göre azdır. Tip A elektrik kaynaklı kutu yapımına uygundur. Bütün çelik fabrikaları tenekenin son kullanım yerine, kutu üretim teknolojisine ve tenekenin istenen özelliklerini dikkate alarak bu kompozisyonlarda ufak değişiklikler yapmaktadırlar.

Teneke kutular, kovalar gövde, dip ve kapak olmak üzere üç parçalıdır. Dip ve kapakları pres hatlarında üretilir. Gövdeleri ise, bakır tel yardımıyla elektrik dikiş kaynağı ile imal edilir. Bu kaynağın kontrolü de, çekme pensesi ile kaynak dikişi çekilerek yapılmaktadır.

Gövde yan dikişi yapıldıktan sonra sırasıyla,

- Etek açma işlemi,
- Kordonlu kutularda kordon çekme işlemi,
- Dip kapama işlemi,
- Paletleme,
- Paletlerin bağlanıp streç film sarılması
- Depolama

işlemleridir.

Üst kapak içine sıvı su bazlı ya da solvent bazlı conta kullanılmaktadır. Bu da, kenette sızdırmazlığı sağlar.Yasal mevzuatlar kapsamında değerlendirildiğinde çelik variller, kara, demir, deniz ve hava taşıma modlarında kullanılabilmektedir. Fakat sektörde çoğunlukla demiryolu haricindeki diğer taşıma modlarında taşınmaktadır.

Alüminyum variller

Alüminyum varil, alüminyum malzemeden mamul, ilgili yönetmeliklere göre maksimum kapasitesi 450 l, maksimum net kütlesi ise 400 kg olan metal kaptır. Tüm taşıma modlarında kullanılmaktadır. Şekil 3.26 ila 3.28 arasında alüminyum varil örnekleri bulunmaktadır. Alüminyum variller ilgili yönetmeliklere göre iki tipe ayrılır:

- 1B1 - Çıkarılamaz başlıklı alüminyum varil
- 1B2- Çıkarılabilir başlıklı alüminyum varil



Şekil 3.24 Küçük alüminyum varil



Şekil 3.25 Büyük alüminyum varil örnekleri



Şekil 3.26 1B1 örneği

Kullanılacak ambalajın malzemesinin miktarı, seçilen ambalaj şekline göre farklıdır. Özellikle tehlikeli madde/mal konulacak ambalaj için, alüminyum ambalaj seçeneği hem maliyeti fazla hem de hassas üretim gerektiren bir ambalaj tipidir. Çünkü alüminyumdan kullanılacak miktar teneke veya plâstiğe nazaran çok fazladır. Fakat alüminyumun çok hafif olması ve kolay bertaraf edilebilmesi bu ambalajın avantajlarıdır. Genelde sıvı kimyasallar, çamaşır tozu hammaddeleri ile bitki koruma ilâçları taşınır. Fakat alüminyum varil ambalajı, piyasadan örnek verecek olursak;

- UN 3375 Amonyum Nitrat Emülsiyon için ara ürün, katı olarak, dışı 1B alüminyum varil, iç ambalajı cam, plastik veya metal ambalaj azami kapasitesi 250 litre olacak şekilde dışı alüminyum varil olan plastik kap (6HB1) kompozit ambalaj şeklinde taşınabilir.
- UN 1873 Perklorik asit maddesi, dışı 1B alüminyum varil, iç ambalajı cam, plastik veya metal ambalaj şeklinde ya da azami kapasitesi 250 litre olacak şekilde dışı alüminyum varil olan plastik kap (6HB1) kompozit ambalaj şeklinde taşınabilir.

Daha önce de bu çalışmada bahsedildiği gibi, tehlikeli maddelerin hangi ambalajlarda ve azami ne kadar miktarda taşınabileceği ADR 4.1.4 bölümündeki paketleme talimatlarında yer almaktadır. Hangi maddenin hangi paketleme talimatı kapsamında değerlendirildiği de, ADR'deki ilgili bölümlerde maddelerin UN numara ve isimlerine göre olan tabloda yer almaktadır.

Alüminyum veya çelik dışındaki metal variller

Alüminyum veya çelik dışındaki metal varil, ilgili yönetmeliklere göre maksimum kapasitesi 450 l, maksimum net kütlesi ise 400 kg olan metal kaptır. Tüm taşıma modlarında kullanılmaktadır. Bu variller iki tipe ayrılır:

- 1N1 - Çıkarılamaz başlıklı alüminyum varil
- 1N2- Çıkarılabilir başlıklı alüminyum varil

Kontrplak variller

Kontrplak veya ahşap malzemeden mamul, ilgili yönetmeliklere göre maksimum kapasitesi 250 l, maksimum net kütlesi ise 400 kg olan kaptır. Kontrplak malzemesi, suya ve kimyasal malzemeye dayanıklılığı ve yüksek mukavemeti açısından önemli olan bir orman ürünüdür. Diğer malzemelere kıyasla daha ucuz, güvenli, hijyen ve çevreye asgari zarar veren bir malzemedir. Şekil 3.29’da kontrplak varil örneği bulunmaktadır.

Kullanılacak ahşap için de, ahşabın kuru, çizgilerinin temiz ve düzgün olması ve yumrularda budak olmaması ambalajın imalatı için önemli bir kriterdir.

Kontrplak variller sektörde kombine ambalajın dış ambalajı olarak, tüm taşıma modlarında kullanılmaktadır. Patlayıcı madde taşınmasında tercih edilir. 1D sembolü ile gösterilir.



Şekil 3.27 1D Kontrplak varil örneği

Fiber variller

Oluklu olmayan fiber levhadan veya çok katmanlı kartondan mamul, ilgili yönetmeliklere göre maksimum hacmi 450 l, maksimum net kütlesi ise 400 kg olan kaptır.

Fiber varillerin ana hammaddesi kağıttır. Bu yüzden kağıt her zaman çevre ve kullanım kolaylığı sağlamaktadır.

Fiber variller özellikle kimya ve ilaç sektöründe kullanılan çevre dostu pakettir. En yaygın kullanılan hammaddesi kraft kağıttır. Fiber variller, hammaddesinden dolayı hafiftir ve üretim kolaylığı ile ekonomik olması bakımından sektörde büyük paya sahiptir.

Fiber variller tüm taşıma modlarında kullanılmaktadır. 1G sembolü ile gösterilir. Şekil 3.28’da kontrplak varil örneği bulunmaktadır.



Şekil 3.28 1G Kontrplak varil örneği

Şekil 3.28 ‘de görüldüğü gibi, sektörde yaygın olarak fiber varillerin üst kapağı varile çember ile sabitlenir.

Plastik variller ve bidonlar

Plastik malzemeden mamullerdir. Plastik varil ve bidonlar sektörde tüm taşıma modlarında kullanılmaktadır. Plastik bidonlar ve variller çoğunlukla çamaşır suyu, tarım ilacı, madeni yağ, tekstil kimyasalı ve asitlerin taşınmasında tercih edilirler. Plastik varil ve bidonlar sırasıyla 1H ve 3H sembolleri ile gösterilirler.

- Plastik varillerin azami kapasitesi:450 lt, azami net kütlesi:400 kg,
- Plastik bidonların azami kapasitesi:60 lt, azami net kütlesi:120 kg

şeklindedir.

Plastik variller ve bidonlar tüm taşıma modlarında kullanılmaktadır. Şekil 3.29 ila Şekil 3.31 arasında plastik varil ve bidon örnekleri bulunmaktadır.

Plastik varil ve bidonlar aşağıdaki gibi sınıflandırılır.

- 1H1 - Çıkarılamaz başlıklı plastik varil
- 1H2 – Çıkarılabilir başlıklı plastik varil
- 3H1 - Çıkarılamaz başlıklı plastik bidon
- 3H2 - Çıkarılabilir başlıklı plastik bidon



Şekil 3.29 3H1 plastik bidon



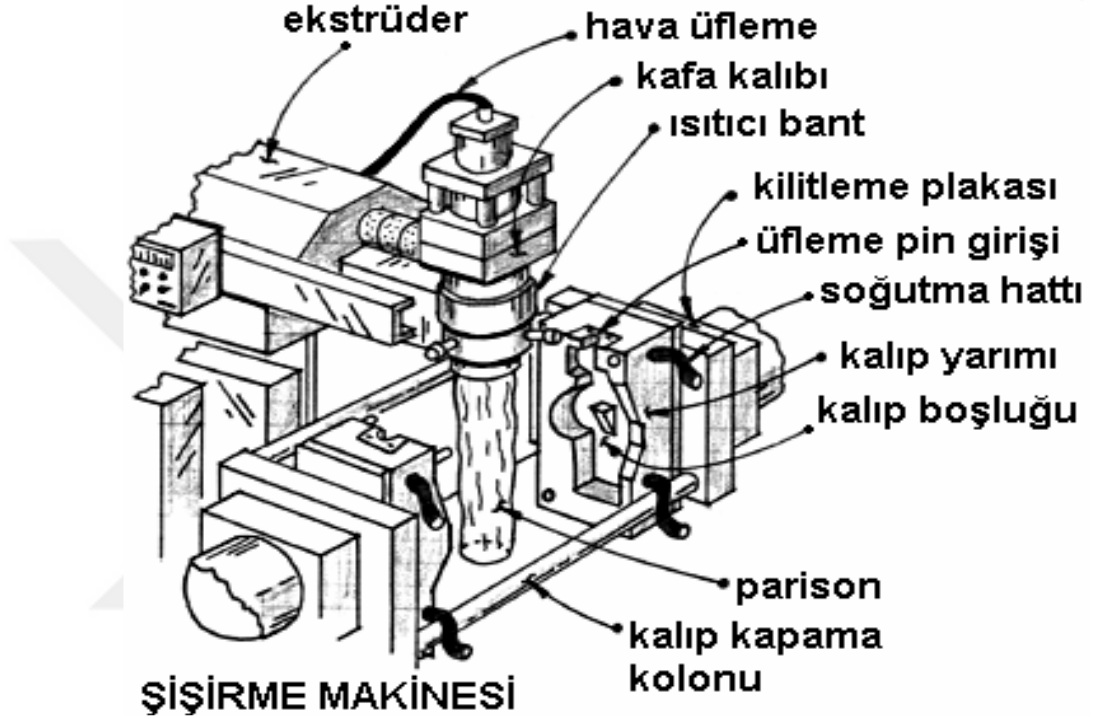
Şekil 3.30 1H2 plastik varil



Şekil 3.31 5 litrelik tarım ilacı ambalajı

Plastik varil ve bidon üretimi

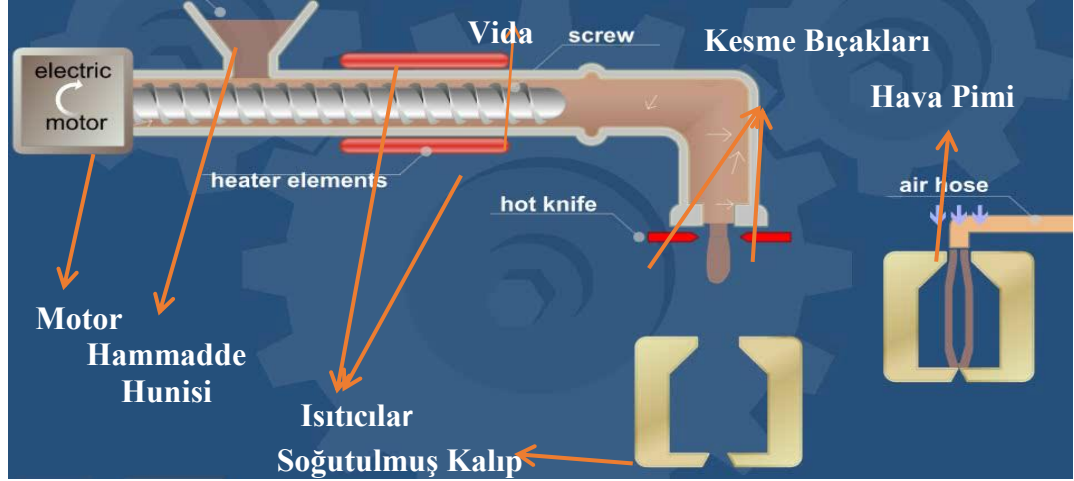
Birçok plastik malzemeleri sıcaklık vererek plastikleştirilen bunları uygun bir kalıp içerisinde üfleme yöntemi ile şişirerek içi boş ürünleri üreten makinelere şişirme makineleri olarak adlandırılır. Şekil 3.34’ de örneği gösterilmiştir.



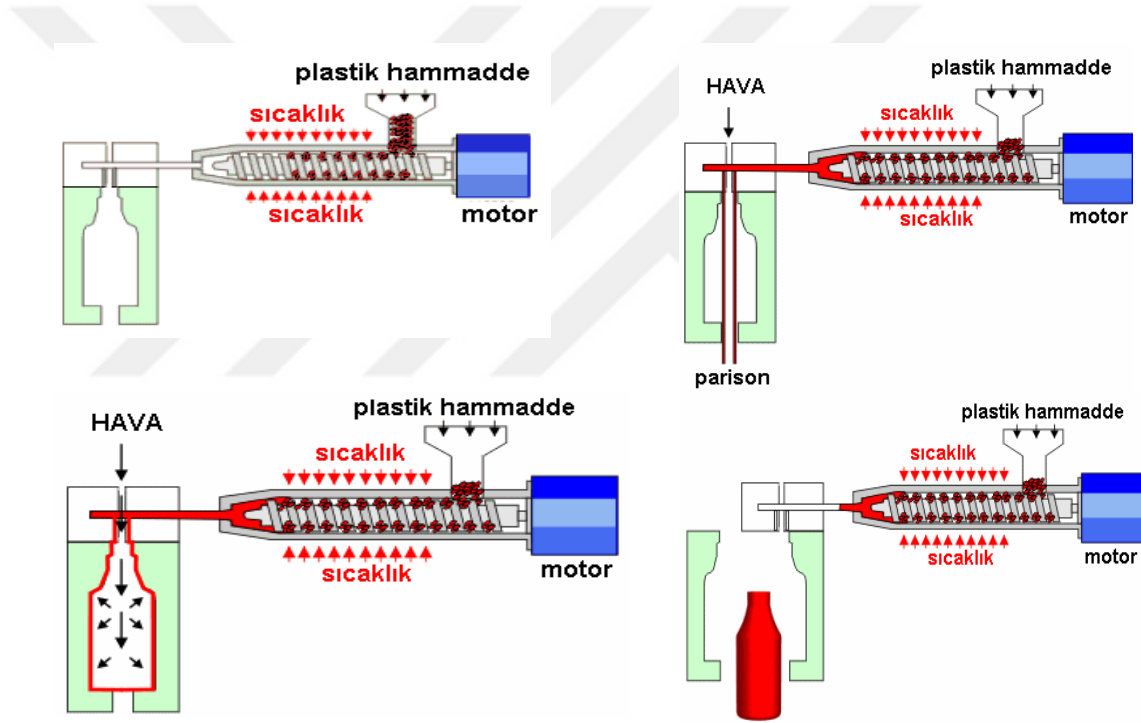
Şekil 3.32 Şişirme makinesi

Plastik ambalaj üretimi için adımlar,

- Hammadde ve Boya karışımı granül halinde makineye verilir.
- Vida üzerinde sıcaklık kademeli olarak arttırılarak, hammadde-boya karışımı eritilir.
- Kafadan tamamen erimiş ve içi boş hortum şeklinde akıtılır.
- Soğuk kalıp altına gelip, kapanır. Bıçaklar keser ve bir sonraki hortumun tabanı birbirine kaynatılır.
- Soğuk kalıp hava piminin altına gelir, hava pimi iner ve basınçla plastiğin kalıp şeklini alması sağlanır.



Şekil 3.33 Şişirme prosesi



Şekil 3.34 Plastik ambalaj üretiminde şişirme prosesi

Çelik veya alüminyum bidonlar

Çelik veya alüminyumdan mamul, ilgili yönetmeliklere göre maksimum hacim 60 l, maksimum net kütlesi ise 120 kg olan metal kaptır. Metal bidonlar, ışık, hava ve suya karşı dayanıklı bir set meydana getirir.

Bu bidonlar iki tipe ayrılır;

- 3A1 - Çıkarılamaz başlıklı çelik bidon
- 3A2- Çıkarılabilir başlıklı çelik bidon
- 3B1 - Çıkarılamaz başlıklı alüminyum bidon
- 3B2- Çıkarılabilir başlıklı alüminyum bidon



Şekil 3.35 Teneke kutu

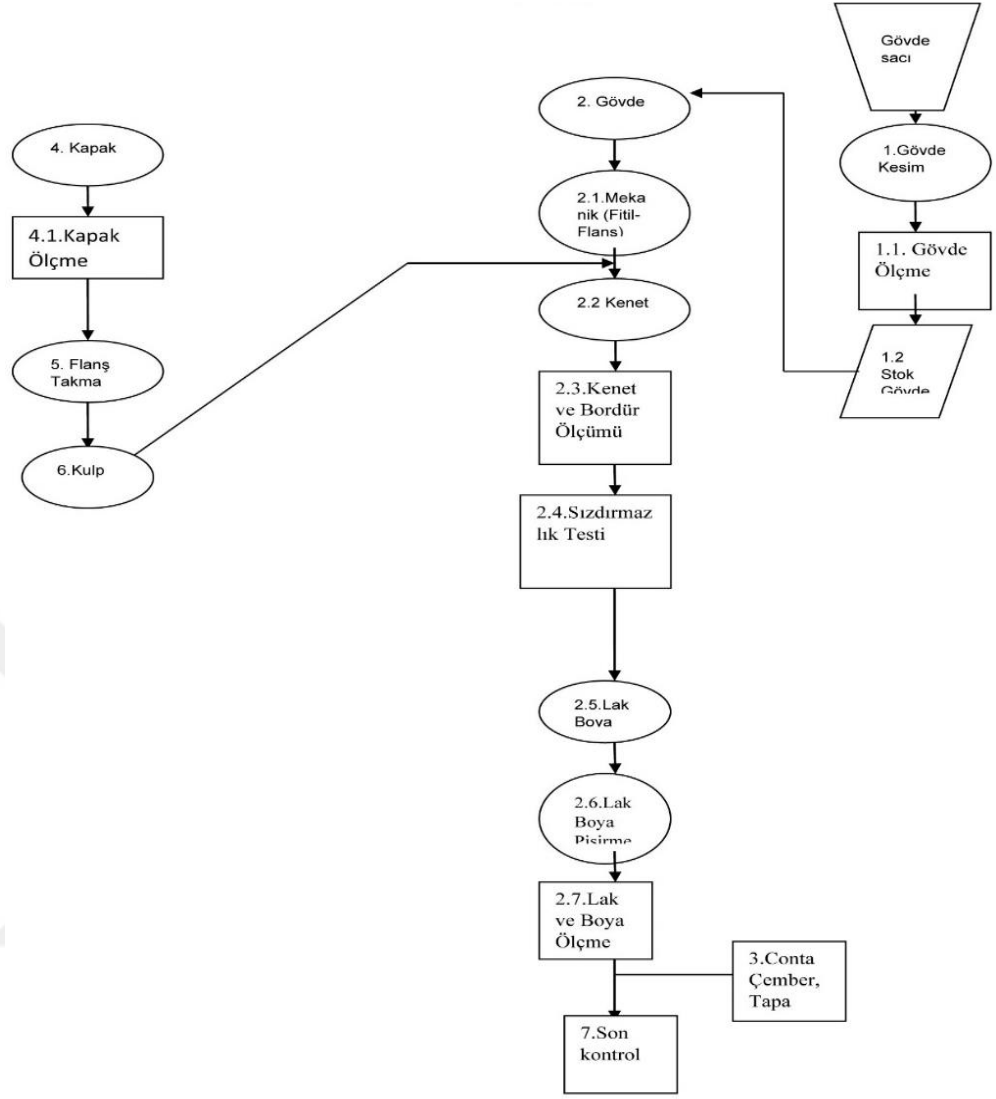


Şekil 3.36 3A1 Çelik bidon



Şekil 3.37 3B1
Alüminyum bidon

Şekil 3.36'deki çelik bidonda genelde benzin, çeşitli yakıtlar, yanıcı sıvı ve agresif sıvılar taşınmaktadır. Üstündeki vidalı kapağı, ısınma sonucunda kabın patlamasını önler. Sektörde çoğunlukla 60 lt / 30 lt. tapalı / çember kapaklı silindirik bidon kullanılmaktadır. Kara, deniz ve hava taşımacılığı tercih edilmektedir. Şekil 3.38'da örnek bidon üretimi akış diyagramı bulunmaktadır.



Şekil 3.38 Örnek bidon üretim akış diyagramı

Doğal ahşap kutular

Doğal ahşap malzemeden mamul, ilgili yönetmeliklere göre azami net kütlesi ise 400 kg olan kaptır.

Bu kutular iki tipe ayrılır:

- 4C1 – normal
- 4C2- toz geçirmez duvarlı

Kontrplak kutular

Kontrplak malzemeden mamul, ilgili yönetmeliklere göre azami net kütlesi ise 400 kg olan kaptır. 4D sembolü ile gösterilir, Şekil 3.41’de örneği verilmiştir. Kontrplak kutu ambalajı sektörde çoğunlukla kombine ambalaj şeklinde kullanılır.



Şekil 3.39 4D Kontrplak kutu örnekleri

Yeniden yapılandırılmış ahşap kutular

Ahşap malzemeden mamul, ilgili yönetmeliklere göre azami net kütlesi ise 400 kg olan kaptır. 4F sembolü ile gösterilir.

Oluklu mukavva kutular

Oluklu mukavva malzemeden mamul, ilgili yönetmeliklere göre azami net kütlesi ise 400 kg olan kaptır. 4G sembolü ile gösterilir ve Şekil 3.40’de örneği gösterilmiştir.



Şekil 3.40 4G Oluklu mukavva kutu örneği

Plastik kutular

Plastik malzemedan mamul olup, ilgili yönetmeliklere göre genişmeli plastik kutuların (4H1) azami net kütlesi 60 kg, sert plastik kutuların (4H2) azami net kütlesi 400 kg'dır. 4H sembolü ile gösterilir. İki çeşidi vardır:

- 4H1, 4H2

Çelik, alüminyum veya diğer metal kutular

Metal malzemedan mamul, ilgili yönetmeliklere göre maksimum net ağırlığı 400 kg olan kaptır. Şekil 3.43'de örneği gösterilmiştir. Malzemesine göre 3 metal kutu tipi vardır:

- 4A, 4B, 4N



Şekil 3.41 Çelik kutu (4A) örneği

Kumaş torbalar

Kumaş malzemedan mamul, ilgili yönetmeliklere göre azami net kütlesi 50 kg olan kaptır. Üç tipi vardır. Bunlar:

- 5L1, 5L2, 5L3

Örme plastik torbalar

Uygun plastik malzemedен mamul, ilgili yönetmeliklere göre azami net kütlesi 50 kg olan kaptır. 5H sembolü ile gösterilir, Şekil 3.44'te örneği var olup, 3 çeşidi bulunmaktadır:

- 5H1, 5H2, 5H3

Sektörde örme (dokuma) plastik torbada çoğunlukla sodyum bikromat, çimento, yapı kimyasalları gübre firmalarınca amonyum nitrat, toz halindeki çeşitli kimyasal maddeler, asit gidericiler, kurşun bazlı metal tuzları ve sabunları, toz, granül ve tablet formlarında akropan Ca/Zn ve Pb bazlı metal birleşenleri taşınmaktadır. Kara yolu ve deniz yolu taşıma modları tercih edilmektedir.



Şekil 3.42 5H3 Suya dayanıklı örme plastik torba

Plastik ince torbalar

Plastik malzemedен mamul, ilgili yönetmeliklere göre azami net kütlesi 50 kg olan kaptır. 5H4 sembolü ile gösterilir.

Kağıt torbalar

Kağıt malzemeden mamul, ilgili yönetmeliklere göre azami net kütlesi 50 kg olan kaptır. 5M sembolü ile gösterilir. 2 çeşidi bulunmaktadır:

- 5M1, 5M2

Kompozit ambalajlar (plastik malzeme)

Kompozit ambalajlar içindeki maddeyi muhafaza etme görevini kompozit ambalajı meydana getiren tüm ambalajlar birleştirildikten sonra ayrılmadan tek bir ambalaj olarak yerine getirmektedir.

Kombine ambalajlar

Tercih edilecek dış ambalajlar için ADR 'de bulunan bölüm 6 daki konu ile ilgisi olan yazılı metinlerin uygulanması ön görülmüştür. Kombine ambalajın işaretlenmesinde de dış ambalajın kodu kullanılır. Örnek olarak, dış ambalajı kontrplak kuru olan kombine ambalajın işaretlenmesinde 4D sembolü kullanılmalıdır.

Tercih edilecek iç ve dış paketlerin de ADR bölüm 4.1'deki ilgili ambalajlama talimatlarına bakılarak işlem yapılması gerekmektedir.



Şekil 3.43 Dışı kontrplak kutu içi metal kutu kombine ambalaj

Şekil 3.43'te verilen kombine ambalaj örneği, sektörde sık kullanılan bir ambalaj olup, ateşleme fünyesi taşımaktadır. Dışında 4D kontrplak kutu, içinde 2 adet metal kutu (4A), metal kutunun içinde strafor köpük bulunmaktadır.

İnce metal ambalajlar

İnce metal ambalajların maksimum hacmi 40 litre, maksimum net ağırlığı 50 kg'dır. Başlık durumuna göre iki çeşittir:

- 0A1 çıkarılamaz başlık
- 0A2 çıkarılabilir başlık

Metal IBC

Metal IBC, metal malzemeden mamul ve bununla uyumlu çalışma koşulları ve statik durumu ile birlikte olan metal bir gövde olarak adlandırılır. Tüm taşıma modlarında kullanılmaktadır.

Metal IBC'lerde korumalı ve korumasız kavramları önem arz etmektedir. Korumalı metal IBC, kazaya yönelik ek bir yapısı olan IBC ifadesi ile tanımlanmaktadır.



Şekil 3.44 Korumasız metal IBC



Şekil 3.45 Korumalı metal IBC

Çizelge 3.33 Metal IBC’ler için malzemeye göre kontrol edilmesi gereken özellikler

Malzeme	Özellik
Metal	Kalınlık, Doğrusal Boyutlar Çekme Mukavemeti ve Uzama Sertlik

Çizelge 3.34 Metal IBC’ler için imalat aşamasında kontrol edilecek süreçler

IBC Tipi	Parametre
Metal IBC	Bükme (Dikişler) Kaynak Lehimleme Sızdırmazlık (kapatma) Malzemesinin Uygulanması Contaların/kapakların montajı

Çizelge 3.33 ila Çizelge 3.34’deki metal IBC tiplerine göre belirtilen kontrol elemanlarının TS EN ISO 16106 kapsamında malzeme kontrol kriterleri, üretim sırasında ve sonrasında tipik ölçüm sıklıkları dikkate alınarak izlenmesi ve ölçülmesi önerilmektedir.

Çizelge 3.35 Metal IBC’ler için imalat esnasında kontrolü gerekli maddeler ve tipik ölçme sıklıkları

IBC Tipi	Kriter	Frekans
Metal IBC	Boyutlar Kütlesi Yüzey İşlemleri Sızdırmazlık Elemanlarının Uygun Olarak Yerleştirilmesi	Vardiya başına bir kez

Çizelge 3.36 Tehlikeli madde taşıyan metal IBC’ler için bitmiş ürün kontrolünde üretici tarafından yapılması önerilen deneyler ve tipik sıklıkları

IBC Tipi	Taşıyacağı Madde Hali	Deney	Sıklık
Metal IBC	Sıvı	Tasarım tipi özelliği ile uygunluk kontrolü	Ayda 1 kez
		Sızdırmazlık deneyi	Her ambalaj
		Hidrolik basınç deneyi	Ayda 1 kez
		Tahribatsız kaynak deneyi (örn. Boya penetrantı)	Her 100 birimde bir kez
		Servis ekipmanlarının fonksiyonu testi (üretici tarafından montajlandığında)	Üretici belirler
	Katı/eşya	Tasarım tipi özelliği ile uygunluk kontrolü	
		Tahribatsız kaynak deneyi (örn. boya penetrantı)	Haftada bir kez
		Servis ekipmanlarının fonksiyonu testi (üretici tarafından montajlandığında)	Her birim için
Sızdırmazlık testinin, üretilmiş her ürün için performans doğrulamasının zorunlu bir parçası olması önerilir.			

Çizelge 3.36’de tehlikeli madde taşıyan metal IBC üretiminde bitmiş ürüne sıvı ya da katı madde taşınması durumuna göre, üretici tarafından yapılması önerilen testler yer almaktadır.

Çizelge 3.37 İlgili uluslararası anlaşmalar kapsamında metal IBC'lere yapılması gereken tip testleri

IBC tipi	Titreşim ^f	Alttan Kaldırma	Üstten Kaldırma ^a	İstif ^b	Sızdırmazlık	Hidrolik basınç	Düşürme
Metal: 11A, 11B, 11N,	-	1.	2.	3.	-	-	4.
21A, 21B, 21N,	-	1.	2.	3.	4.	5.	6.
31A, 31B, 31N	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.

Çizelge 3.37’de tehlikeli madde taşıyan metal IBC’ler için bitmiş ürüne yapılması zorunlu tip testleri ve test sıralaması yer almaktadır.

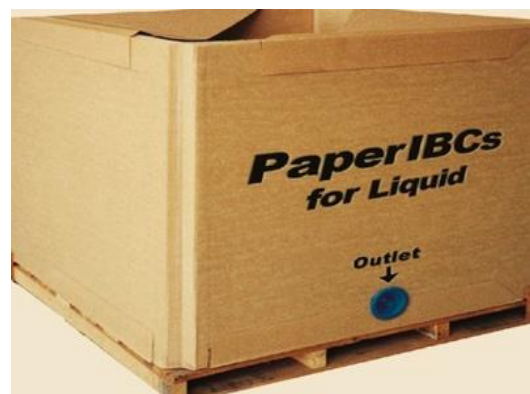
Yukarıda anlatılan üretim ve test şartlarına ek olarak, metal IBC’lerin düzenli bakımlarının yapılması gerekmektedir.

Esnek IBC

Esnek IBC film tabaka, bez dokuma ve tutma cihazlarından oluşan bir gövde olarak ifade edilir.



Şekil 3.46 Dokuma plastik tipi esnek IBC



Şekil 3.47 Kağıt tipi esnek IBC



Şekil 3.48 Kumaş tipi esnek IBC

Tehlikeli madde taşıyan esnek IBC için, dikkate alınacak malzeme deney ve kriterleri Çizelge 3.44’ de gösterilmektedir. IBC’nin malzeme uygunluk kontrolü, malzeme tipine göre aşağıdaki parametrelerle kontrol edilir.

Çizelge 3.38 Esnek IBC’ler için malzemeye göre kontrol edilmesi gereken özellikler

Malzeme	Özellik
Plastik, granül/toz	Erime Akış İndisi Kütle/Hacim
Plastik film	Et Kalınlığı ya da Ağırlık Erime Akış İndisi Çekme Mukavemeti
Dokuma kumaş	Ağırlık Alan başına atkı ve çözgü sayısı Kopma mukavemeti
Kağıt	Temel ağırlık Çekme dayanımı ve uzama Çekme enerji soğurumu

Çizelge 3.39 Esnek IBC'ler için imalat aşamasında kontrol edilecek süreçler

IBC Tipi	Parametre
Esnek IBC'ler	Dikiş Yapıştırma Doldurma/boşaltma/taşıma cihazlarının montajı
Kağıt	Yapıştırma Bantlama İz bırakma/katlama Birleştirme

Çizelge 3.39 ila Çizelge 3.40'deki IBC tiplerine göre belirtilen kontrol elemanlarının TS EN ISO 16106 kapsamında üretim sırasında tipik ölçüm sıklıkları dikkate alınarak izlenmesi veya görsel olarak kontrol edilmesi önerilmektedir.

Çizelge 3.40 Esnek IBC'ler için imalat esnasında kontrolü gerekli maddeler ve tipik ölçme sıklıkları

IBC Tipi	Özellik	Sıklık
Esnek IBC'ler	Boyutlar Dikişlerin ve bağlantıların görünümü	250 birim başına bir kez
Plastik	Boyutlar, Duvar Kalınlığı Dağılımı Dara kütlesi Conta, Kapakların ve Sızdırmazlık Elemanlarının Uygun Olarak Yerleştirilmesi	Vardiya başına bir kez Vardiya başına iki kez Vardiya başına iki kez

Çizelge 3.41 Tehlikeli madde taşıyan esnek IBC'ler için bitmiş ürün kontrolünde üretici tarafından yapılması önerilen deneyler ve tipik sıklıkları

IBC Tipi	Taşıyacağı Madde Hali	Deney	Sıklık
FIBC’ler (Esnek IBC)	Katı	Düşürme deneyi	1000 birim başına bir kez
		Üstten kaldırma deneyi	Her 3 ayda bir veya en az 1000 birim başına bir kez
Sızdırmazlık testinin, üretilmiş her ürün için performans doğrulamasının zorunlu bir parçası olması önerilir.			

Çizelge 3.41’de tehlikeli madde taşıyan esnek IBC üretiminde bitmiş ürüne katı madde taşınması durumuna göre, üretici tarafından yapılması önerilen testler ve sıklıkları yer almaktadır. Tablodan görüldüğü üzere, esnek IBC’lerde sıvı madde taşınmamaktadır.

Çizelge 3.42 İlgili uluslararası anlaşmalar kapsamında esnek IBC’lere yapılması gereken tip testleri

IBC tipi	Titreşim ^f	Alttan kaldırma ^a	Üstten Kaldırma ^a	İstifleme ^b	Sızdırmazlık	Hidrolik basınç	Düşürme	Yırtılma	Devrilme	Doğrultma
Esnek ^d		-	x ^c	x	-	-	x	x	x	x

Çizelge 3.42’de tehlikeli madde taşıyan Esnek IBC’ler için uluslararası anlaşmalar kapsamında bitmiş ürüne yapılması zorunlu tip testleri ve test sıralaması yer almaktadır.

Sert plastik IBC

Sert plastik IBC, uygun servis donanımı sahip muhtemel bir gövde anlamına gelir.



Şekil 3.49 Sert plastik IBC görselleri



Şekil 3.50 Metal paletli sert plastik IBC

Tehlikeli madde taşıyan sert plastik IBC için, dikkate alınacak malzeme deney ve kriterleri Çizelge 3.43’ de gösterilmektedir. IBC’nin malzeme uygunluk kontrolü, malzeme tipine göre aşağıdaki parametrelerle kontrol edilir.

Çizelge 3.43 Sert plastik IBC’ler için imalat aşamasında kontrol edilecek süreçler

IBC Tipi	Parametre
Sert plastik IBC’ler	Dara kütlesi Conta ve/veya Kapakların Montajı

Çizelge 3.43 ve Çizelge 3.44’deki sert plastik IBC’ye göre belirtilen kontrol elemanlarının TS EN ISO 16106 kapsamında üretim sırasında tipik ölçüm sıklıkları dikkate alınarak izlenmesi önerilmektedir.

Çizelge 3.44 Sert plastik IBC’ler için imalat esnasında kontrolü gerekli maddeler ve tipik ölçme sıklıkları

IBC Tipi	Özellik	Sıklık
Sert Plastik IBC	Boyutlar, Duvar Kalınlığı Dağılımı	Vardiya başına bir kez
	Dikiş yerlerinin görünümü	Vardiya başına iki kez
	Dara kütlesi	Vardiya başına iki kez
	Contaların/kapakların uygun yerleştirilmesi	Üretici belirler

Çizelge 3.45 Tehlikeli madde taşıyan sert plastik IBC için bitmiş ürün kontrolünde üretici tarafından yapılması önerilen deneyler ve tipik sıklıkları

IBC Tipi	Taşıyacağı Madde Hali	Deney	Sıklık
Sert Plastik IBC	Sıvı	Sızdırmazlık	Her birim için
		İç Basınç (Hidrolik basınç)	Her 3 ayda bir kez
		Tasarım tip özelliği ile uygunluk kontrolü	Üretici belirler
		Servis ekipmanının fonksiyonu deneyi (üretici tarafından montajlandığında)	Üretici belirler
	Katı	Düşürme	Her 3 ayda bir kez veya en az 1000 birim başına bir kez
		Servis ekipmanının fonksiyonu deneyi (üretici tarafından montajlandığında)	Her birim için
		Tasarım tipi özelliği ile uygunluk kontrolü	Üretici belirler
Sızdırmazlık testinin, üretilmiş her ürün için performans doğrulamasının zorunlu bir parçası olması önerilir.			

Çizelge 3.45’ deki tabloda, sıvı ya da katı tehlikeli madde taşınmasına göre hazırlanmış, sert plastik IBC’ye bitmiş üründe üretici tarafından yapılması önerilen testler ve sıklıkları yer almaktadır.

Çizelge 3.46 İlgili uluslararası anlaşmalar kapsamında sert plastik IBC'lere yapılması gereken tip testleri

IBC tipi	Titreşi m ^f	Alttan kaldırma a	Üstten Kaldırma a	İstifleme b	Sızdırm azlık	Hidrolik basınç	Düşür me
Sert plastik: 11H1,11H2, 21H1, 21H2 31H1, 31H2	- - 1.	1. ^a 1. ^a 2. ^a	2. 2. 3.	3. 3. 4. ^g	- 4. 5.	- 5. 6.	4. 6. 7.

Çizelge 3.46'de tehlikeli madde taşıyan sert plastik IBC'ler için uluslararası anlaşmalar kapsamında bitmiş ürüne yapılması zorunlu tip testleri ve test sıralaması yer almaktadır.

Plastik iç kaba sahip kompozit IBC

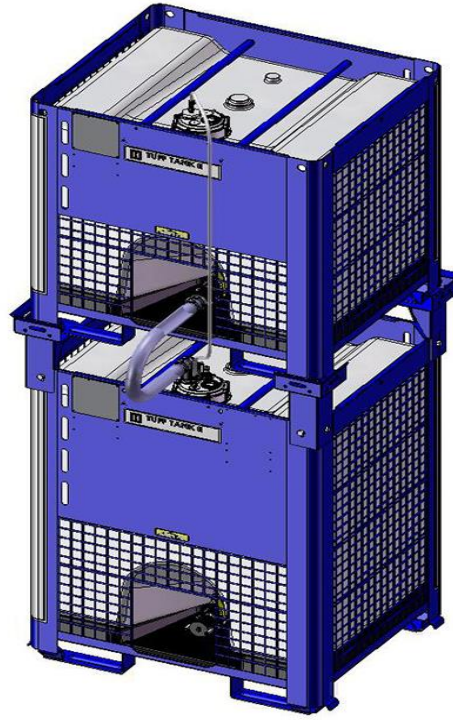
Plastik iç kaplı kompozit IBC herhangi bir servis ve bir dış kasadan oluşan yapısal bir donanım içeren IBC olarak ifade edilir. Metal, ahşap, plastik paletli çeşitleri vardır.



Şekil 3.51 Dış metal içi plastik kaplı kompozit IBC



Şekil 3.52 Ahşap paletli dışı metal içi plastik kaplı kompozit IBC



Şekil 3.53 İstiflenmiş dışı metal içi plastik kompozit IBC'ler

Tehlikeli madde taşıyan plastik iç kaba sahip kompozit IBC için, dikkate alınacak malzeme deney ve kriterleri Çizelge 47'da gösterilmektedir.

Çizelge 3.47 Plastik iç kaba sahip kompozit IBC için malzemeye göre kontrol edilmesi gereken özellikler

Malzeme	Özellik
Plastik film	Kalınlık ya da Gramaj Erime Akış Hızı Çekme Mukavemeti
Plastik, granül/toz	Erime Akış İndisi

Çizelge 3.48 IBC Tipi için imalat aşamasında kontrol edilecek süreçler

IBC Tipi	Parametre
Plastik iç kaba sahip kompozit IBC'ler	Dara külesi Conta ve/veya Kapakların Yerleştirilmesi

Çizelge 3.48 ve 3.49' daki IBC tiplerine göre belirtilen kontrol elemanlarının TS EN ISO 16106 kapsamında üretim sırasında tipik ölçüm sıklıkları dikkate alınarak izlenmesi önerilmektedir.

Çizelge 3.49 IBC Tipi için imalat esnasında kontrolü gerekli maddeler ve tipik ölçme sıklıkları

IBC Tipi	Özellik	Sıklık
Kompozit IBC'lerin iç plastikleri	Boyutlar, Duvar Kalınlığı Dağılımı	Her vardiyada 1 kez
	Dara kütlesi	Her vardiyada 2 kez
	Contaların/ kapakların uygun yerleştirilmesi	Her vardiyada 2 kez

Çizelge 3.50 Tehlikeli madde taşıyan bitmiş ürün kontrolünde üretici tarafından yapılması önerilen deneyler ve tipik sıklıkları

IBC Tipi	Taşıyacağı Madde Hali	Deney	Sıklık
Plastik iç kaba sahip kompozit IBC	Katı	Tasarım tipi özelliği ile uygunluk kontrolü	Üretici belirler
		Düşürme Deneyi	Her 3 ayda bir kez veya en az 1000 birim başına bir kez
		Servis ekipmanının fonksiyonu deneyi (üretici tarafından montajlandığında)	Her birim için
	Sıvı	Tasarım tip özelliği ile uygunluk kontrolü	Üretici belirler
		Hidrolik basınç deneyi	Her 3 ayda bir kez
		Sızdırmazlık deneyi	Her ürün için
		Hizmet donanımının işlev deneyi (üretici tarafından birleştirildiğinde)	Üretici belirler
		Sızdırmazlık deneyinin, her üretilmiş madde için performansın geçerli kılınmasının zorunlu bir bölümü olması önerilir.	

Çizelge 3.50’da, sıvı ya da katı tehlikeli madde taşınmasına göre hazırlanmış, Plastik iç kaba sahip kompozit IBC’lere bitmiş üründe üretici tarafından yapılması önerilen testler ve sıklıkları yer almaktadır.

Çizelge 3.51 İlgili uluslararası anlaşmalar kapsamında sert plastik IBC’lere yapılması gereken tip testleri

IBC tipi	Titreşim ^f	Alttan kaldırma	Üstten Kaldırma ^a	İstifleme ^b	Sızdırmazlık	Hidrolik basınç	Düşürme
Sert plastik: 11HZ1,11HZ2, 21HZ1,21HZ2 31HZ1,31HZ2	- - 1.	1. ^a 1. ^a 2. ^a	2. 2. 3.	3. 3. 4. ^g	- 4. 5.	- 5. 6.	4. ^e 6. ^e 7. ^e

Çizelge 51’de tehlikeli madde taşıyan 11,21,31 kodlu IBC için uluslararası anlaşmalar kapsamında bitmiş ürüne yapılması zorunlu tip testleri ve test sıralaması yer almaktadır.

Mukavva IBC

Mukavva IBC ihtiyaç ise, bir iç astarı olan ve yapısal donanıma sahip, ayrı birer üst veya olmayan bir mukavva gövde olarak ifade edilir.



Şekil 3.54 Mukavva IBC

Mukavva IBC tek tipte olup, sembolü 11G şeklindedir.

Çizelge 3.52 Mukavva IBC tipleri

Malzeme		Parametre	Kod
Mukavva		Katılar için	11G

Tehlikeli madde taşıyan mukavva IBC’ler için dikkate alınacak malzeme deney ve kriterleri Çizelge 52’de gösterilmektedir.

Çizelge 3.53 Mukavva IBC’ler için malzemeye göre kontrol edilmesi gereken özellikler

Malzeme	Özellik
Mukavva, oluklu	Gramaj Patlama dayanımı Delinme deneyi Kenar ezilme deneyi Cobb deneyi
Mukavva, katı	Kalınlık Gramaj Patlama dayanımı ve/veya Delinme deneyi Cobb deneyi

Çizelge 3.54 Mukavva IBC’ler için imalat aşamasında kontrol edilecek süreçler

IBC Tipi	Parametre
Mukavva IBC	Yapıştırma Bantlama İz bırakma/katlama Birleştirme

Çizelge 3.54 ve Çizelge 3.55’deki mukavva IBC tiplerine göre belirtilen kontrol elemanlarının TS EN ISO 16106 kapsamında üretim sırasında izlenmesi önerilmektedir.

Çizelge 3.55 Mukavva IBC için imalat esnasında kontrolü gerekli maddeler

IBC Tipi	Özellik	Önerilen Sıklık
Mukavva IBC	Boyutlar	Parti başına bir kez
	İzlerin, katlamaların ve bağlantıların görünümü	Parti başına bir kez

Çizelge 3.56 Tehlikeli madde taşıyan mukavva IBC için bitmiş ürün kontrolünde üretici tarafından yapılması önerilen deneyler

IBC Tipi	Deney/Parametre	Önerilen Sıklık
Mukavva IBC	Tasarım tipi özelliği ile uygunluk kontrolü	Üretici belirler
	Düşürme deneyi	Her 3 ayda bir kez
	İstifleme deneyi	Her 3 ayda bir kez

Çizelge 3.56’ da, üretici tarafından tehlikeli madde taşıyan mukavva IBC’ye bitmiş üründe yapılması önerilen testler ve sıklıkları yer almaktadır.

Çizelge 3.57 İlgili uluslararası anlaşmalar kapsamında mukavva IBC'lere yapılması gereken tip testleri

IBC tipi	Titre şim ^f	Alttan kaldırma	Üstten Kaldırma ^a	İstifleme ^b	Sızdırmazlık	Hidrolik basınç	Düşürme
Mukavva	-	1.	-	2.	-	-	3.

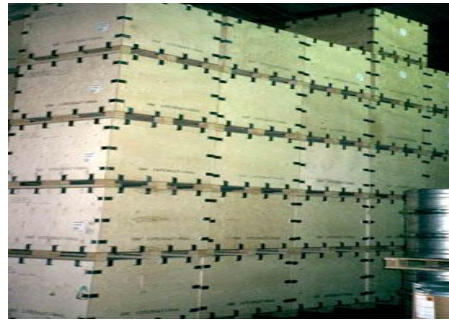
Çizelge 3.57'de tehlikeli madde taşıyan mukavva IBC'ler için uluslararası anlaşmalar kapsamında bitmiş ürüne yapılması zorunlu tip testleri ve test sıralaması yer almaktadır.

Ahşap IBC

Ahşap IBC iç malzemesi ve yapısal donanımı olan, sert ahşap gövde olarak ifade edilir.



Şekil 3.55 Ahşap IBC örnekleri



Şekil 3.56 İstiflenmiş ahşap IBC örnekleri

Ahşap IBC'ler aşağıdaki tabloda verilen tiplerden birinde olabilir.

Tehlikeli madde taşıyan ahşap IBC'ler için dikkate alınacak malzeme deney ve kriterleri Çizelge 3.58'da gösterilmektedir.

Çizelge 3.58 Ahşap IBC'ler için malzemeye göre kontrol edilmesi gereken özellikler

Malzeme	Özellik
Ahşap	Gramaj Nem Kalınlık
Kontrplak	Kalınlık Katların sayısı Gramaj

Çizelge 3.59 Ahşap IBC'ler için imalat esnasında kontrolü gerekli maddeler

IBC Tipi	Özellik	Önerilen Sıklık
Ahşap IBC	Dış boyutlar Kapakların montajı	250 birim başına bir kez
	Düzgün montaj (örn. çivileme düzeni)	250 birim başına bir kez
	Kapakların montajı	250 birim başına bir kez
	Yüzey işlemi/astarlar	250 birim başına bir kez

Çizelge 3.59'deki ahşap IBC tiplerine göre belirtilen kontrol elemanlarının TS EN ISO 16106 kapsamında üretim sırasında önerilen periyotlarda izlenmesi tavsiye edilmektedir.

Çizelge 3.60 Tehlikeli madde taşıyan ahşap IBC'ye bitmiş üründe yapılması önerilen testler ve sıklıkları

IBC Tipi	Deney/Parametre	Önerilen Sıklık
Ahşap IBC	Tasarım tipi özelliği ile uygunluk kontrolü	Üretici belirler
	Düşürme deneyi	Her 3 ayda bir kez
	İstifleme deneyi	Her 3 ayda bir kez

Çizelge 3.60’ de, üretici tarafından tehlikeli madde taşıyan ahşap IBC’ye bitmiş üründe yapılması önerilen testler ve sıklıkları yer almaktadır.

Çizelge 3.61 İlgili uluslararası anlaşmalar kapsamında ahşap IBC’lere yapılması gereken tip testleri

IBC tipi	Titreşim ^f	Alttan kaldırma	Üstten Kaldırma ^a	İstifleme ^b	Sızdırmazlık	Hidrolik basınç	Düşürme
Ahşap	-	1.	-	2.	-	-	3.

Çizelge 3.61’de tehlikeli madde taşıyan ahşap IBC’ler için uluslararası anlaşmalar kapsamında bitmiş ürüne yapılması zorunlu tip testleri ve test sıralaması yer almaktadır.

IBC’lerin seri üretimi sırasında partilere ayrılarak örneklem alınarak gerekli ölçümlerin yapılması ve görsel olarak kontrol edilmesi gerekmektedir. Testlerin kalite planında belirlenmiş olan parti büyüklüklerine, periyot ve numune sayılarına bağlı olarak yapılması ve kayıtların tutulması önem arz etmektedir. Ölçümlerin sıklıkları IBC’lerin tipine ve hacmine bağlı olduğu gibi bu üretim için kullanılan süreçlere ve donanımına da bağlıdır. Özellikle daha küçük partiler için alternatif frekanslar kullanılabilir.

3.2.8 Metal IBC’ler için sonlu eleman yöntemi ile gerilme analizi

Tasarım yöntemleri: Bir ürünün resimsel dizaynını bitirdikten sonra ihtiyaç duyulan mühendislik analizlerinin oluşturulabilmesi için aşağıdaki methodlar uygulanır.

Analitik hesaplar: Ürünün uygulanılacak yerine bağlı olarak mühendislik hesaplarının analitik olarak yapılmasıdır. Bu yöntemde yapılan hesaplamalar, gerçekteki tüm ihtimal sistemleri çözmeye yeterli olmaz.

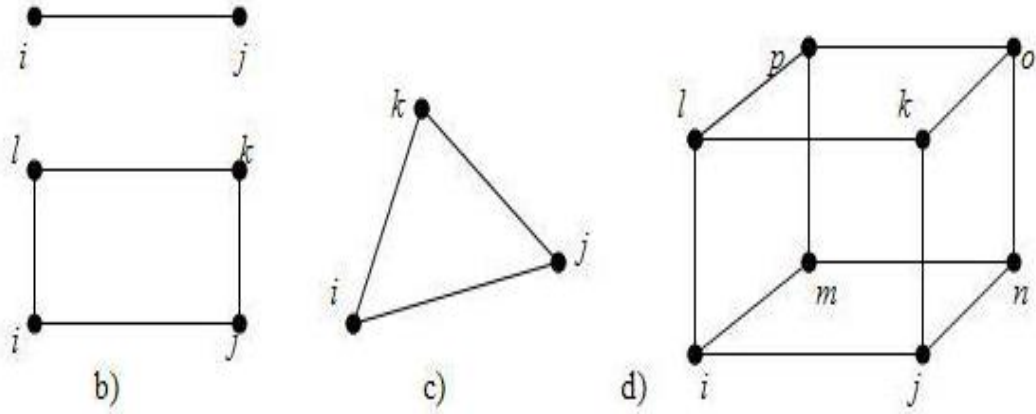
DeneySEL metotlar: Mühendislik hesaplarının gerçekliğini ispat etmek ve normal çevre şartlarında makinanın durumunu gözlemlemek için oluşturulmuş küçük modelleri bazı

deneysel hesaplardan geçirerek çıkan sonuçların ne derece doğru olduğu bilgisini veren yöntemdir.

Nümerik yöntemler: Tasarlanan bir yapının modelini oluşturmak ve her zaman deney koşullarını oluşturmak mümkün olmayabilir. Teknolojik gelişmeler sayesinde günümüzde bu konuda fazla tercih edilen methodlardan biri FEM dir.

Sonlu eleman yöntemi: Sonlu elemanlar yönteminin kullanılması halinde, sistemler karmaşık olsa dahi, problemlere yaklaşık çözümler kolaylıkla elde edilebilmektedir.

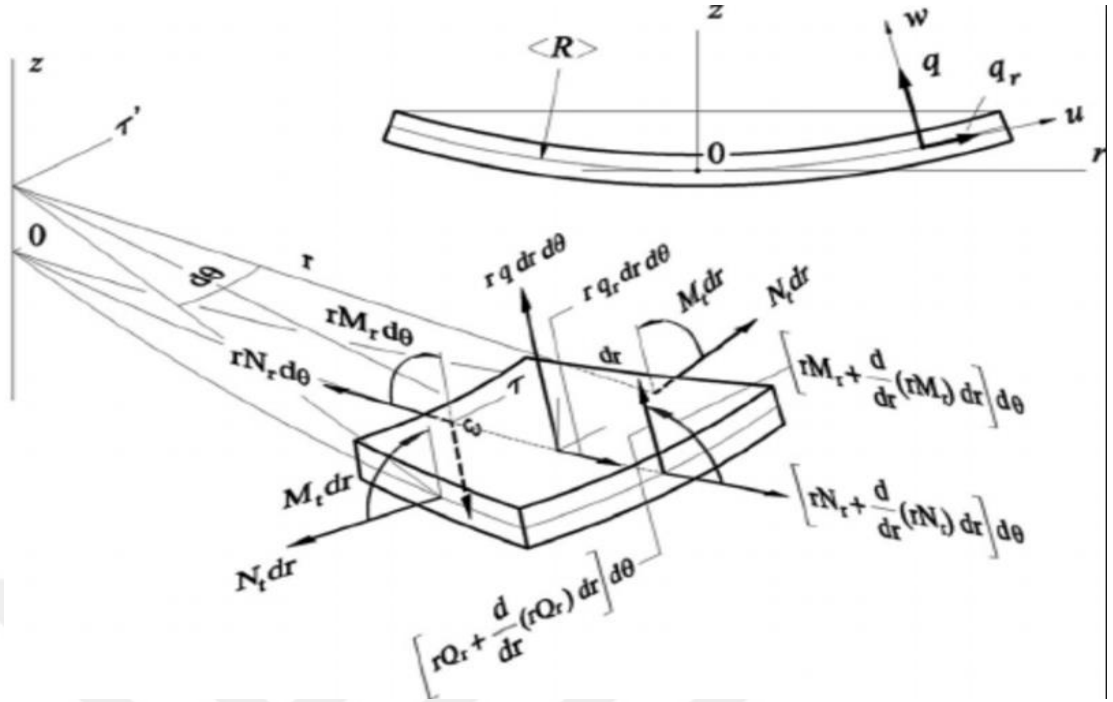
Sonlu eleman yaklaşımı: Günümüzde sonlu eleman yöntemi ile sorunlara çözüm bulma yaygınlaşmıştır. Bunlardan en yaygın olanı ANSYS havacılık, otomotiv, elektronik gibi birçok mühendislik alanlarında kullanılmaktadır.



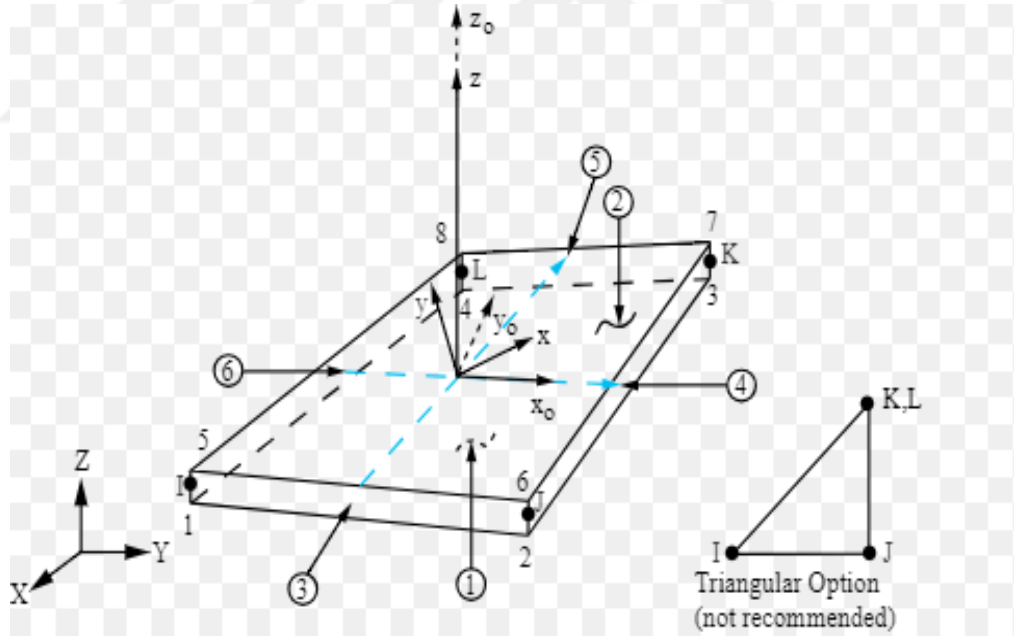
Bir, iki ve üç boyutlu sonlu eleman örnekleri

- a) Bir boyutlu çubuk eleman, b) İki boyutlu dikdörtgen eleman,
c) İki boyutlu üçgen eleman, d) Üç boyutlu dikdörtgen prizma (tuğla) eleman

Şekil 3.57 Eleman tipleri



Şekil 3.58 Ansys Shell 181 eleman teknolojisi -1



Şekil 3.59 Ansys Shell (Yüzey)181 eleman teknolojisi -2

Sonuçların güvenilirliğini sağlamak için aşağıdaki iki yöntem temel olarak kullanılabilir.

Örnek bir metal IBC'ye yapılan nümerik hesaplama sonlu eleman analizi ile çözümleme: Bu çalışma ile ADR / RID / IMDG CODE Bölüm 6.5 kapsamında imal edilen metal IBC gövdelerinin, aynı bölümde belirtilen teknik hükümlere ve maddelere göre gereklerinin ortaya konularak tasarımın, sonlu eleman analiz yöntemiyle doğrulanması sonucunda elde edilecek verilerin ADR 6.5.5.1.6 metal IBC nümerik et kalınlığı hesabı ile karşılaştırılması yapılacaktır.

ADR 6.5.6.8 Hidrolik testi metal IBC' ler kapsamındaki taşınacak tehlikeli maddelerin paketleme grupları bakımından test basıncı değerleri 2,5 bar ve 2 bar olmak üzere iki çeşittir.

Analiz için seçilecek malzemenin ilgili standartlardan bulunan minimum akma değeri ve kabul edilen emniyet katsayısı ile çarpımı sonucu elde edilen gerilme değeri ile minimum et kalınlığı optimizasyonu çalışması yapılacaktır. Yukarıdaki test basıncı değerleri dikkate alınarak, yapılan analizlerde test basınçları sabit tutularak, et kalınlıkları 3 mm' den azaltılarak eşdeğer gerilmeler hesaplanacaktır.

Analiz ve nümerik hesap sonuçları karşılaştırılarak, tehlikeli madde taşıyan metal IBC'lerin belgelendirme işlemlerinde nümerik hesaba ek olarak sonlu eleman analizi ile doğrulama yapıp yapılamayacağı araştırılacaktır.

İlgili yönetmeliklere göre nümerik hesaplama: ADR 6.5.5.1.6 maddesine göre, minimum et kalınlığı; (a) $R_m \times A_o = 10\ 000$ değerinde bir ürüne sahip olan bir referans çeliği için, cidar kalınlığı aşağıdakilerden az olmayacaktır.

Çizelge 3.62 Kapasiteye göre duvar kalınlığı tablosu

Litre cinsinden kapasite (C)	mm cinsinden duvar kalınlığı (T)			
	Tip 11A, 11B, 11N		Tip 21A, 21B, 21N, 31A, 31B, 31N	
	Korumasız	Korumalı	Korumasız	Korumalı
$C < 1000$	2,0	1,5	2,5	2,0
$1000 < C \leq 2000$	$T = C/2000 + 1,5$	$T = C/2000 + 1,0$	$T = C/2000 + 2,0$	$T = C/2000 + 1,5$
$2000 < C \leq 3000$	$T = C/2000 + 1,5$	$T = C/2000 + 1,0$	$T = C/1000 + 1,0$	$T = C/2000 + 1,5$

Denklemde: A_0 = Gerilme baskısı altındaki kırıkta kullanılacak referans çeliğin minimum yüzde

(b) (a)'da diğer metaller için minimum et kalınlığı hesabı formülü:

$$e_1 = \frac{21.4 \times e_0}{\sqrt[3]{R_{m1} \times A_1}}$$

e_1 = kullanılacak metal için gereken eşdeğer kalınlık

e_0 = referans çelik için gereken minimum et kalınlığı

R_{m1} = Kullanılacak metalin garanti edilen asgari çekme değeri

A_1 = gerilme baskısı altında kırıkta kullanılan metalin minimum uzaması (yüzde)

Hesaplamalar dışında, cidar kalınlığı hiçbir şekilde 1,5 mm'den düşük gelmeyecektir.

Seçilen malzeme tipine göre nümerik hesaplama : $R_m \times A_0 = 10000$ dışındaki bir cidar kalınlığı tablo dışında olacağı için eş değer kalınlık hesabına geçilecektir.

$$e_1 = \frac{21.4 \times e_0}{\sqrt[3]{R_{m1} \times A_1}}$$

TS EN 10028-7 Standardı Çizelge 9 daki tablodan alınan değerler:

Çelik Numarası: 1.4404 – 316 L

$$A = 40$$

$$R_{p0,2} = 240 \text{ N/mm}^2$$

$$R_{p0,1} = 270 \text{ N/mm}^2$$

$$R_m = 530 \text{ N/mm}^2$$

$$1- e_1 = \frac{21.4 \times e_0}{\sqrt[3]{R_m \times A_0}} = \frac{21.4 \times 1.5}{\sqrt[3]{530 \times 40}} = 1.15 \text{ mm}$$

$$2- e_1 = \frac{21.4 \times e_0}{\sqrt[3]{R_m \times A_0}} = \frac{21.4 \times 2.0}{\sqrt[3]{530 \times 40}} = 1.55 \text{ mm}$$

$$3- e_1 = \frac{21.4 \times e_0}{\sqrt[3]{R_m \times A_0}} = \frac{21.4 \times 2.5}{\sqrt[3]{530 \times 40}} = 1.93 \text{ mm}$$

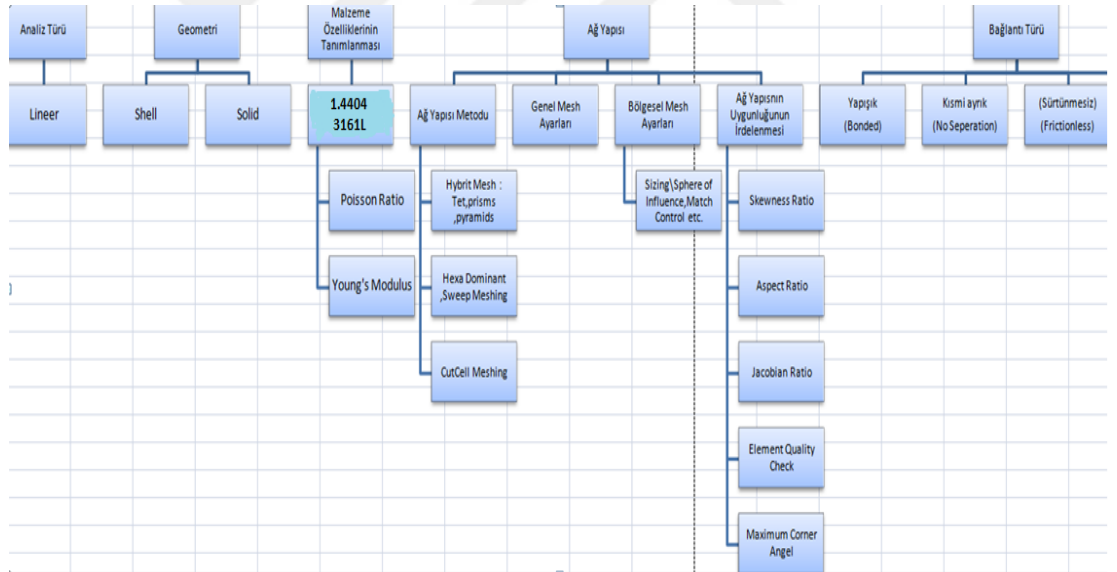
ADR 6.5.5.1.6 maddesine göre hiçbir şekilde metal IBC gövdesi et kalınlığı 1.5 mm altında olmayacağı için, 1. koşul sonucu yine 1.5 mm olacaktır. Bu yüzden yapılacak olan analiz ile doğrulama da 1.5 mm et kalınlığı basınçlı kaplar tasarım standardı olan TS EN 13445 -3 6.4 maddesine göre güvenlik faktörü 1.5 ve akma değeri $R_{p1,0}$ değeri alınarak inceleme yapılacaktır.

Çizelge 9 – Çözültiye alma tavlama yapılmış durumdaki^a ostenitik çeliklerin oda sıcaklığındaki mekanik özellikleri ve – 196 °C'daki darbe enerjisi ile taneler arası korozyon dayanımlı

Çelik gösterilişi		Ma- mul biçi- mi ^a	Kalınlık mm azami	% 0,2 kalıcı gerilme dayanı- mı R _{p0,2}	% 1,0 kalıcı uzama daya- nımı R _{p1,0}	Çekme dayanımı R _m MPa	Kopma uzaması		Darbe enerjisi (ISO-V)			Tanelerarası korozyon direnci ^d	
Çelik adı	Çelik no						A _{90 mm} ^e < 3 mm kalınlık % En az (Enine) ^c	A ₁ ^f ≥ 3 mm kalınlık % En az (Enine) ^c	KV J En az		20 °C'da (Uz.)	-196 °C'da (En.)	Teslim duru- munda
		Ostenitik, korozyona dirençli çelikler											
X2CrNiN18-7	1.4318	C	8	350	380	650-850	35	40	90	60	–	var	var
		H	13,5	330	370								
		P	75	330	370								
X2CrNi18-9	1.4307	C	8	220	250	520-700	45	45	100	60	60	var	var
		H	13,5	200	240	500-700							
		P	75	200	240								
X2CrNi19-11	1.4306	C	8	220	250	520-700	45	45	100	60	60	var	var
		H	13,5	200	240	500-700							
		P	75	200	240								
X5CrNiN19-9	1.4315	C	8	290	320	550-750	40	40	100	60	60	(var) ⁱ	yok ^j
		H	13,5	270	310								
		P	75	270	310								
X2CrNiN18-10	1.4311	C	8	290	320	550-750	40	40	100	60	60	var	var
		H	13,5	270	310								
		P	75	270	310								
X5CrNi18-10	1.4301	C	8	230	260	540-750	45 ^h	45 ^h	100	60	60	(var) ⁱ	yok ^j
		H	13,5	210	250	520-720							
		P	75	210	250								
X6CrNiTi18-10	1.4541	C	8	220	250	520-720	40	40	100	60	60	var	var
		H	13,5	200	240								
		P	75	200	240								
X6CrNiNb18-10	1.4550	H	13,5	200	240	520-720	40	40	100	60	60	var	var
		P	75	200	240	500-700							
X1CrNi25-21	1.4335	P	75	200	240	470-670	40	40	100	60	60	var	var
X2CrNiMo17-12-2	1.4404	C	8	240	270	530-680	40	40	100	60	60	var	var
		H	13,5	220	260	520-670							
		P	75	220	260								
X2CrNiMoN17-11-2	1.4406	C	8	300	330	520-700	40	40	100	60	60	var	var
		H	13,5	280	320	500-700							
		P	75	280	320								
X5CrNiMo17-12-2	1.4401	C	8	240	270	530-680	40	40	100	60	60	var ⁱ	yok ^j
		H	13,5	220	260	520-670							
		P	75	220	260								
X1CrNiMoN25-22-2	1.4466	P	75	250	290	540-740	40	40	100	60	60	var	var
X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	C	8	240	270	540-690	40	40	100	60	60	var	var
		H	13,5	220	260	520-670							
		P	75	220	260								
X6CrNiMoNb17-12-2	1.4580	P	75	220	260	520-720	40	40	100	60	–	var	var
X2CrNiMo17-12-3	1.4432	C	8	240	270	550-700	40	40	100	60	60	var	var
		H	13,5	220	260	520-670							
		P	75	220	260								
		C	8	300	330								

Metal IBC tasarımı için sonlu elemanlar çözümü: Mukavemet kontrolü yapılması istenen yapının büyük oranda ince cidarlı yapı karakterine uyan bir sistem olduğu söylenebilir. Yapının shell (kabuk) eleman, ya da katı olarak modellenmesi durumunda, her iki sistemin birbirlerine göre farklı avantajlar sağlayabileceklerini belirtmek gerekir. Modelin ağ yapısı oluşturulurken mümkün olan en ideal ağ (mesh) yapısının oluşturulması amaçlanmış, mevcut bilgisayar ram-işlemci değerleri göz önünde bulundurularak, ağ yapısının kalite faktörleri açısından grafikler üzerinde irdelenmesi, ilgili bölümlerde ayrıntılı olarak anlatılmaya çalışılmıştır.

Yapı için bir sonlu eleman modeli oluştururken, işlem aşamalarının kontrollü bir şekilde irdelenmesi hata oranını en aza indirecektir, aşağıda sırası ile sonlu eleman probleminin çözüm aşamaları verilmiş olup, çalışmamın analiz kısmındaki bölümlerinde işlem sırası buna uygun olarak yapılmıştır.

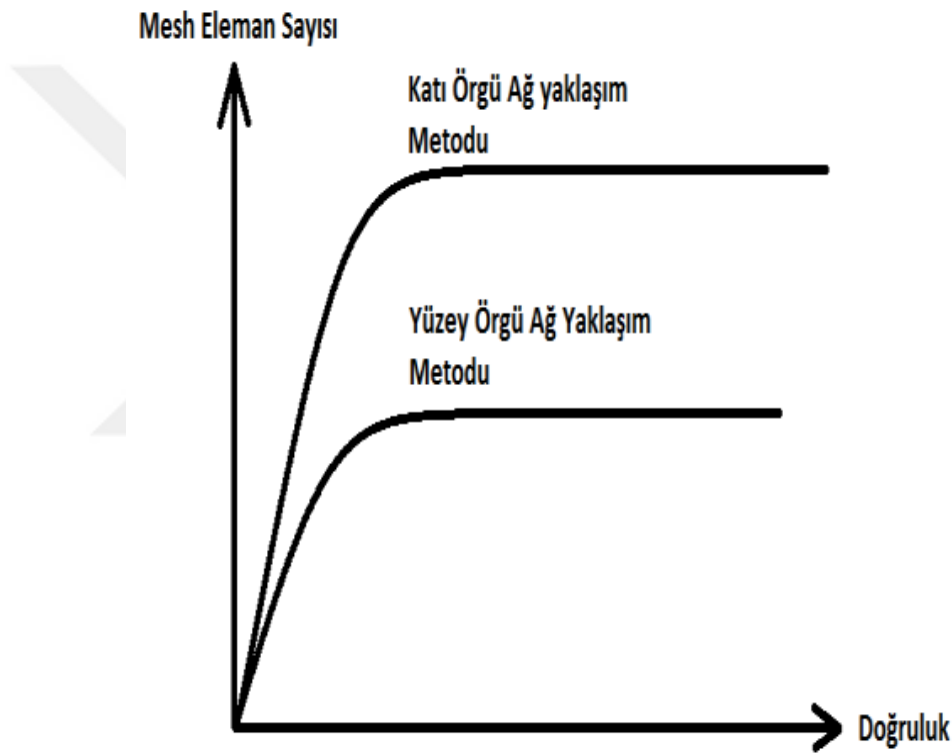


Şekil 3.60 Sonlu eleman analizi aşamaları

IBC Tasarımı için kullanılan malzemeye ait mekanik özellikler;

- Poisson Ratio (ν) : 0.31
- Young's Modulus (E) : 193Gpa

Problemin sonucunu yakından ilgilendiren faktör olarak, sistemin mesh yapısı bu bölümde detaylıca incelenmeye çalışılmıştır. Bu bölümde ağ örgüsü oluşturulurken mümkün olan en ideal yapının bulunması amaçlanmıştır. Aşağıda ağ yapısı ile problemin doğruluğu arasındaki ilişkiyi gösteren grafik görülmektedir. Eğer yapıya yüzey olarak ağ yaklaşım metodu uygulanabilirse, aynı problemin çözüm doğruluğuna daha az eleman sayısı ile ulaşılabilir, bu çalışmada yapıya katı örgü ağ yaklaşım metodu uygulanmış olup, yeniden çözüm gerektiren bölgeler için, kısmi çözümlemeye gidilen yerlerde yüzey örgü yaklaşımı uygulanmıştır.



Şekil 3.61 Mesh eleman sayısı ve yaklaşım metodu

Skewness ratio: Skewnees oranı, mesh yapısındaki elemanların ideal mesh yapısına oranına dayalı hesaplanan bir değerdir. Bu oran ideal mesh yapısına, yani eşkenar mesh boyutlarına yakınlığın bir ölçüsü olarak tarif edilebilir.

Skewness oranlarının sınıflandırılması

- Mükemmel: 0.00 - 0.25

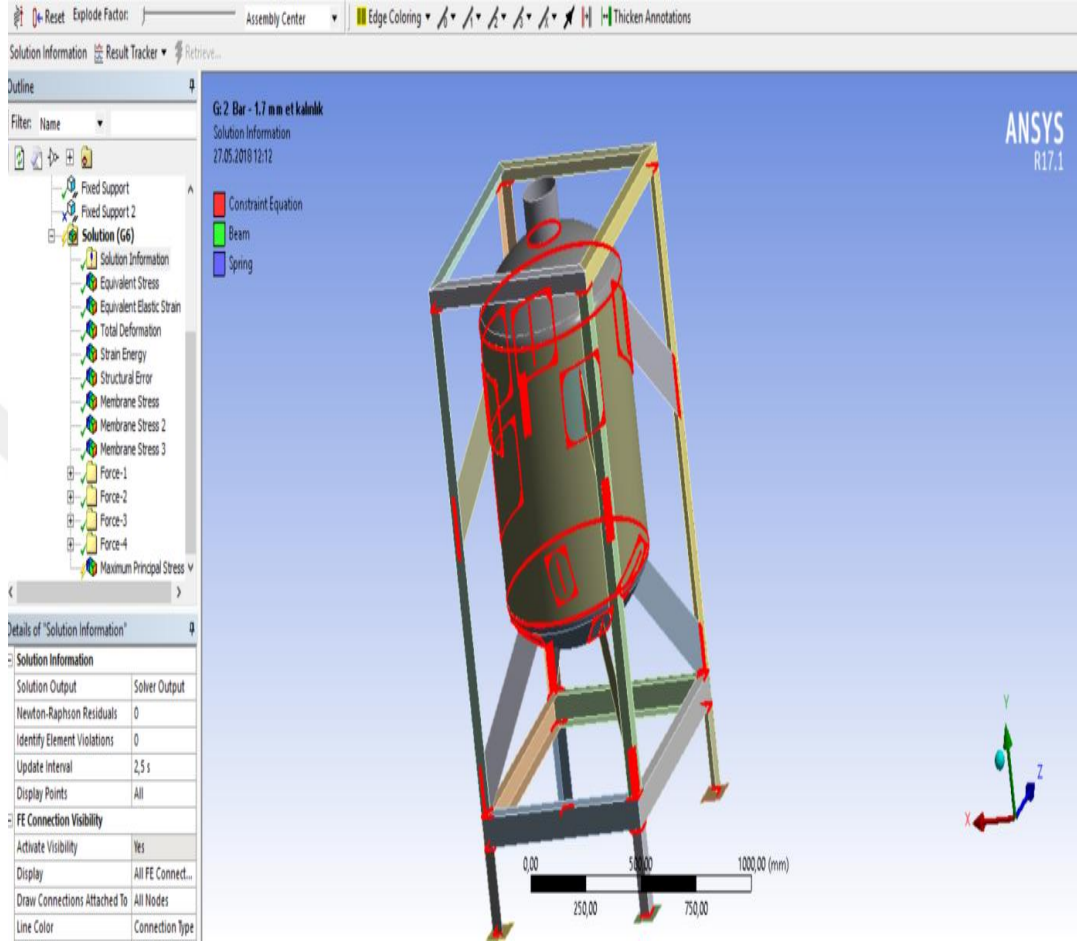
- Çok İyi: 0.25 - 0.50
- İyi: 0.50 - 0.80
- Kötü: 0.95 - 0.97
- Kabul Edilemez: 0.98 - 1.00

Aspect ratio: Bu oran bir elemanın, en uzun kenar uzunluğunun, en kısa kenar uzunluğuna oranını belirler, yalnızca dört köşeli ve üçgen mesh elemanlar için hesaplanabilir. Mekanik analiz için en ideal yapı 1'e yakın olan değerdir, ancak bölgesel meshlerde bu oranlar çok yüksek değerlere ulaşabilmektedir. Daha çok akışkan hareketinin modellendiği CFD (Computational Fluid Dynamics); HAD (Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği) analizlerinde önem arz eden bu oran fikir vermesi açısından mekanik mesh modellerinde de kontrol edilebilir. Mekanik analizlerde 0-5 aralığında yaklaşık bir değerde olması bizim için yeterlidir.

Bağlantı yöntemleri: Sonlu eleman probleminde her bir parçanın bir diğeri ile olan ilişkisinin gerçeğe uyarlanabilmesi için bağlantı modellerinin en uygun biçimde seçilmesi gerekir. Gerçek durumdaki var olan bağlantılar çözülebilen ya da çözilemeyen elemanlar ile sağlanabilir, yapının büyük çoğunluğu kaynak noktalarından meydana geldiği için bu bölümde kaynak bağlantılarına nasıl bir yaklaşım yapılmaya çalışıldığı anlatılmıştır.

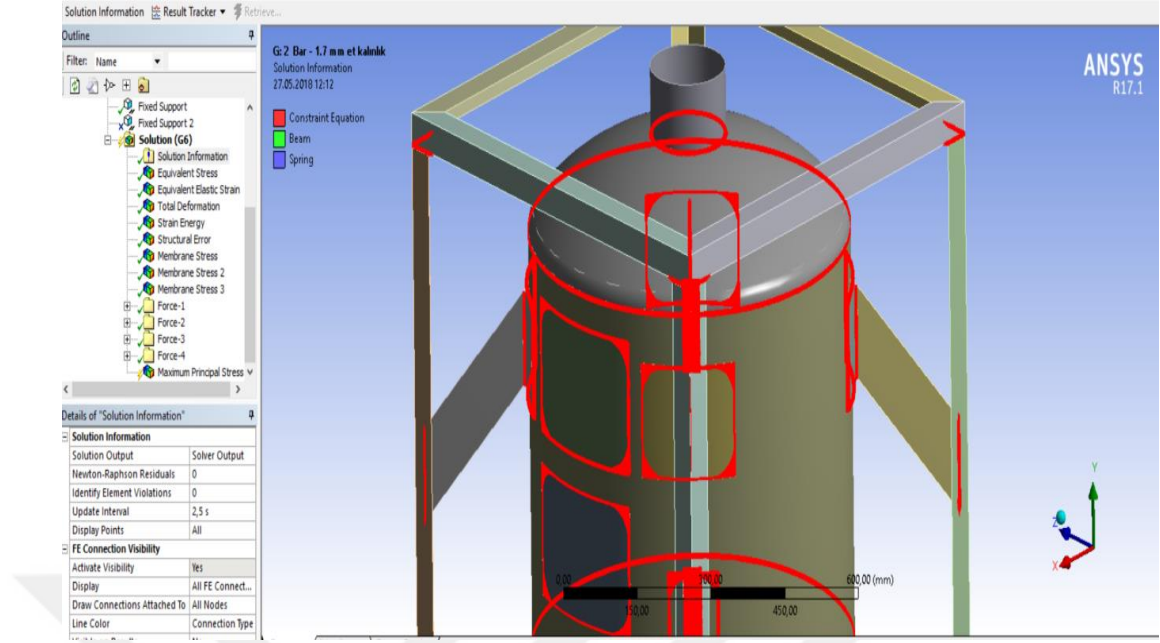
Kaynak noktalarındaki bağlantı türleri: Aşağıdaki şekilde birbirine kaynak edilen iki parça için kaynak noktalarından parçaların içine nüfuz eden belirli bir bölgenin varlığı söz konusudur, bu birleşme yönteminde her iki parça artık birbirine yapışık olarak rijit (katı) bir sistem gibi davranacaktır. Ansys ile modelleme yapılırken kaynak noktaları arasındaki bağlantı türlerinin hepsi MPC (Multi Point Constrain) olarak kabul edilmiştir. MPC yöntemi, çok noktalı lineer bir bağlantı yöntemi olup, iki bağımsız kaynak parçasının en gerçekçi bağlantı şekildir. Kaynak yükü ve kuvvetlerini hassas olarak gösterir. Ancak çok büyük iki yüzey arasında bağlantı kurulurken ya da burulma yüküne sahip parçalar ile çalışırken Bonded ilişkisi (kaynak olan bir bölge yerine, parçaların

devamı olarak görülen düzlem) kullanmak yanlış sonuca götürebilir, gerekli yerlerde hangi ilişki modelinin kullanıldığı detaylıca anlatılacaktır.

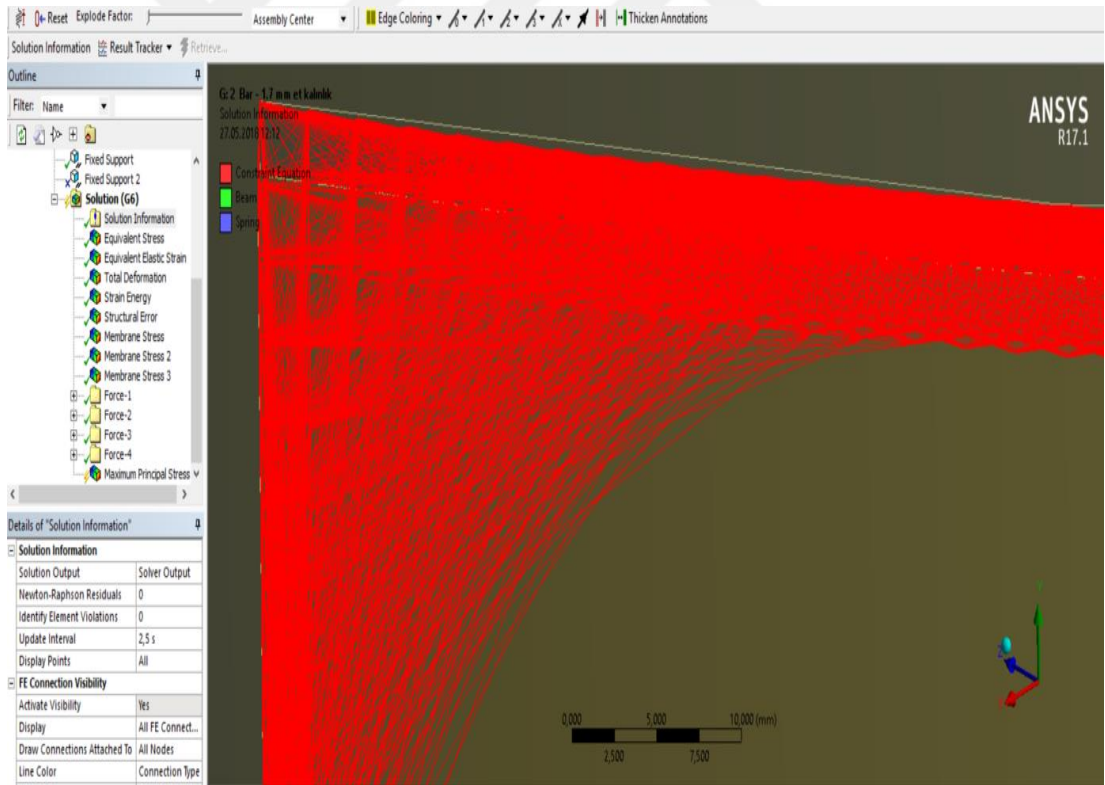


Şekil 3.62 Kaynak bağlantı çizgileri

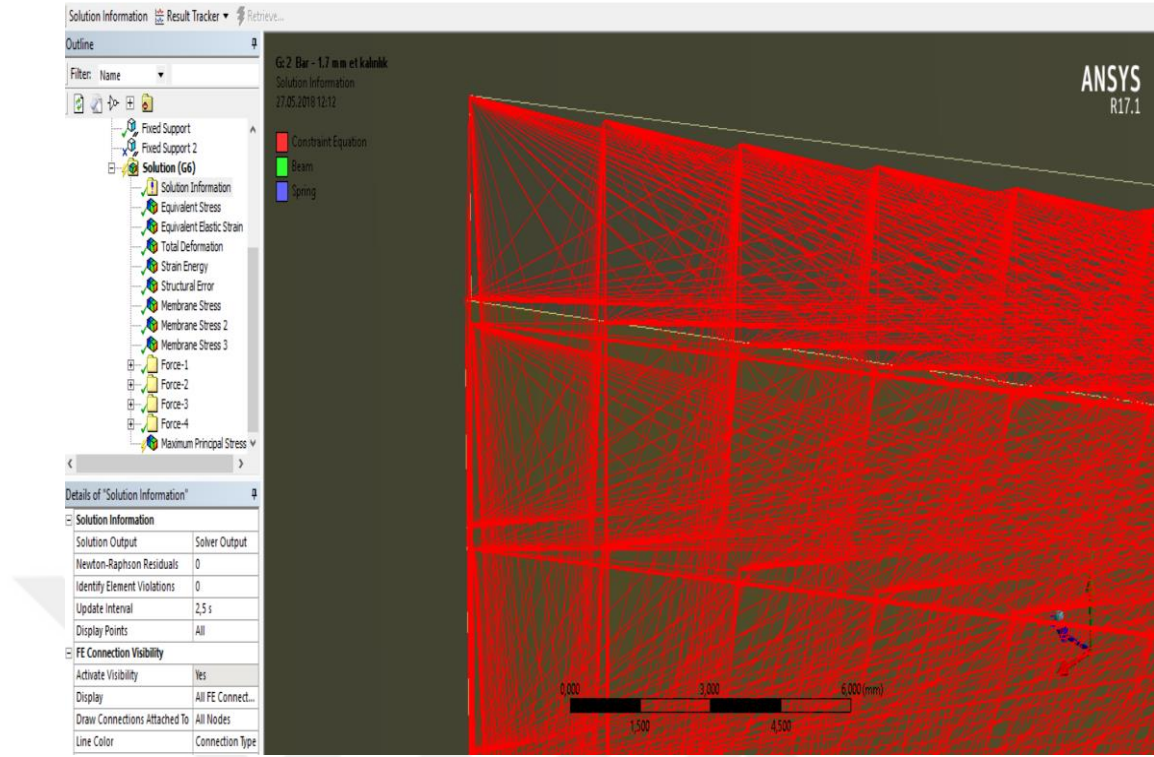
Kırmızı ile gösterilen çizgiler tüm kaynak bağlantı çizgileri ile birleştirilen ikili birleşme noktalarını temsil etmektedir.



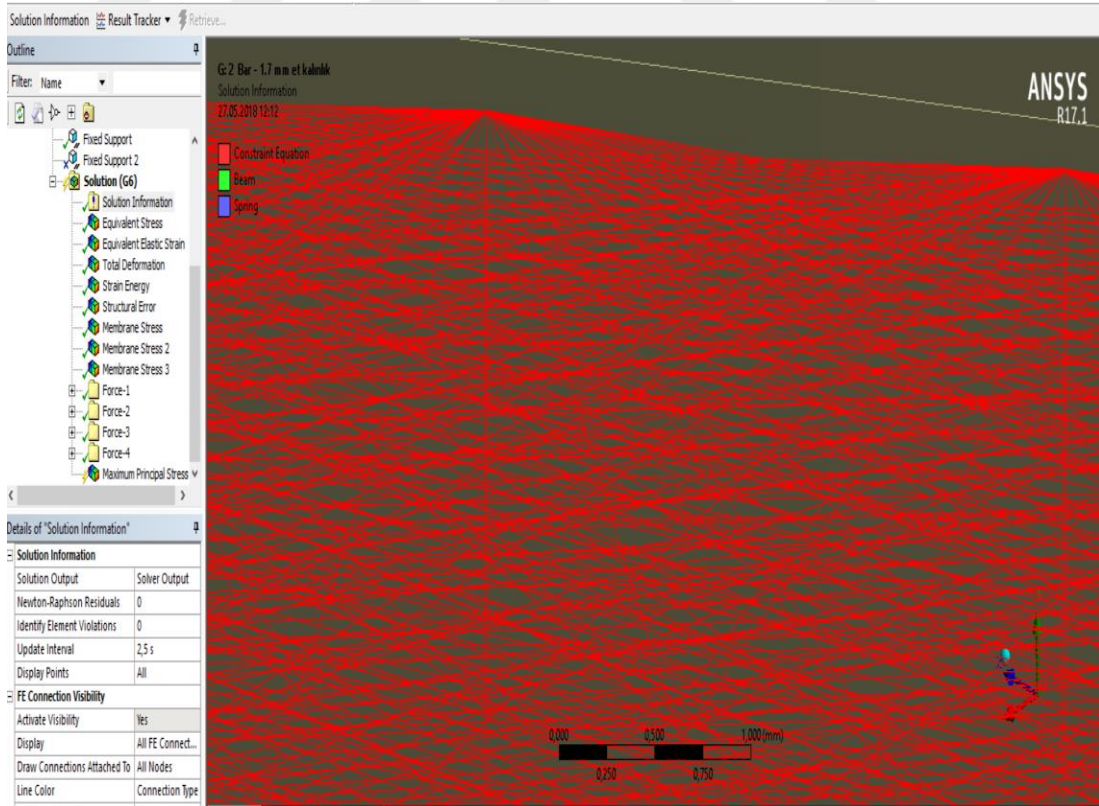
Şekil 3.63 MPC ile bağlanmış kaynak desenleri



Şekil 3.64 MPC birleştirme hattı, köşe dönüğü



Şekil 3.65 MPC birleştirme köşe düğüm noktaları desenleri



Şekil 3.66 MPC birleştirme – kenar nodları bağlantı desenleri

Analizde kullanılan mesh tipleri : Analizlerde farklı eleman tipleri, boyutları ve uygulama yöntemleri kullanılarak elde edilen sonuçların karşılaştırılması planlanmıştır. Bu amaçla programın otomatik olarak eleman atama özelliği yanında manuel olarak eleman tipi belirleme özelliğinden de istifade edilmiştir. Otomatik ağ örgüsünde eleman boyutu program tarafından medium (orta) olarak tanımlanmaktadır. Programda manuel olarak kullanılabilecek shell 181 mesh tipi kullanılmıştır. Eleman boyutları da analizler esnasında 3 mm, 4 mm, 5 mm, 10 mm, 15 mm ve 17 mm olarak farklı boyutlarda belirlenerek karşılaştırma imkânı sağlanmıştır. Elemanların gövde sacının kalınlığı boyunca 3 boyutlu olarak uygulandığı (body) ve yalnızca gövde sacının bir yüzeyine uygulanması (face) yolu ile de gerilim sonuçlarında farklılıklar gözlemlenmiştir.

Mesh parametrelerinin bulunması

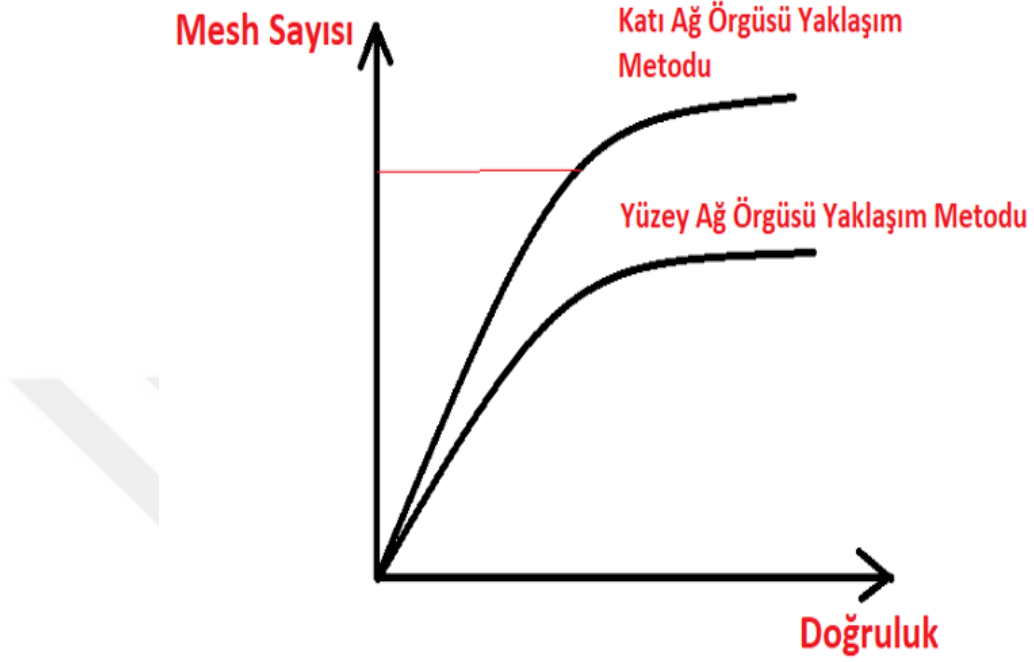
Çizelge 3.64 Optimum mesh sayısının bulunması

	Ağ Eleman Boyutu	Toplam Eleman Sayısı	Toplam Deplasman mm	Max V.Misses Değeri	Max Membrane Stress	Strain Energy (mj)	Structural Error (mj)
Mesh-1	17 mm	14.980	0.19918 mm	66.316 Mpa	33.227 Mpa	12.523 mj	1.5947 mj
Mesh-2	15 mm	18.558	0.20089 mm	67.015 Mpa	34.157 Mpa	12.177 mj	0.93364 mj
Mesh-3	10 mm	42.656	0.20015 mm	68.763 Mpa	35.54 Mpa	6.4963 mj	0.30659 mj
Mesh-4	5 mm	166.675	0.2028 mm	69.603 Mpa	39.519 Mpa	1.8453 mj	0.14326 mj
Mesh-5	4 mm	260.930	0.20228 mm	71.156 Mpa	40.986 Mpa	1.0417 mj	0.11994 mj
Mesh-6	3 mm	454.750	0.20179 mm	72.198 Mpa	43.377 Mpa	0.57944 mj	0.16297 mj
Mesh-7	2 mm	1.032.800	0.11497 mm	72.239 Mpa	44.132 Mpa	0.15137 mj	0.0033911 mj

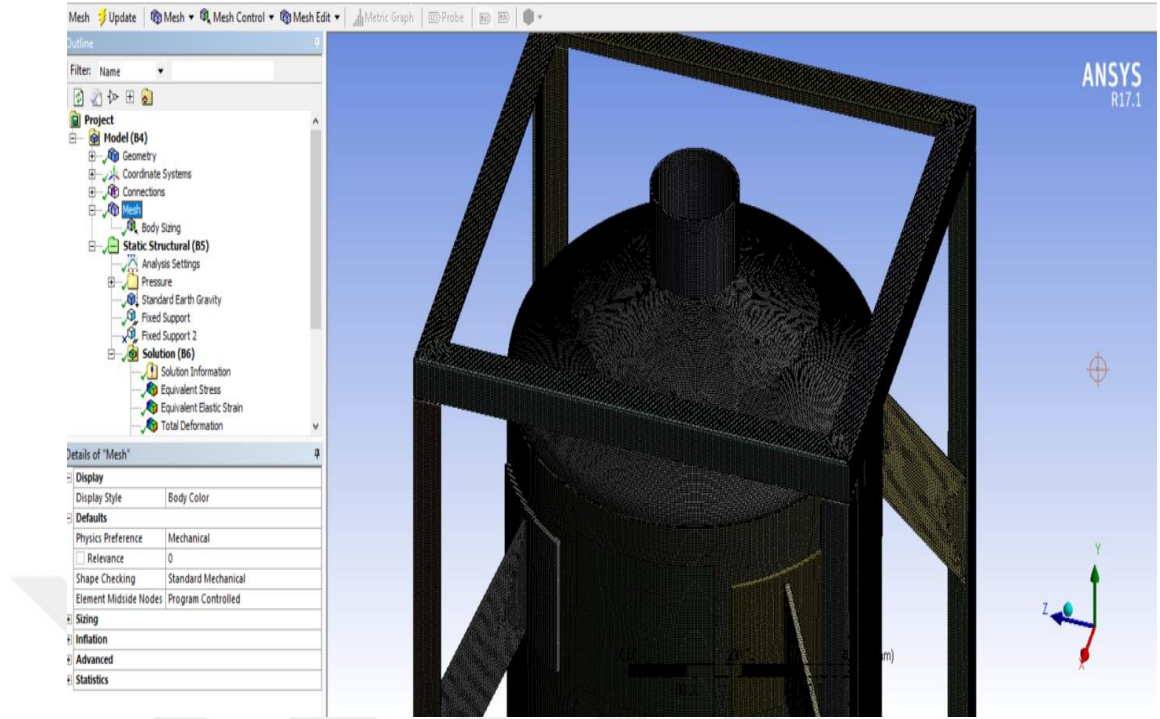
Yukarıdaki tablo ile, 2.5 bar basınç altında ve 3 mm gövde-bombe et kalınlığı olması durumunda, sistemin mesh sayısı ile en yüksek gerilme değerlerinin karşılaştırılıp, optimum mesh sayısının bu problem için bulunması amaçlanmıştır.

Mesh-6 ile belirtilen ağ örgü yapısı ile sistemin kabul edilebilir çözümlerine bu değerler ile gidilmiştir. Dikkat edilirse 454.750 adet mesh elemanından sonra, eleman sayısı

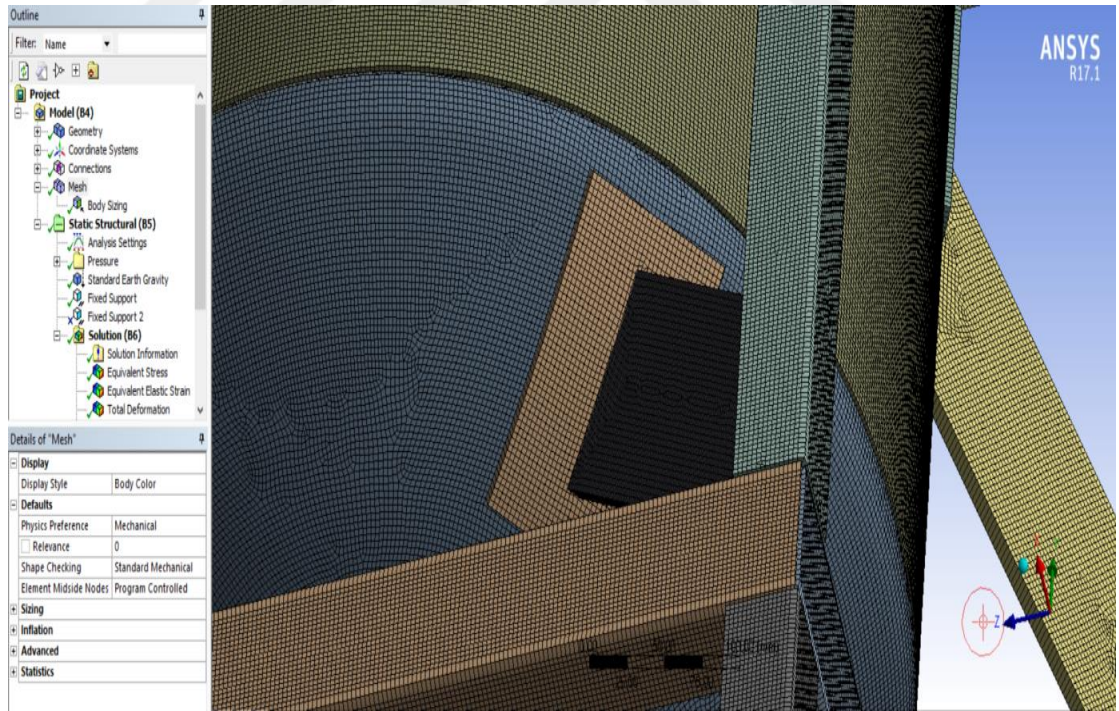
arttırılsa bile sonuç çok fazla değişmemektedir, bu nedenle 454.750 adet eleman ve yüzey modelleme yöntemi ile çözümlere geçilmiştir.



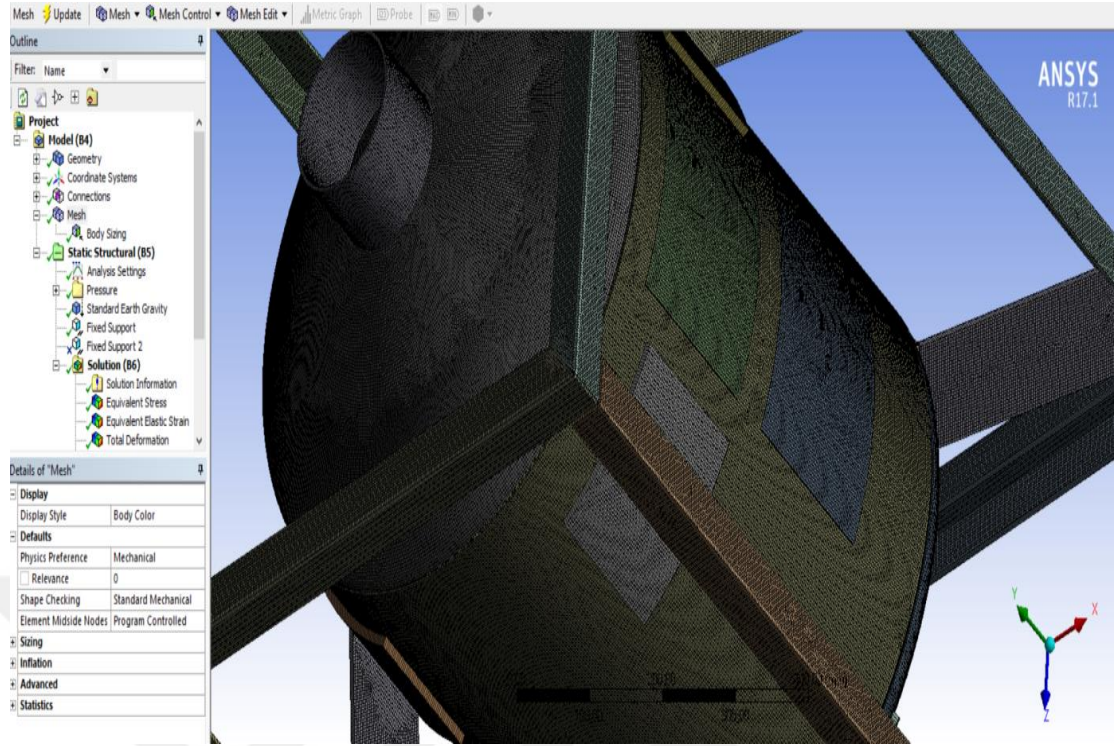
Yukarıdaki grafikte, bir problemin ağ örgüsü ile sonuçların doğruluğu arasındaki ilişki görülmektedir. Grafik aynı zamanda yüzey ağ örgü sistemi ile eleman sayısında nasıl azaltıma gidildiğini belirtmektedir. Dikkat edilirse belirli bir sayıdan sonra mesh sayısının artırılması bile problemin doğruluğunu değiştirmemektedir. Mesh-6 ile belirtilen eleman sayısı bu sistem için grafiğin üst yatay çizgisine en yakın değerdir. Bu sebeple eleman sayısını mesh-6 ile belirtilenden daha fazla seçilmesi sonuçları daha fazla değiştirmeyip sadece daha uzun süreli çözüm anlamına gelmektedir.



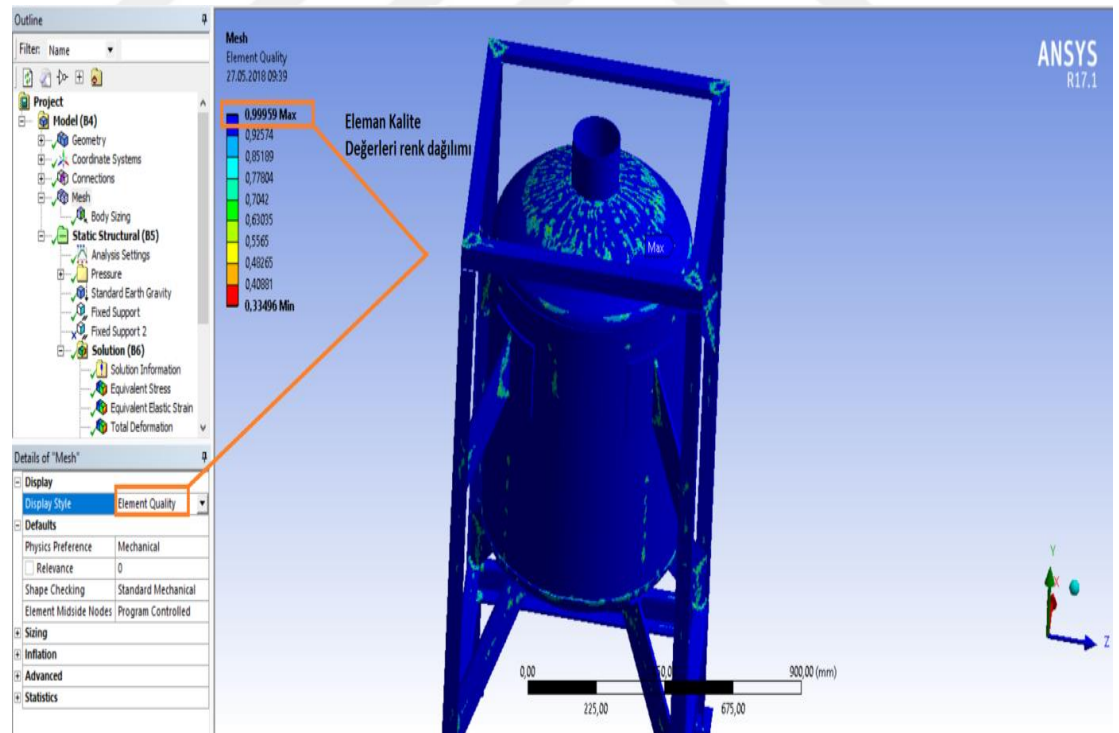
Şekil 3.68 Ağ boyutu 3 mm olan eleman ile örülmüş 3D yapının genel görüşü



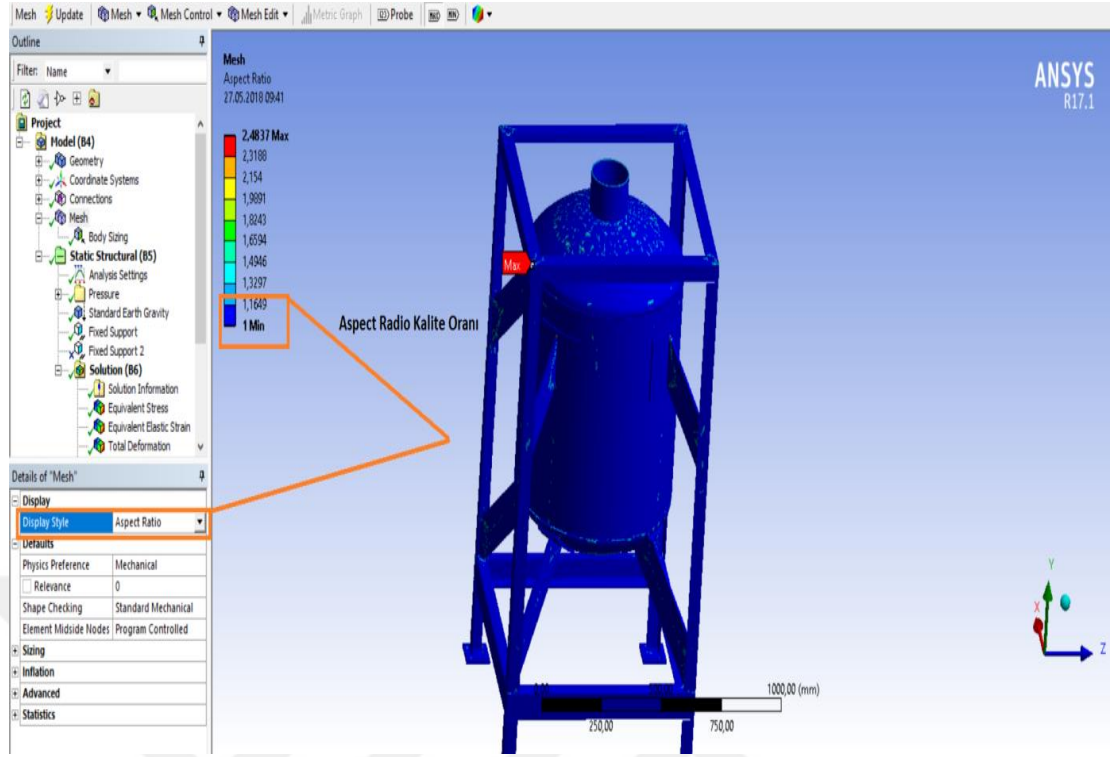
Şekil 3.69 Shell 181 ağ örgü yapısı



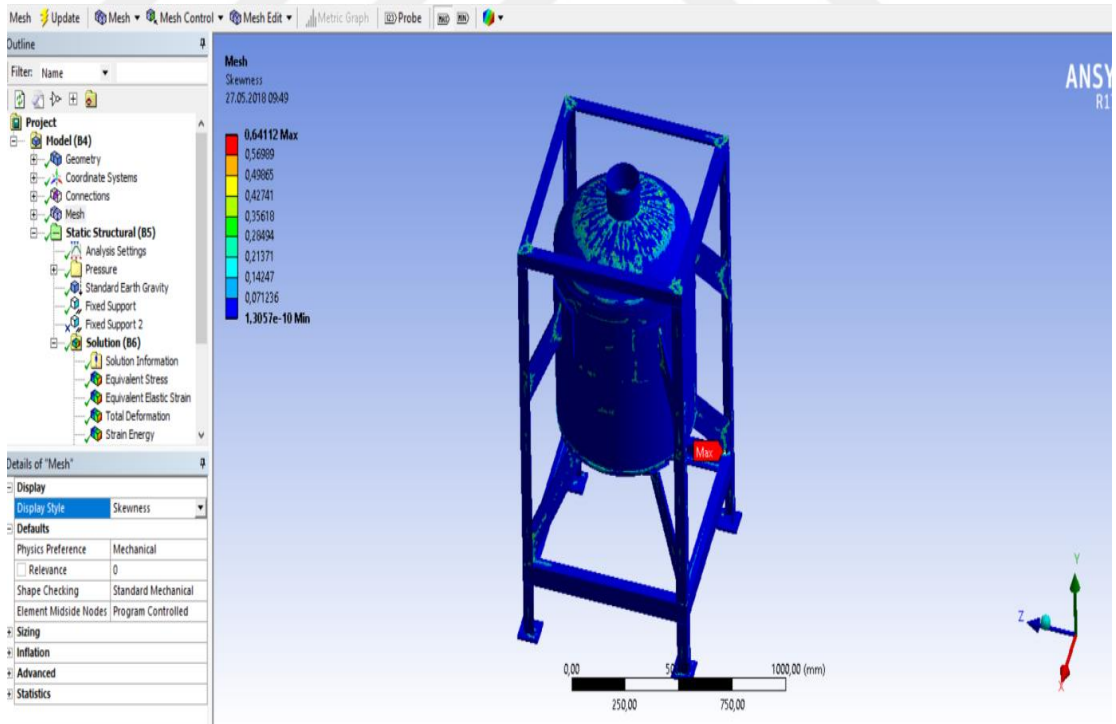
Şekil 3.70 Elemanların model üzerindeki dağılımı



Şekil 3.71 Ağ yapısının eleman kalite değerleri dağılımı (element quality)

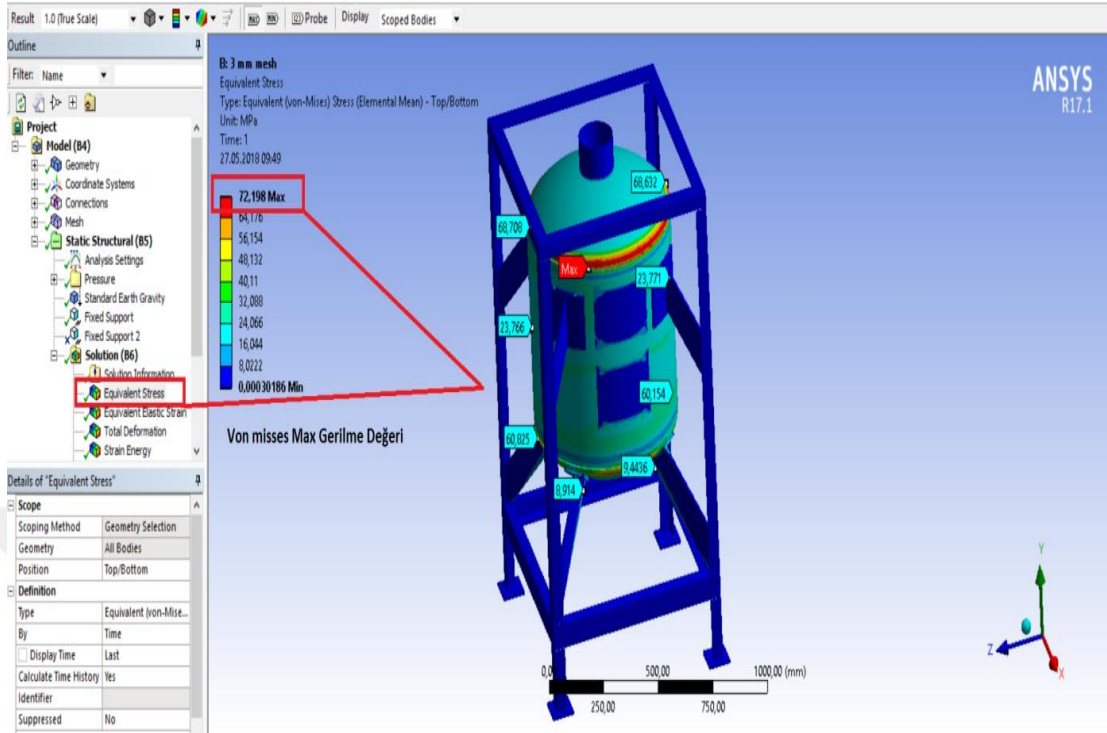


Şekil 3.72 Elemanların aspect ratio oranları dağılımı

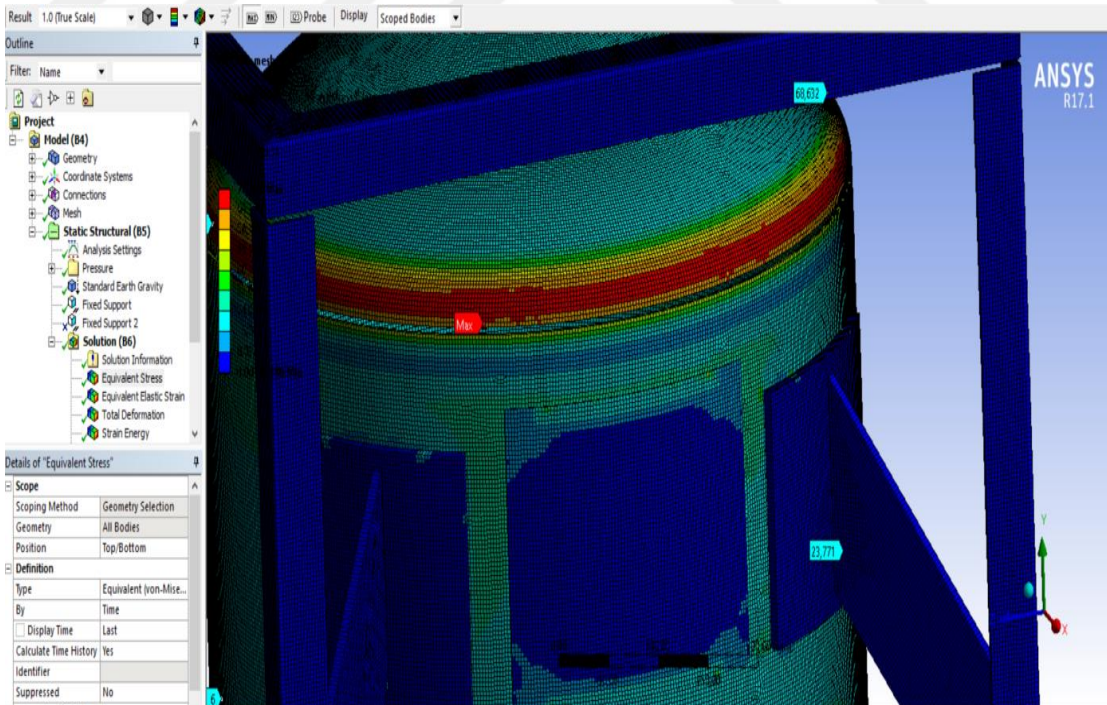


Şekil 3.73 3 mm eleman kalınlığındaki yapının skewness dağılım oranı

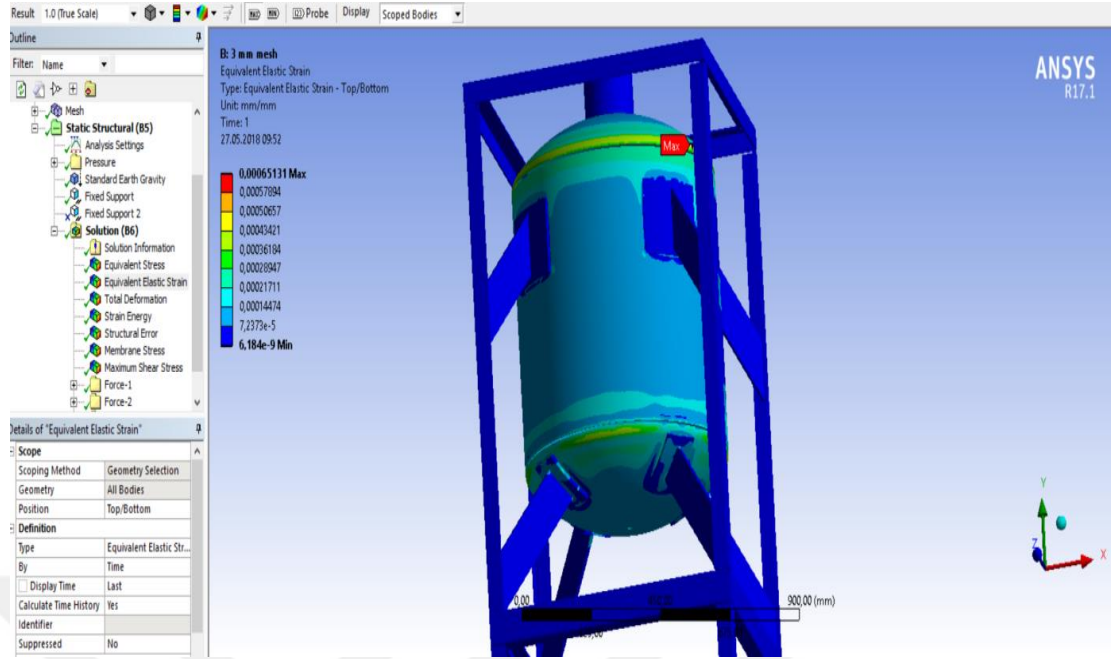
Et kalınlıklarına göre gerilme dağılımları



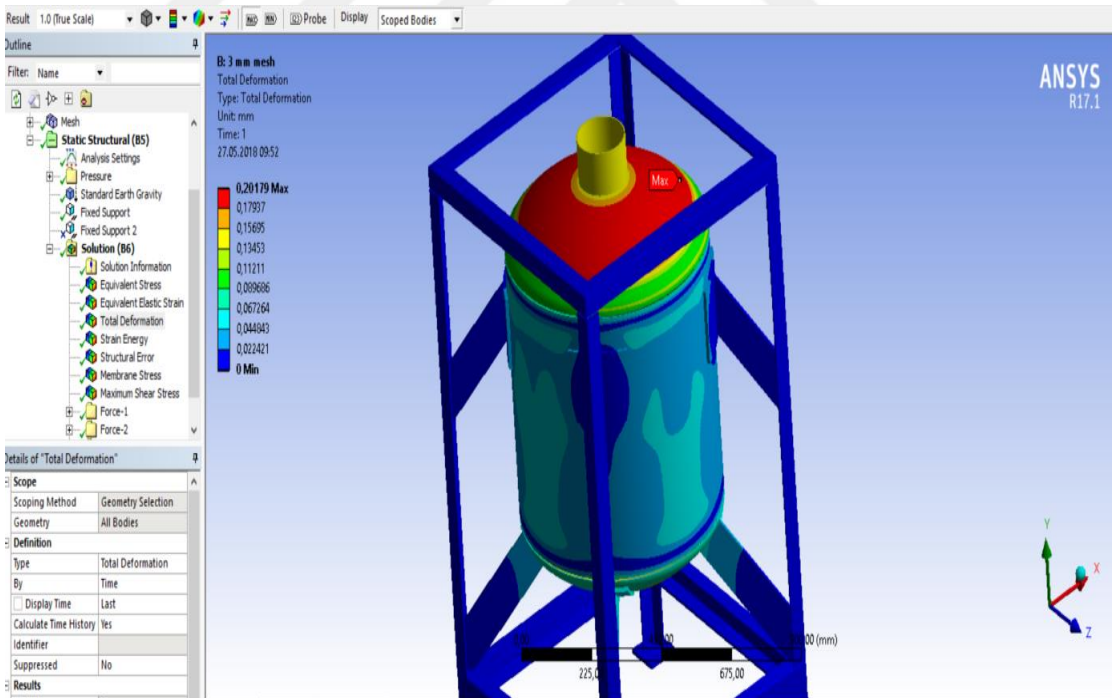
Şekil 3.74 3 mm kalınlık ve 2.5 bar basınç altındaki ıbc sisteminin gerilme dağılımı



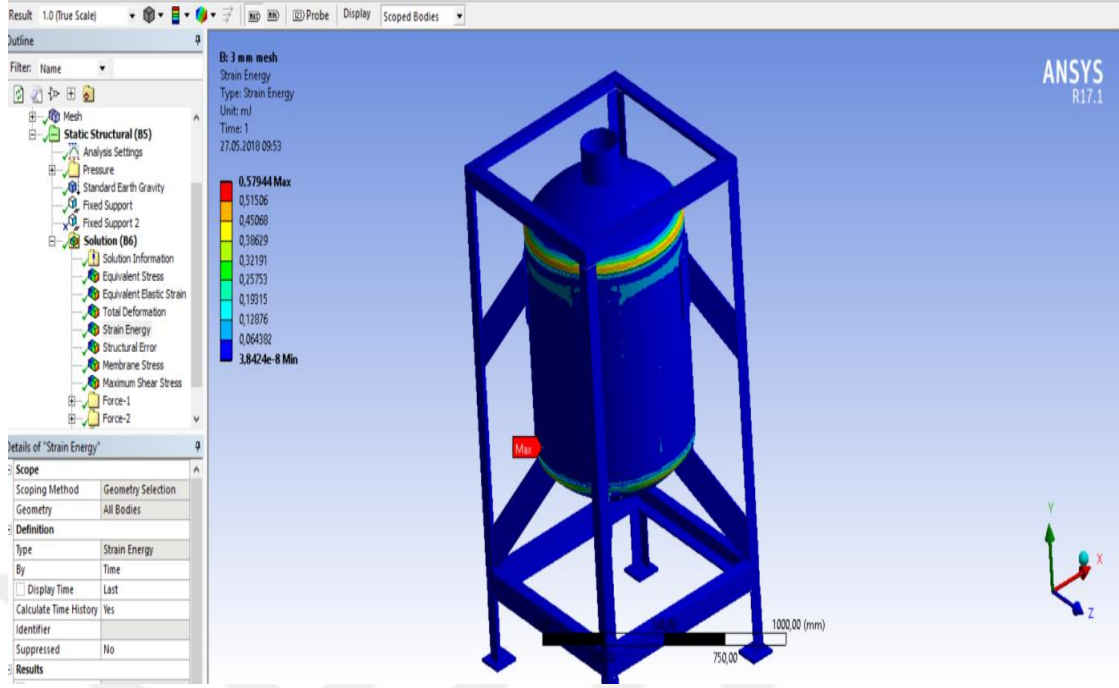
Şekil 3.75 3 mm mesh boyutu ve 2.5 bar basınç altında mesh dağılımı ve von misses gerilme dağılımı



Şekil 3.76 Yapının 3 mm mesh boyutu ve 2.5 bar basınç altında, sistemin elastik şekil değiştirme oranı

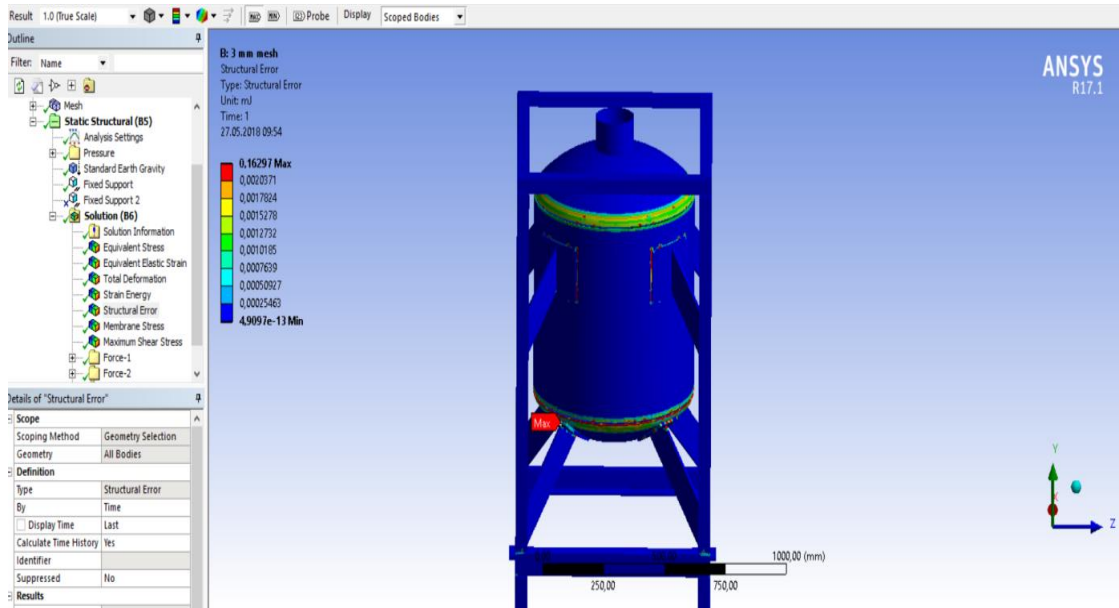


Şekil 3.77 3 mm mesh boyutu ve 2.5 bar basınç altında, sistemin toplam deformasyon değeri



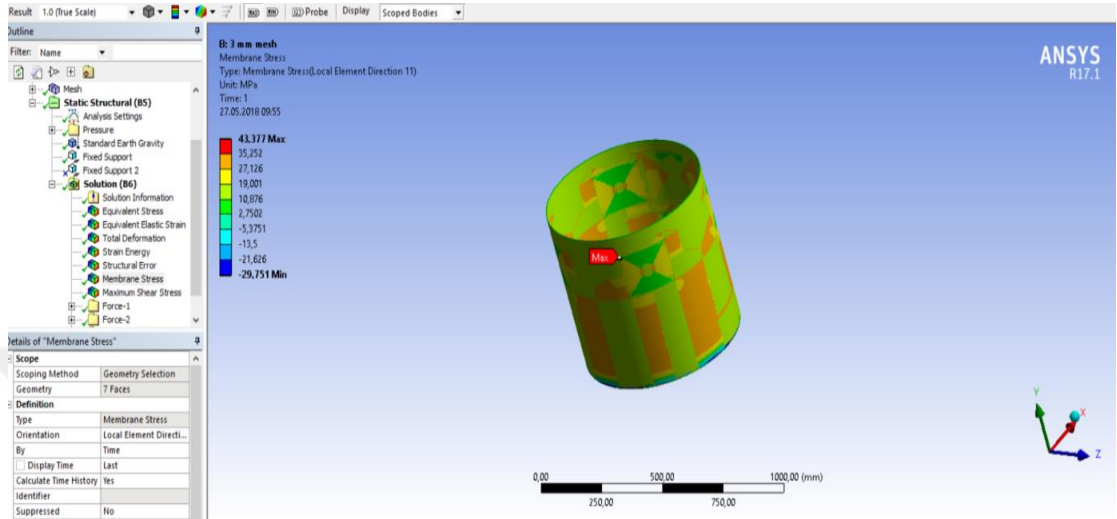
Şekil 3.78 3 mm mesh boyutu ve 2.5 bar basınç altındaki sistemin şekil değiştirme enerjisi dağılımı

Yukarıda renk dağılımı olarak verilen görüntüde, şekil değiştirmesine harcanmayan artık enerji temsil edilmektedir. Artık enerjinin maksimum değeri kabul edilebilir seviyelerdedir. Maksimum 0.57 mJ değerindedir.



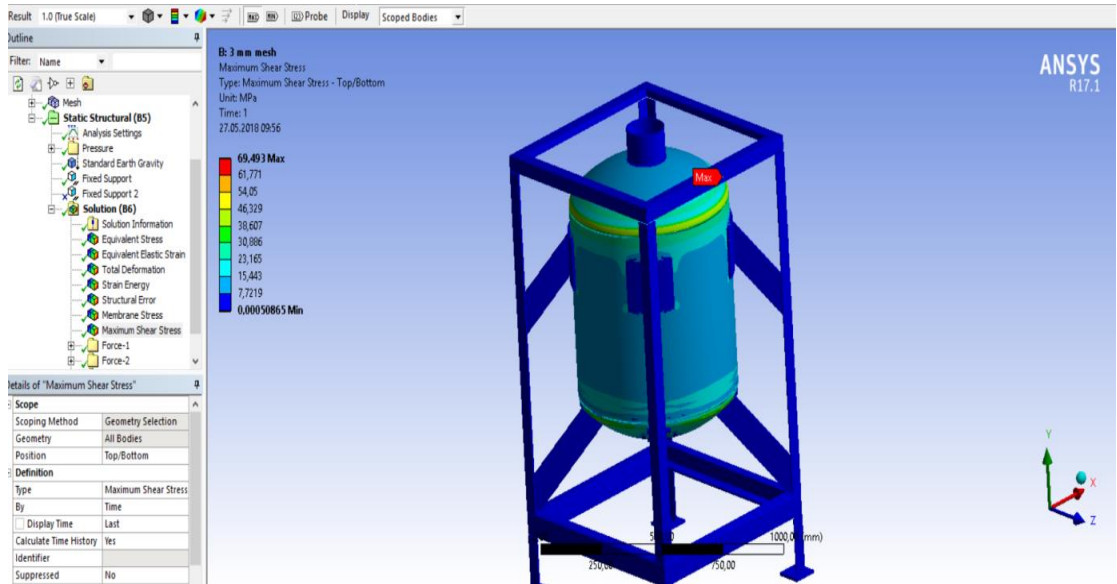
Şekil 3.79 Yapısal hata oranı

Yapısal Hata oranı değeri maksimum 0.16 mJ değeriindedir, bu enerji hatası elemandan elemana kuvvet aktarımı sırasında Ansys' in şekil değıştirme hata oranını temsil etmektedir, kabul edilebilir seviyededir.



Şekil 3.80 Gövde için membran gerilme

Gövde için membran gerilme değeri, azami 43.77 Mpa değeriindedir.



Şekil 3.81 Azami kayma gerilmesi

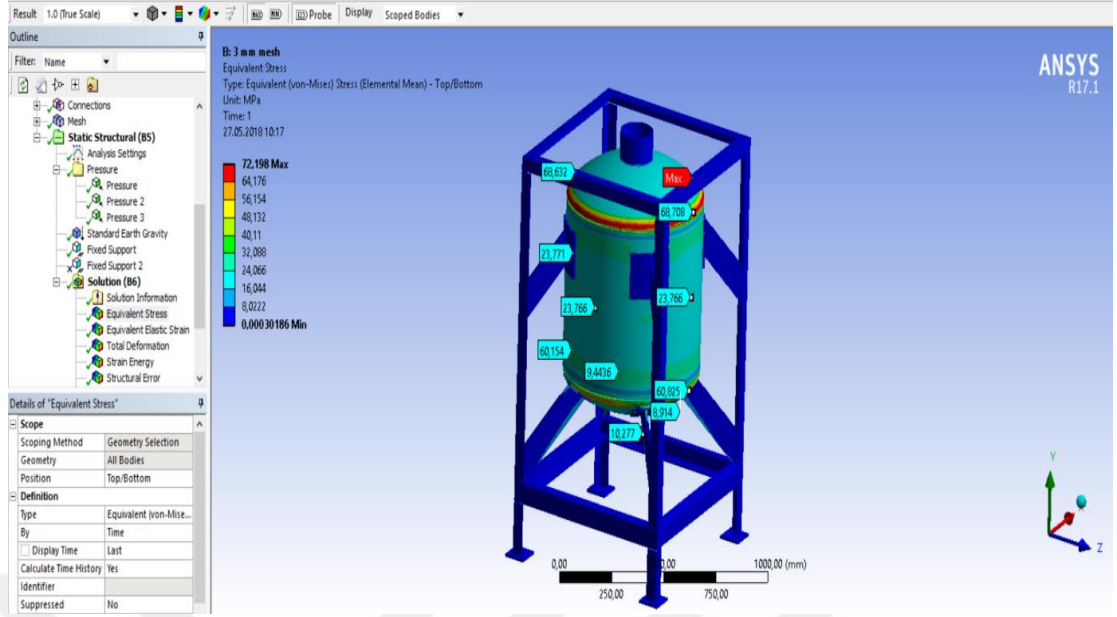
Yukarıdaki şekle göre azami kayma gerilmesi 69.493 Mpa'dır.

2.5 Bar basınç altında minimum et kalınlığının bulunması

Çizelge 3.65 2.5 bar basınç altında et kalınlıklarına göre gerilmeler tablosu

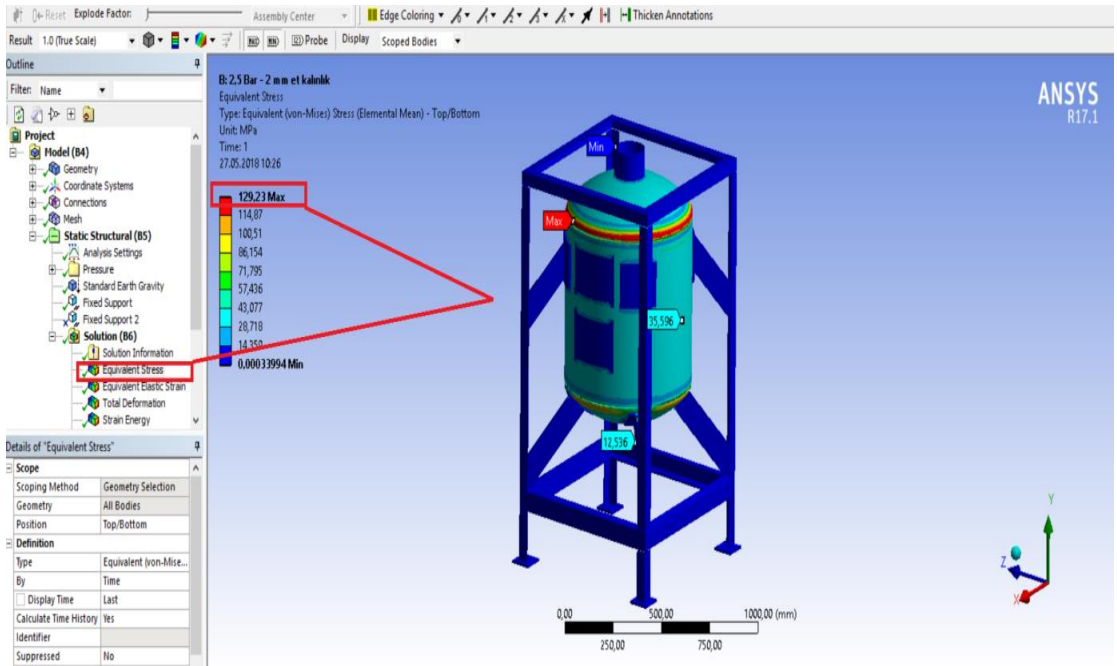
	Gövde Et Kalınlığı	Çerçeve Et Kalınlığı	Akma Gerilmesi $R_{p0.1}$	Emniyet Katsayısı	İzin Verilen Max Emniyetli Gerilme	Max. Gövde Gerilmesi	Max. Bombe Gerilmesi	Max Çerçeve Gerilmesi
İç Basınç 2.5 Bar	t=3 mm	10 mm	270 Mpa	1.5	180 Mpa	23,766 Mpa	72,198 Mpa	10.277 Mpa
	t=2 mm					35.596 Mpa	129.23 Mpa	12.536 Mpa
	t=1.7 mm					41.873 Mpa	164.24 Mpa	12.667 Mpa
	t=1.6 mm					44.481 Mpa	179.39 Mpa	13.482 Mpa
	t=1.5 mm					47.445 Mpa	196.92 Mpa	12.208 Mpa

Yukarıdaki tabloda 2.5 bar basınç altındaki gövdenin bombe başların ve ayakların gerilme değerleri verilmiştir. t=1.6 mm gövde ve bombe başların et kalınlık değeri için gerilme sonucu maksimum 179,39 Mpa olarak alınmıştır. Bu değer 1.5 kat emniyet açısından 180 Mpa değerinin altındadır ve belirtilen şartlarda emniyettedir. Et kalınlığı 1.38 mm ye kadar düşürülebilir.



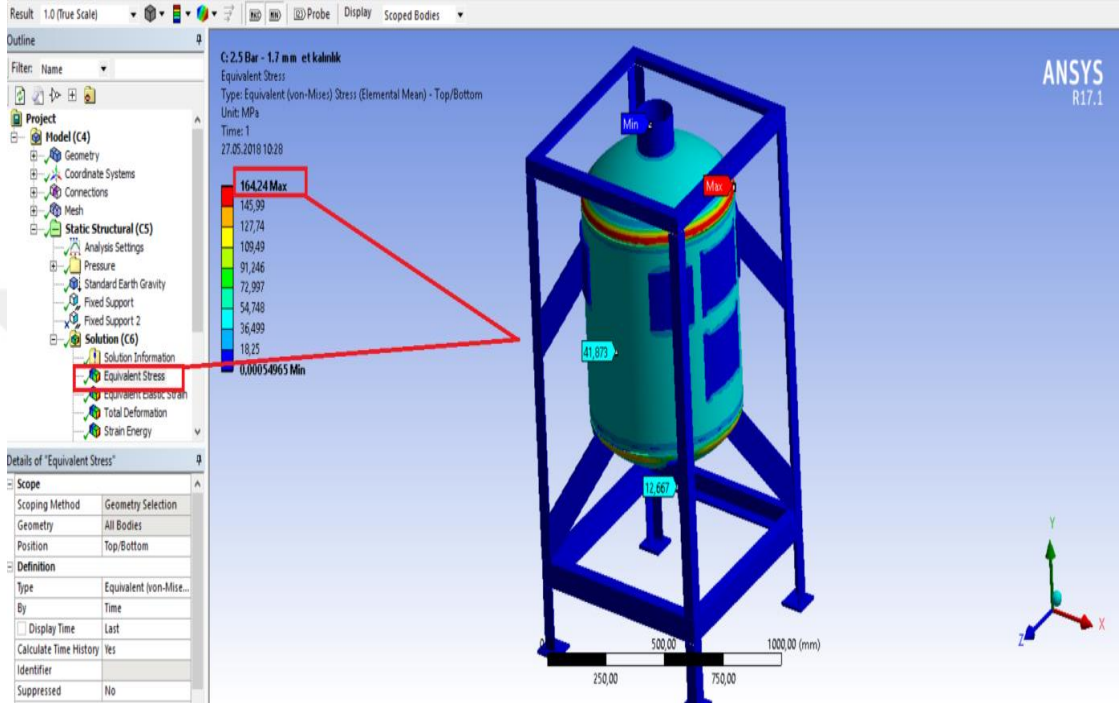
Şekil 3.82 2.5 bar 3 mm et kalınlık için eşdeğer gerilme

Yukarıdaki şekilde belirtilen $t=3$ mm kalınlığı için ve 2.5 Bar basınç altındaki sistemde oluşan maksimum eşdeğer gerilme değeri 72.198 Mpa'dır. Sistem 1.5 kat emniyetli olan 180 Mpa gerilme üst sınırının çok çok altındadır. Bu nedenle sistemde sırası ile et kalınlığı azaltımına gidilmiştir.



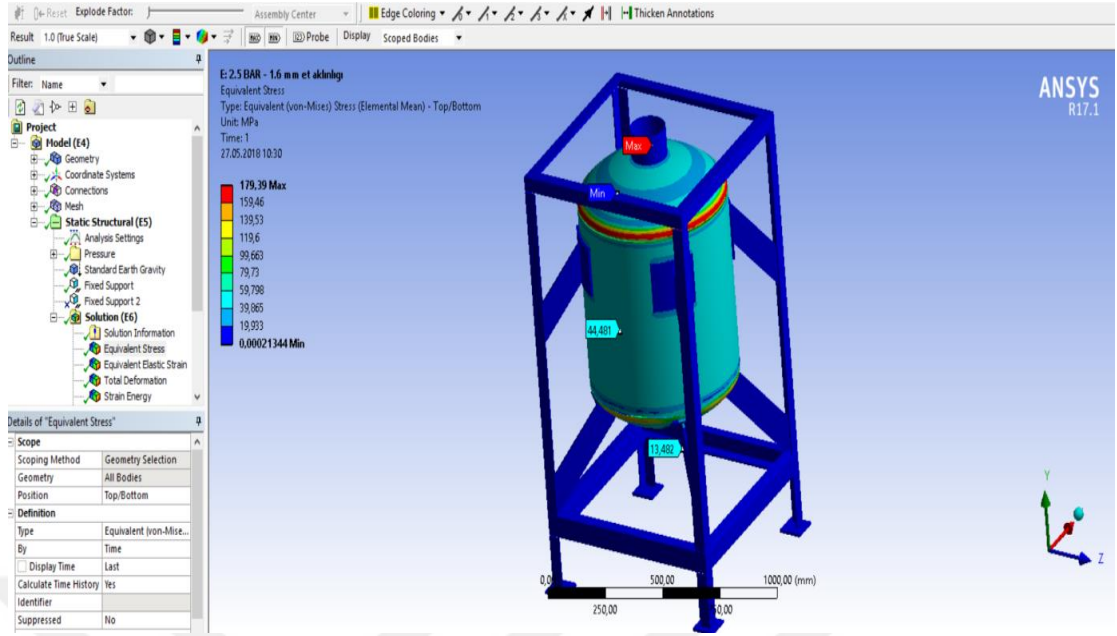
Şekil 3.83 2.5 bar 2 mm et kalınlık için eşdeğer gerilme

Yukarıdaki şekilde belirtilen $t=2$ mm kalınlığı için ve 2.5 Bar basınç altındaki sistemde oluşan maksimum eşdeğer gerilme değeri 129.23 Mpa'dır. Sistem 1.5 kat emniyetli olan 180 Mpa gerilme üst sınırının altındadır, bu nedenle sistemde sırası ile et kalınlığı azaltımına gidilmiştir.



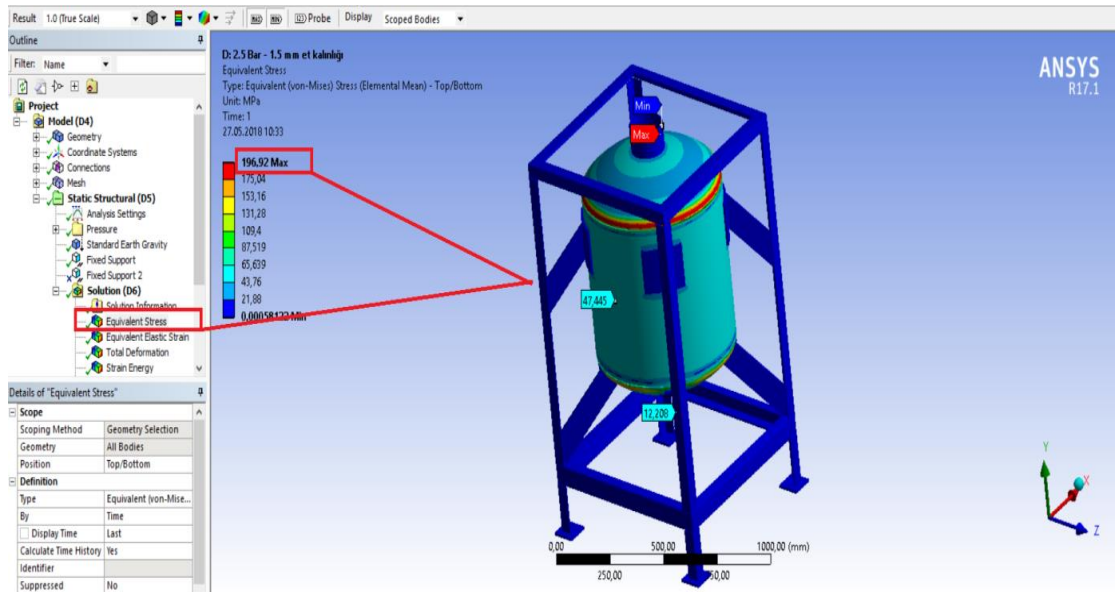
Şekil 3.84 2.5 bar 1.7 mm et kalınlık için eşdeğer gerilme

Yukarıdaki şekilde belirtilen $t=1.7$ mm kalınlığı için ve 2.5 Bar basınç altındaki sistemde oluşan maksimum eşdeğer gerilme değeri 164.24 Mpa'dır. Sistem 1.5 kat emniyetli olan 180 Mpa gerilme üst sınırının altındadır, bu nedenle sistemde sırası ile et kalınlığı azaltımına gidilmiştir.



Şekil 3.85 2.5 bar 1.6 mm et kalınlık için eşdeğer gerilme

Yukarıdaki şekilde belirtilen $t=1.6$ mm kalınlığı için ve 2.5 Bar basınç altındaki sistemde oluşan maksimum eşdeğer gerilme değeri 179.39 Mpa'dır. Sistem 1.5 kat emniyetli olan 180 Mpa gerilme üst sınırındadır, bu nedenle sistemde daha fazla et kalınlığına gidilmemiştir. Aşağıdaki şekilde ise kalınlığın 1.5 mm kalınlığa indirildiği durumda 180 Mpa üst gerilme sınırını geçmesi gösterilmiştir.



Şekil 3.86 2.5 bar 1.5 mm et kalınlık için eşdeğer gerilme

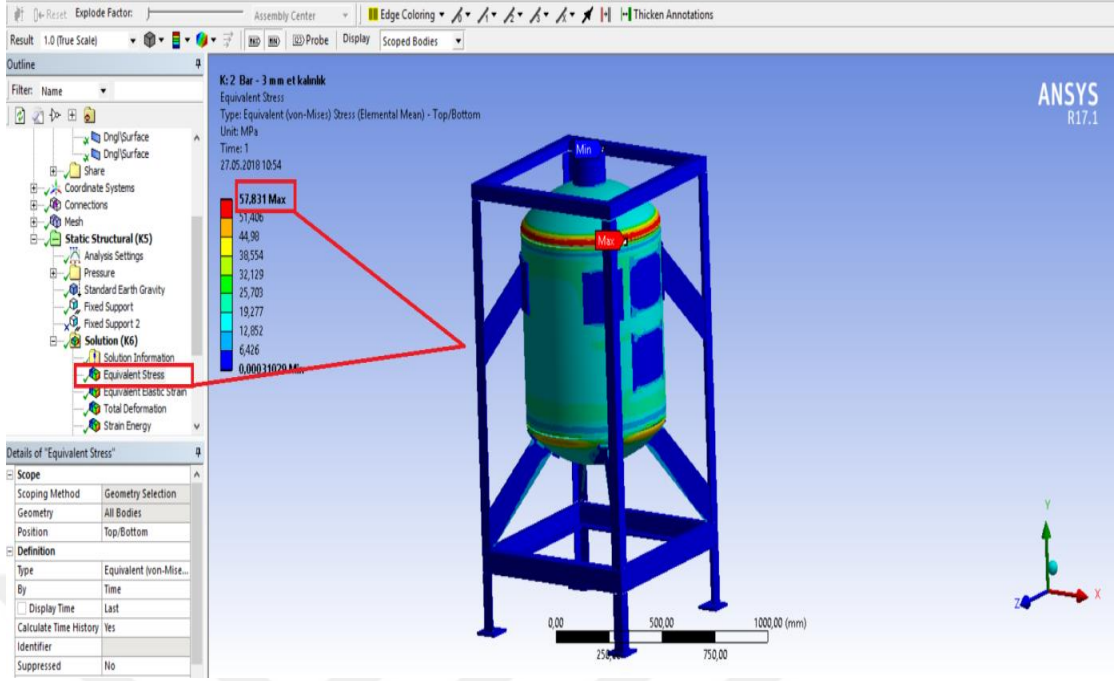
1,5 mm et kalınlığına sahip IBC tasarımı için 2.5 bar altındaki eşdeğer gerilme değeri maksimum 196,92 m değerindedir. Bu değer 18 Mpa olan emniyetli üst gerilme sınırının üzerindedir. Bu nedenle kalınlıkları hiçbir zaman 1.6 mm'nin altına düşürülmemelidir.

2 Bar basınç altında minimum et kalınlığının bulunması

Çizelge 3.66 2 bar basınç altında et kalınlıklarına göre azami gerilmeler tablosu

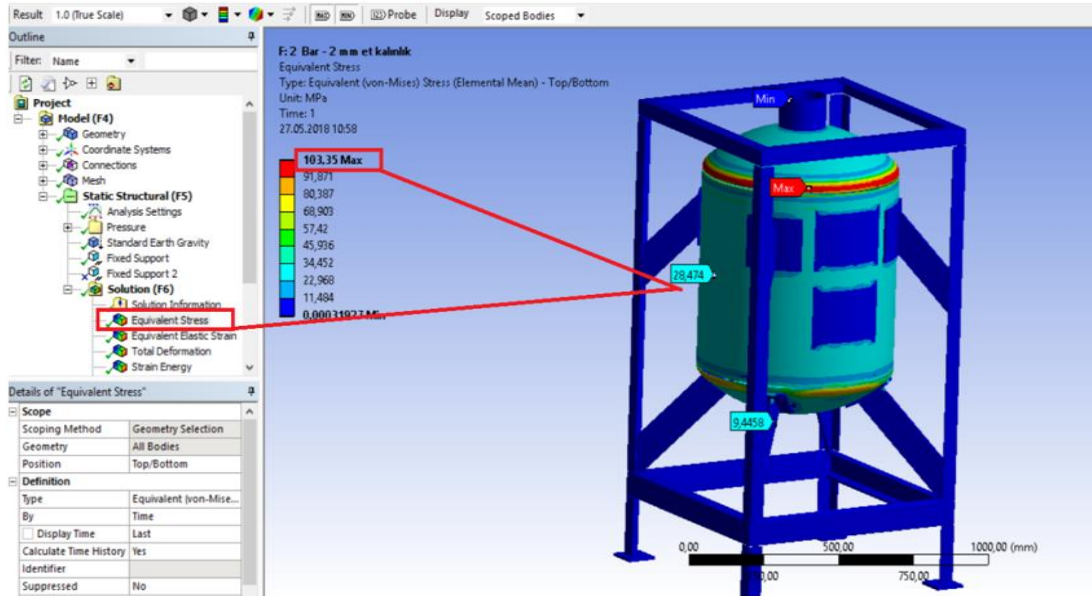
	Gövde Et Kalınlığı	Çerçeve Et Kalınlığı	Akma Gerilmesi Rp0,1	Emniyet Katsayısı	İzin Verilen Max Emniyetli Gerilme	Max. Gövde Gerilmesi	Max. Bombe Gerilmesi	Max Çerçeve Gerilmesi
İç Basınç 2 Bar	t=3 mm	10 mm	270 Mpa	1.5	180 Mpa	19 Mpa	57.831 Mpa	7,25 Mpa
	t=2 mm					28 Mpa	103 Mpa	9.4458 Mpa
	t=1.7 mm					33 Mpa	131 Mpa	10 Mpa
	t=1.5 mm					37.964 Mpa	157.49 Mpa	11.193 Mpa
	t=1.38 mm					41.267 Mpa	177.45 Mpa	10.07 Mpa
	t=1.35 mm					42.174 Mpa	183.08 Mpa	11.153 Mpa

Yukarıdaki tabloda 2 bar basınç altındaki gövdenin bombe başların ve ayakların gerilme değerleri verilmiştir. t=1.38 mm gövde ve bombe başların et kalınlık değeri için gerilme sonucu maksimum 177.45 Mpa olarak alınmıştır. Bu değer 1.5 kat emniyet açısından 180 Mpa değerinin altındadır ve belirtilen şartlarda emniyettedir. Et kalınlığı 1.38 mm ye kadar düşürülebilir.



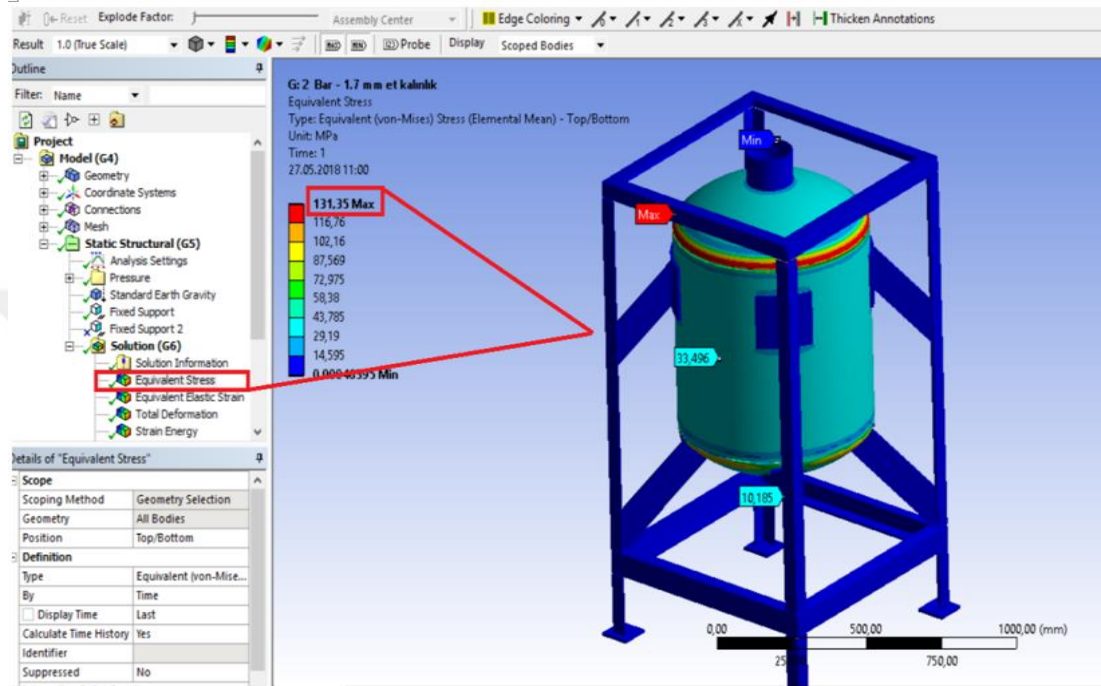
Şekil 3.87 2 bar 3 mm et kalınlık için eşdeğer gerilme

Yukarıdaki şekilde belirtilen $t=3$ mm kalınlığı için ve 2 Bar basınç altındaki sistemde oluşan maksimum eşdeğer gerilme değeri 57.831 Mpa'dır. Sistem 1.5 kat emniyetli olan 180 Mpa gerilme üst sınırının çok çok altındadır. Bu nedenle sistemde et kalınlığının indirilmesine gidilmemiştir.



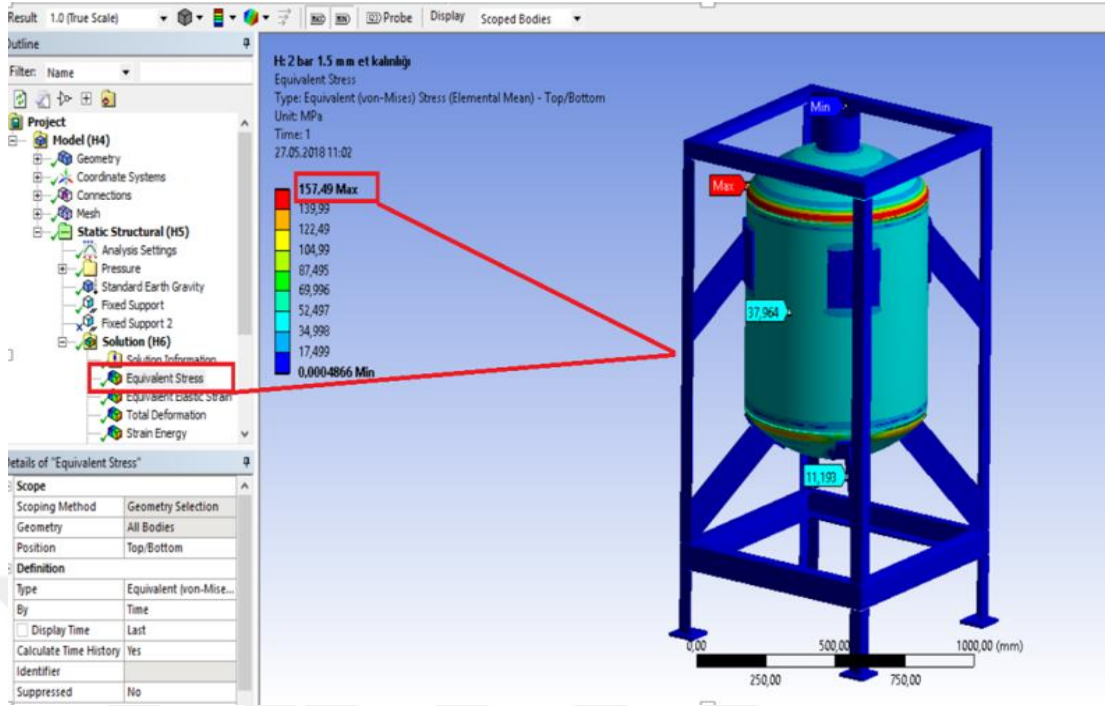
Şekil 3.88 2 bar 2 mm et kalınlık için eşdeğer gerilme

Yukarıdaki şekilde belirtilen $t=2$ mm kalınlığı için ve 2 Bar basınç altındaki sistemde oluşan maksimum eşdeğer gerilme değeri 103.35 Mpa'dır. Sistem 1.5 kat emniyetli olan 180 Mpa gerilme üst sınırının çok altındadır. Bu nedenle sistemde et kalınlığının indirilmesine gidilmemiştir.



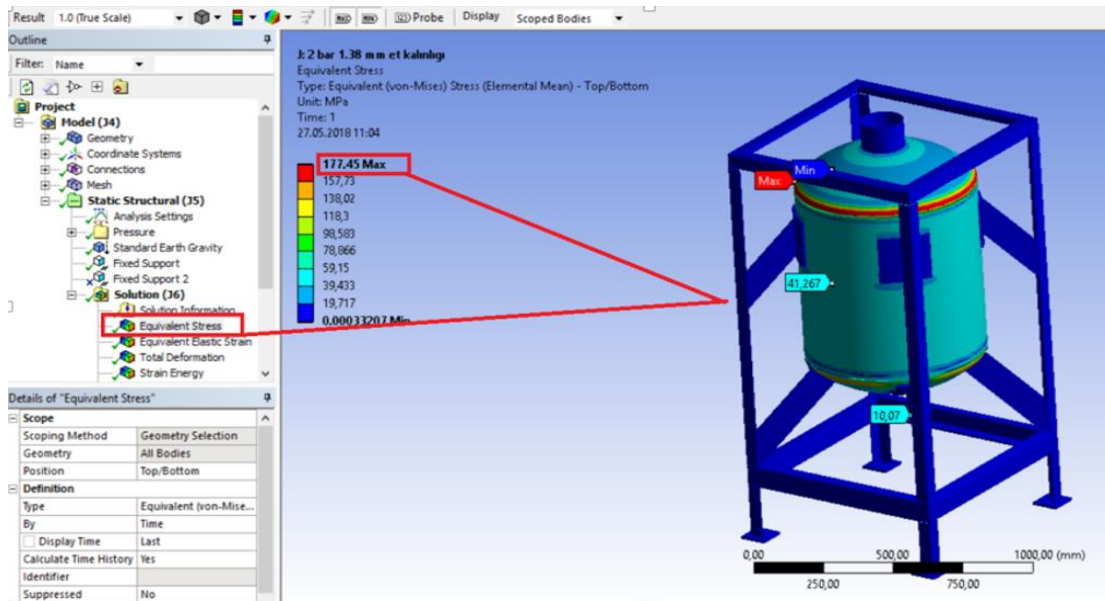
Şekil 3.89 2 bar 1.7 mm et kalınlık için eşdeğer gerilme

Yukarıdaki şekilde belirtilen $t=1.7$ mm kalınlığı için ve 2 Bar basınç altındaki sistemde oluşan maksimum eşdeğer gerilme değeri 131.35 Mpa'dır. Sistem 1.5 kat emniyetli olan 180 Mpa gerilme üst sınırının altındadır. Bu nedenle sistemde et kalınlığının indirilmesine gidilmemiştir.



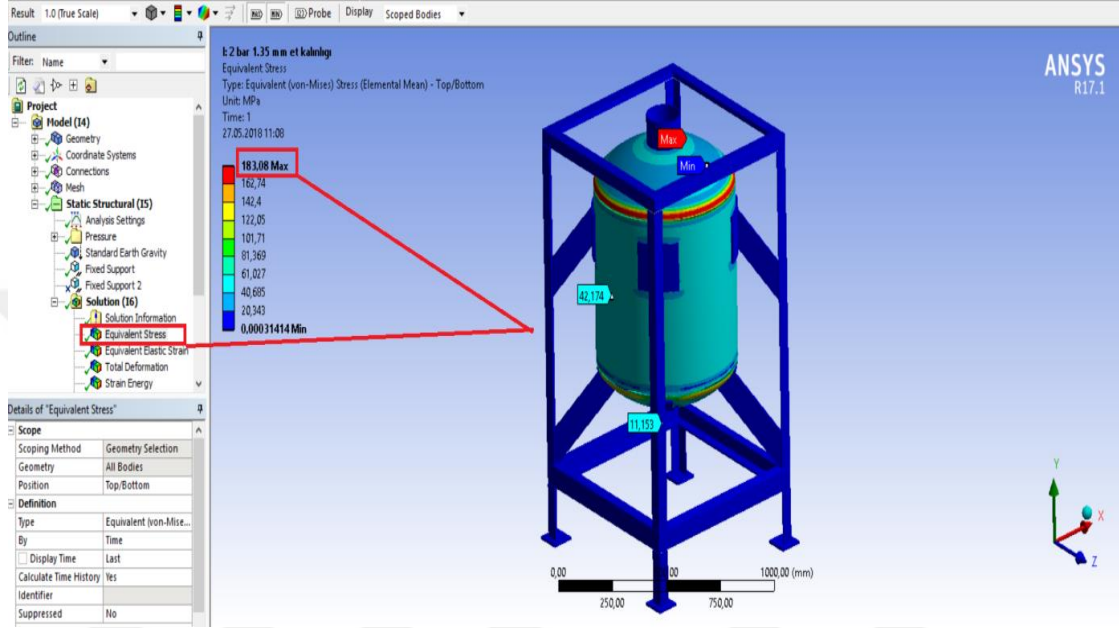
Şekil 3.90 2 bar 1.5 mm et kalınlık için eşdeğer gerilme

Yukarıdaki şekilde belirtilen $t=1.5$ mm kalınlığı için ve 2 Bar basınç altındaki sistemde oluşan maksimum eşdeğer gerilme değeri 157.49 Mpa'dır. Sistem 1.5 kat emniyetli olan 180 Mpa gerilme üst sınırının altındadır. Bu nedenle sistemde et kalınlığının indirilmesine gidilmemiştir.



Şekil 3.91 2 bar 1.38 mm et kalınlık için eşdeğer gerilme

Yukarıdaki şekilde belirtilen $t=1.38$ mm kalınlığı için ve 2 Bar basınç altındaki sistemde oluşan maksimum eşdeğer gerilme değeri 177.45 Mpa'dır. Sistem 1.5 kat emniyetli olan 180 Mpa gerilme üst sınırındadır. Bu nedenle sistemde et kalınlığının indirilmesine gidilmemiştir.



Şekil 3.92 2 bar 1.35 mm et kalınlık için eşdeğer gerilme

1.35 mm et kalınlığına sahip IBC tasarımı için 2 Bar altındaki eşdeğer gerilme değeri maksimum 183.08 Mpa değerindedir. Bu değer 18 Mpa olan emniyetli üst gerilme sınırının üzerindedir. Bu nedenle kalınlıkları hiçbir zaman 1.6 mm'nin altına düşürülmemelidir.

3.2.9 IBC analiz bulguları ve değerlendirilmesi

Yapılan analizler sonucunda aşağıdaki bilgiler elde edilmiştir;

Çizelge 3.67 Uygulanan test basıncına göre minimum et kalınlığı ve gerilme değerleri

Uygulanan Test Basıncı	IBC Brüt Hacmi	Malzeme Rp _{0,1} Değeri (TS EN 10028-7)	Emniyet Kat. TS EN 13445-3 Madde 6.4	İzin Verilen Maksimum Gerilme (Mpa)	Minimum Gövde Et Kalınlığı	Analizle Bulunan Maksimum Gerilme
2,5 Bar	262 lt	270 Mpa	1.5	180	1,6 mm	179,39 (Mpa)
2 Bar	262 lt	270 Mpa	1.5	180	1,38 mm	177,45 (Mpa)

Hesaplama yöntemi ve sonlu elemanlar analiz yöntemi sonuçlarının karşılaştırılması

ADR / RID / IMDG CODE Bölüm 6.5 kapsamında imal edilen metal IBC gövdelerinin, aynı bölümde belirtilen teknik hükümlere ve maddelere göre gereklerinin ortaya konularak tasarımın, sonlu eleman analiz yöntemiyle doğrulanması sonucunda elde edilmiş verilerin ADR 6.5.5.1.6 metal IBC nümerik et kalınlığı hesabı ile karşılaştırılması yapılmıştır. Metal IBC' lerin hidrolik basınç testi için önemli olup, taşınacak tehlikeli maddenin paketleme grubuna göre değişen 2,5 bar ve 2 bar test basıncı değerleri dikkate alınarak analizlerde et kalınlıkları 3 mm' den azaltılarak eşdeğer gerilmeler hesaplanmıştır. Minimum et kalınlığının nümerik hesaplamalarında referans çeliğin asgari et kalınlıkları 1.5-2-2.5 mm olarak alınmış ve sonuçlar 1.15-1.55-1.93 mm çıkmıştır. Sonlu eleman yöntemi ile yapılan analizlerde paketleme grubu I; yani 11A, 11B, 11N IBC tipleri için 2.5 bar test basıncında minimum et kalınlığı 1.6 mm bulunmuştur. Paketleme grubu II ve III; yani 21A, 21B, 21N, 31A, 31B, 31N için 2 bar test basıncında minimum et kalınlığı 1.38 mm bulunmuştur. Nümerik hesap ve analiz sonuçları karşılaştırıldığında, birinci durum için analiz, ikinci durum için ADR güvenli noktadadır.

3.2.10 Ambalajların test gereksinimleri

Tüm paketlerin tasarım tipi, yetkili kurumun belirlediği etikete vurulan numaralar talimatlara uygun olarak, taşıma moduna göre ilgili uluslararası anlaşma ve yönetmelikler kapsamında test edilip, yetkili kurum tarafından onaylanmalıdır.

Uluslararası anlaşma ve yönetmelikleri kapsamında tehlikeli madde taşıyan ambalajlara uygulanması gereken tip testleri olan düşürme testi, istifleme testi, sızdırmazlık testi ve hidrolik basınç testleri test ön hazırlığı, testin yapılışı ve testi geçme kriterleri olarak değerlendirildiğinde aynıdır.

Çizelge 3.68’da tehlikeli madde taşıyan ambalajların tüm taşıma modlarında ilgili yönetmelikler ile ambalaj hükümlerinin karşılaştırma yapılması durumunda, ortaya çıkan durum görülmektedir. Ambalaj tiplerine, tip testlerine, içinde taşınacak tehlikeli maddenin haline göre yönetmelikler kapsamında değerlendirmesi yapılmıştır. Tehlikeli madde taşıyan tüm ambalajlar bu tablodaki ilgili testlerden geçmek zorundadır.

Çizelge 3.68 ADR kapsamında tehlikeli madde taşıyan ambalajlara yapılması gereken tip testleri

Ambalaj Tipi		Taşıyacağı Madde Hali	Deney	ADR	RID	IMDG CODE	IATA DGR
Variller ve Bidonlar	1A1,1A2,1B1, 1B2 1N1, 1N2, 1D, 1G, 3A1, 3A2, 3B1, 3B2	Sıvı	Düşürme Testi	✓	✓	✓	✓
			Sızdırmazlık Testi	✓	✓	✓	✓
			İç Basınç (Hidrolik) Testi	✓	✓	✓	✓
			İstifleme Testi	✓	✓	✓	✓
		Katı	Düşürme Testi	✓	✓	✓	✓
			İstifleme Testi	✓	✓	✓	✓
	1H1, 1H2, 3H1, 3H2	Sıvı	*Kimyasal Uyumluluk ön hazırlığı	✓	✓	✓	✓
			Düşürme testi	✓	✓	✓	✓
			Sızdırmazlık Testi	✓	✓	✓	✓
			İç Basınç (Hidrolik) Testi	✓	✓	✓	✓
			**Geçirgenlik testi	✓	✓	X	X
		Katı	Düşürme Testi	✓	✓	✓	✓
			İstifleme Testi	✓	✓	✓	✓
Kutular	4A, 4B, 4N, 4C1, 4C2, 4D, 4F, 4G, 4H1, 4H2	Katı	Düşürme Testi	✓	✓	✓	✓
			İstifleme Testi	✓	✓	✓	✓
Torbalar	5H1, 5H2, 5H3, 5H4, 5L2, 5L3, 5M1, 5M2	Katı	Düşürme Testi	✓	✓	✓	✓
	5L1	Katı	Düşürme Testi	✓	✓	✓	5L1 tipi yoktur
Ambalaj Tipi		Taşıyacağı Madde Hali	Deney	ADR	RID	IMDG CODE	IATA DGR
İnce metal ambalaj	0A1, 0A2	Katı/Sıvı	Düşürme Testi	✓	✓	0A tipi yoktur	0A tipi yoktur

Çizelge 3.68 ADR kapsamında tehlikeli madde taşıyan ambalajlara yapılması gereken tip testleri (devamı)

✓:Tabloda belirtilen ambalaj tiplerine ilgili yönetmelikler kapsamında ilgili deneyler yapılmalıdır.
X :Tabloda belirtilen ambalaj tiplerine ilgili yönetmelikler kapsamında ilgili deney yapılmayacaktır.
*Kimyasal uyumluluk ön hazırlığı testi, tüm taşıma modlarının ilgili yönetmeliklerinde olan bir hükümdür. Kimyasal uyumluluk yöntemlerinden biri, ADR 6.1.5.2.6 maddesine göre, polietilen variller ve bidonlar ve gerekiyorsa polietilen kompozit ambalajlar için, ADR 4.1.1.21 kapsamında doldurma sıvılarıyla kimyasal uyumluluk, standart sıvılarla doğrulanmalıdır.

Çizelge 3.68’de belirtildiği üzere, tüm taşıma modlarında ortak olarak, hidrolik basınç testi ve sızdırmazlık testi sıvı taşıması hedeflenen bütün ambalaj dizayn çeşitleri için uygulanmalıdır; bununla yanında bu testler kombine ambalajların iç ambalajları için uygulaması zorunlu değildir.

Ambalajlara yapılması gereken testler ADR, RID, IMDG CODE yönetmeliklerinde 6.1.5 maddesinde, IATA DGR’ de 6.3.1 maddesinde detaylı şekilde açıklanmaktadır. Testlerin yapılışı bakımından farklılık olmamakla birlikte, IATA DGR ve IMDG CODE yönetmeliklerinde geçirgenlik testi bulunmamaktadır.

İlgili testlerin yapılabilmesi için gerekli olan taşınacak tehlikeli maddenin azami nispi yoğunluğu, paketleme grubu, 50 °C azami buhar basınçları bilgileri o maddelerin güvenlik bilgi formlarında (MSDS) yer almaktadır.

Düşürme testi

Düşürme testi, ambalaj tipine, ambalajın içinde taşınacak tehlikeli maddenin haline (sıvı ya da katı), paketleme grubuna, azami nispi yoğunluğuna, katı ise ambalaj ile birlikte azami brüt kütlesi parametreleri göz önüne alınarak yapılmalıdır. Ambalaj tiplerine göre numune sayısı, düşürme pozisyonları ve içinde taşınacak maddenin paketleme grubu ile azami nispi yoğunluğuna göre düşürme yüksekliği değişiklik göstermektedir. Tüm taşıma modlarında bu test bulunmakta ve testin yapılışı ve geçme kriterleri aynı şekildedir.

Sızdırmazlık testi

Sıvı taşınması hedeflenen tüm paket dizayn onayları için sızdırmazlık testi uygulanmalıdır.

Ambalajların içinde taşınacak maddelerin paketleme grubuna göre test basıncı belirlenmektedir.

Hidrolik test

İçinde sıvı nakliyesi hedeflenen bütün metal, plastik ve kompozit paketlerin dizayn onayları için uygulanmalıdır.

Bu test için, paket içinde taşınacak tehlikeli maddelerin 50 °C azami buhar basınçları bilgisine ihtiyaç vardır. Bu bilgiye göre ilgili yönetmelikteki hesaplamalar yapıp uygulanacak hidrolik basınç testi değerine ulaşılır ve o basınç değerinde test yapılmalıdır.

İstif testi

Torbalar ve diğer istiflenemeyen "RID/ADR" sembolü ile işaretli olan kompozit paket dışında tüm ambalaj dizayn sınıfları istif testine tabi tutulmalıdır.

3.2.11 Tüm taşıma modlarında tehlikeli madde taşıyan ambalajların onaylı işaret gereklilikleri

Ambalaj üreticisinin düzgün şekilde uygulandığı, izlenebilir ve işlevli bir üretim ve kalite sisteminin olup olmadığını görmek için yetkili mercii olan TSE TMKTM tarafından yapılan üretim ve üretim yeri uygunluk incelemesinin uygun olması ve ilgili yönetmeliklerde belirtilen ambalaj yapım şartlarına uygun ve testlerin olumlu sonuçlanması durumunda, o ambalaj tasarımına veya tasarım tipi serisine ait UN işaretlemesi verilir. UN işaretlemesi, onay alındıktan sonra üretici firmanın o ambalaj tasarımı ve onayına göre yapılan seri üretimdeki tüm ambalajların üzerine basması gereken işaret sistemidir. Bir ambalaj üreticisinin herhangi bir ürün tipinin tasarım tip

onay alması, üreticinin uluslararası tanınırlığı olan bu sembolü ambalajlarında kullanabileceği anlamına gelir. Çizelge 3.41’de onaylı ambalajların işaretleme gereklilikleri ve örnekleri bulunmaktadır.

ADR anlaşması bölüm 6.1.3.1 maddesi gereğince, genel ambalajların onaylı UN işaretleme özellikleri aşağıdaki tabloda verilmiştir. RID 6.3.1, IMDG CODE 6.1.3.1 ve IATA DGR 6.0.4 maddeleri kapsamında işaretleme formatı kuralları aynıdır. Fakat, bu çalışmadaki 5. Bölüme dikkat edildiğinde, bazı ambalaj tiplerinin (ince metal ambalaj gibi) hava yolu (IATA DGR) ve deniz yolunda (IMDG CODE) taşınması yasak olduğu için, bu ambalaj tipinin işaretlemesi de bulunmamaktadır.

Tehlikeli Madde ve Kombine Taşımacılık Müdürlüğü tarafından onaylanan ilk ambalaj tasarımının UN işaretlemesi şöyledir:



3A1/Y0,9/100/13/TR/TSE01*0001

3A1: Çıkarılamaz Başlıklı Çelik Bidon (Ambalaj Tipi)

Y: Paketleme Grubu

0,9: Azami Nispi Yoğunluk

100: Hidrolik Basınç Testi Değeri “kPa” Cinsinden

13: Üretim Yılı (Son İki Hane)

TR: Türkiye (İşaretin Tahsisini Yapan Devlet)

TSE01*0001: TSE Tarafından Verilen Sertifika No

3.3 Araştırma Bulguları

3.3.1 Tehlikeli madde taşıyan ambalajların ADR 2021, RID 2021, IMDG CODE 2020 VE IATA DGR 2021 yılları versiyonları kapsamında karşılaştırılması

1. ADR ve RID yönetmelikleri bölüm 6.1 ambalajlar kapsamında ambalaj tipleri, yapım şartları ve test hükümleri birbirinin aynısıdır.
2. IATA DGR –Tehlikeli maddelerin havayoluyla taşınmasına yönelik regülasyonlar ve IMDG CODE kapsamında ince metal ambalajı (0A) tipi taşınması yasaktır.
3. IATA DGR –Tehlikeli maddelerin havayoluyla taşınmasına yönelik regülasyonlar kapsamında kompozit ambalaj (iç ambalajı cam, porselen veya sert çömlek kap) 6P ambalaj tipi bulunmamaktadır. ADR, RID ve IMDG KOD yönetmeliklerinde 6P ambalaj tipi vardır.
4. İç astarsız veya kaplamasız kumaş torba 5L1 ambalaj tipi havayolunda (IATA DGR) taşınmamaktadır.
5. ADR 6.1.5.7 maddesinde yer alan, ADR bölüm 6 daki parlama noktası ≤ 60 °C olan sıvıların nakliyesi için hedeflenen geçirgenlik testi havayolunda ve deniz yolunda bulunmamaktadır.
6. IATA 6.2.17 maddesine göre, havayolunda kompozit ambalajın dış ambalajı olarak kasa kullanımını yasaklamıştır. Karayolunda böyle bir yasak yoktur.
7. ADR’de geçen “tehlikeli mal” terimi yerine IMDG Kodda “tehlikeli yük” terimi kullanılmaktadır.
8. ADR 6.1.6. maddesinde bulunan 6.1.5.2.6 ve 6.5.6.3.5’e uygun kimyasal uyumluluk testinde bulunan standart sıvılar bilgileri deniz yolu ve hava yolu yönetmeliklerinde açıkça belirtilmemiştir. Fakat bu taşıma modlarında da kimyasal uyumluluk ön hazırlık testi yapılmak zorundadır.
9. IMDG KOD 6.1.1.2.3 ve 6.1.1.2.4’te bulunan plastik ambalajlar ile aşağıdaki uyarılar, ADR ve RID yönetmeliklerinde bulunmamaktadır.

4. SONUÇ

Kimyasal mücadele, bütün metodlar arasında en yüksek tercih edilendir. Çünkü kimyasal savaş fazla verimliliğe sahip olup, erken sonuç verir, akıllı ve uygun miktarda tüketildiğinde çok ucuzdur. Ürünü zararlı madde salgılayan organizmalardan da korur. Verimli tarımsal yetiştiricilik için tarımsal ilaçların uygulanması zorunludur. Tarım ilacı olmadan yetiştiricilik yapılması sonucunda, ürün miktarlarında %100 varan kayıplar muhtemeldir. Bu sebeple tarım ilaçları, normal şartlar altında tüketilmesi dahilinde üreten çiftçiye veya sahibine yüksek kazanç sağlarlar. Aynı zamanda koruma süresinin de uzatılmasına da yardımcı olurlar.

Yukarıda da bahsettiğim gibi, tarım ilaçlarının kullanımı zorunludur. Fakat bu ilaçların depolanması ve taşınması da son derece riskli ve hayati önem taşımaktadır. Yanlış bir depolama veya taşınma işlemi, ölümcül neticelere yol açabilir. Gübre ve tarım ilaçları tehlikeli maddedir ve UN tehlike numaraları bulunmaktadır. Dolayısıyla, bu tehlikeli maddelerin ulusal ve uluslararası yollarda en güvenli şekilde taşınabilmesi için, ilgili uluslararası sözleşmelerdeki hükümlere uygun üretilmiş ve test edilmiş kaplarda, ambalajlarda taşınması zorunludur.

Tehlikeli maddelerin uluslararası taşınması hususundaki tüm sözleşmeler (ADR, RID, IMDG CODE, IATA DGR) oldukça teknik anlaşmalar olup; tasarımdan, muayeneye, testlerden, son kontrolden doluma, taşınmasına ve kullanıcıya kadar birçok hususta düzenlemeler getirmektedir.

Sektördeki tehlikeli madde taşıyan ambalaj firmaları bu çalışma esnasında gözlenmiş olup, firmaların ilgili yönetmelikler konusunda bilgi sıkıntısı yaşadığı görülmüştür. Özellikle ihracat yapan firmaların, yalnızca ülke içinde tehlikeli madde taşıyan ambalaj üreticisi firmalara göre bu konuda daha bilinçli olduğu görülmüştür. Her sektörde olduğu gibi, bu sektörde de bir ambalaj tipinden rakip firma onay belgesi almak için harekete geçince, aynı ambalaj tipinin üreticisi de harekete geçmektedir. Fakat, mevcut durumda tehlikeli madde taşıyan ambalaj üreticilerinin büyük bir kısmı ilgili yönetmeliklerden haberdar değil ve belgelendirilmemiştir. Bunun için, Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı'nın

konuyla ilgili yaptığı yol denetimlerini sıklaştırması ve uygunsuz, onaysız ambalajlar konusunda cezai işlem uygulaması gerekmektedir. Hali hazırda, bu konuyla ilgili proje yürütülmektedir. Proje kapsamında Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı tarafından emniyet, jandarma ve UAB bölge müdürlükleri personelinden oluşan gruplara yol kenarı denetimleri konusunda eğitimler verilmiştir. Hatta konuyla ilgili, UAB, emniyet ve jandarma personelinden oluşan gruplar Polonya'yı ziyaret ederek yol kenarı denetimlerini yerinde incelemiştir. Bu yol denetimleri ve cezalarla birlikte tehlikeli madde taşıyan ambalaj üretici firmalarının bilinçlenmesi ve belgelendirilmiş üretici sayısı artacaktır.

Tehlikeli madde taşıyan tüm ambalaj firmaları, ilgili yönetmeliklerde belirtilen ambalaj tipine ve içinde taşıyacağı tehlikeli maddeye göre değişen tip testlerini bitmiş ürüne son kontrol safhasında kendi bünyesinde yapabiliyor olması gerekmektedir. Ambalajların çoğu seri üretimle üretilirler ve tüm ürünlere test yapmak olanaksız olduğu için, üretim miktarlarına göre partiler bazında numune alınıp testler yapılmalı ve kayıtları tutulmalıdır. Buna ek olarak, ambalaj üreticisi, kalite yönetim sistemini işlevli şekilde uygulamalı ve devamlılığını sağlamalıdır.

Tüm taşıma yöntemlerinde tehlikeli madde gruplandırılması, turuncu kitap olan BM Model Düzenlemeleri esas olduğu için benzerdir. Çeşitli taşıma yöntemlerinde, taşınabilir izin verilen sınırlı miktar değişikliği işaret eder. Çeşitli yöntemlerde nakliyecilik yapılacağı esnasında, tüm yöntemlerde yönetmelik (ADR, RID, IMDG CODE, IATA DGR) kurallarına uygun olacak şekilde paketlenme ve ilgili testlerin yapılması gerekmektedir.

Çeşitli taşıma yöntemlerinde yüklerin birbirlerine tehlike arz edecek şekilde yerleştirilmesi yada bağlanması sonucu kazalar oluşmaktadır. Bu sebeple farklı taşıma yöntemleri için tüm taşıma modlarının kurallarını bilen sorumlu danışmanların olmasına ihtiyaç vardır. Bu gerekçeler gösteriyorki; tehlikeli madde danışmanlarının eğitim düzeylerinin son derece önemli olduğu görülmektedir.

Sektör incelemelerinde, Türkiye'de tehlikeli maddelerin ambalajlarla en çok karayolunda taşındığı, bunu deniz yolu, hava yolu ve demir yolunun izlediği görülmektedir.

Çoğunlukla kara ve deniz yolu kombinasyonu ya da hassas ve önemli maddeler için maliyetli olmasına rağmen yüksek emniyet ve güvenilirlikle en uzun mesafelere en kısa sürede taşınabilmesi açısından hava yolu da büyük oranda tercih edilmektedir.

Araştırmada karşılaşılan diğer önemli husus ise, ambalaj sektörü esas olarak stok için üretmemektedir. Üretimler siparişlere bağlı kalınarak hazırlanmaktadır. Türkiye’de en çok üretilen ve talep gören ambalaj tipleri sırasıyla plastik ambalaj, oluklu mukavva, cam ambalaj, ahşap ambalaj, karton ambalaj, metal ambalaj ve kağıt ambalajdır. Tarım ilaçları ise ülkemizde en çok plastik bidonlarda, kombine ambalajlarda dış ambalajı kutu, iç ambalajı plastik şişe veya eşya şeklinde taşınmaktadır.

Ambalaj sektöründe, tehlikeli madde taşıyan ambalajların çoğunlukla kara yolu, kara yolu ve deniz yolu kombinasyonu şeklinde veya hava yolu ile taşındığı sonucuna varılmıştır.

Bu konuda yurt dışı belgelendirme kuruluşları da bulunmaktadır. Mevcut talebin Türkiye’de karşılanıp ve ülkemizin kaynaklarının yine ülkemizde kalması açısından TSE üzerine düşen görevi çok başarılı bir şekilde yerine getirmektedir. Ambalaj üreticisi firmalara hızlı dönüşler yaparak, ilgili yönetmelikler kapsamında bilgi birikimlerini paylaşarak tehlikeli madde taşıyan ambalaj üreticisi firmalara ışık tutmaktadır.

KAYNAKLAR

- ADR. 2021. Tehlikeli Malların Karayolu ile Uluslararası Taşımacılığına İlişkin Avrupa Anlaşması, Birleşmiş Milletler, New York ve Cenevre.
- Anonim.10.02.2009. Web Sitesi: <https://drt.com.tr/Blog/Tarim-Ilaclari-Pestisitler/1056>
Erişim Tarihi: 10.05.2021.
- Anonim.10.02.2009. Web Sitesi: <https://drt.com.tr/Blog/Tarim-Ilaclari-Pestisitler/1056>
Erişim Tarihi: 10.05.2021.
- Aytekin, G. 2011. Avrupa Birliği müktesebatında ve uluslararası hukuki metinlerde tehlikeli malların karayoluyla taşınmasında rol alan kişilerin eğitimi ve Türkiye'deki mevzuatın karşılaştırılması. Avrupa Birliği Uzmanlık Tezi.
- Güler, Ç., Çobanoğlu, Z. 1997. Pestisitler. Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi, No: 52.
- IATA-DGR. 2021. Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği'nin Tehlikeli Mallar Talimatları.
- IMDG CODE. 2020. Uluslararası Denizcilik Tehlikeli Yükler Kodu.
- Milli Eğitim Bakanlığı. 2011. Ulaştırma Hizmetleri Alanı Tehlikeli Madde Taşımacılığı. MEB Yayınları, Ankara.
- Mukanbay, G. 2015. Tehlikeli maddelerin havayoluyla taşınmasında çok kriterli karar verme yöntemi (choquet integral) ile alternatif havalimanı belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Hava Harp Okulu, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü.
- Öntaş A. E. 2005. Teneke Kutu Teknolojisi (1. Baskı). Öntaş Yayınları, İzmir.
- Öztürk E. 2010. Tehlikeli kimyasalların uluslararası ticaretinde özel uygulamalar. Uzmanlık Tezi, Çevre ve Orman Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara.
- RID. 2021. Tehlikeli Malların Demiryolları İle Uluslararası Taşımacılığına İlişkin Düzenlemeler.
- TİRYAKİ O., CANHİLAL R., HORUZ S., 2010. Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 26(2), 156-157.
- TSE. 2021. TS EN ISO 16106- Ambalajlama- Tehlikeli maddeler için taşıma ambalajları – Tehlikeli madde ambalajları, orta boy dökme yük konteynerleri (IBC'ler) ve büyük ambalajlar- ISO 9001'in uygulanması ile ilgili kılavuz bilgiler.
- Zorba, Y. 2009. Uluslararası deniz ticaretinde tehlikeli yüklere ilişkin güvenlik yönetimi uluslararası denizde tehlikeli yük taşımacılığı standartları (IMDG CODE) ve Türkiye uygulamaları. Doktora Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi.