



T.C.
ORMAN VE SU İŞLERİ BAKANLIĞI
DEVLET SU İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

DSİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ TARAFINDAN
YAPTIRILACAK KANALLARDA,
REZERVUARLARDA ve BARAJLARDA
KULLANILACAK GEOSENTETİK
BARIYERLER İÇİN
TEKNİK ŞARTNAME

Kasım 2014
ANKARA

İçindekiler

1 GİRİŞ.....	3
1.1 Kapsam.....	3
1.2 Tanımlar.....	3
1.3 Geomembran mamullerinin kullanım alanı.....	4
1.4 Genel hükümler.....	4
1.5 Geosentetik bariyerlerin (geomembranların) seçilme kriterleri.....	6
1.6 Geosentetik deneyleri.....	6
2 Yapılacak işlemlerin kapsamı.....	7
2.1 Genel hükümler.....	7
2.2 Geomembran serilmesi.....	7
2.2.1 Genel hükümler.....	7
2.2.2 Geomembran kaplama uygulaması.....	9
2.2.3 Ankraj hendeği.....	10
2.2.4 Yerleştirme yöntemi.....	10
2.2.5 Ankraj hendeğinin doldurulması.....	11
2.2.6 Geomembran uygulamasının kabulü.....	11
2.2.7 Şantiyede depolama.....	11
2.3 Güvenlik için tel çit ve kapı uygulaması (İdare tarafından uygun görülmesi halinde).....	11
2.4 Kaya düşmesine karşı koruma duvarı yapılması.....	11
2.4.1 Malzeme teknik özellikler.....	11
2.4.2 Fildöfer sandık uygulaması (İdare tarafından uygun görülmesi halinde).....	12
3. HDPE (high density polyethylene) ve LLDPE (linear low density polyethylene) geomembran.....	12
3.1 HDPE geomembranın saha kaynakları.....	12
3.1.1 Kaynak bindirmesi.....	12
3.1.2 Kaynak donanım ve aksesuarları.....	12
3.1.3 Saha deneme kaynakları.....	12
3.1.4 Kayma deneyi.....	13
3.1.5 Saha kaynaklarının deneyleri.....	13
3.1.6 Vakum deneyi.....	13
3.1.7 Hava basıncı deneyi (sadece çift dikişli füzyon kaynaklar).....	14
3.1.8 Diğer deneyler ve kontroller.....	14
3.1.9 Hatalar, onarımlar ve değerlendirme.....	14
3.1.10 Onarım işlemleri.....	15
3.1.11 Onarımların tahkik edilmesi.....	15
3.1.12 Sonuçların kaydedilmesi.....	15
3.1.13 Dokümantasyon.....	15
3.1.14 Günlük rapor.....	15
3.2 HDPE (high density polyethylene) ve LLDPE (linear low density polyethylene) geomembranın teknik özellikleri.....	16
4. EPDM (Ethylene Propylene Diene Terpolymer) geomembran.....	18
4.1 EPDM geomembranın yapıştırılması.....	18
4.1.1 Fön makinesi ile sıcak yapıştırma yapılması.....	18
4.1.2 Sıcak yapıştırma otomatı ile sıcak yapıştırma yapılması.....	18
4.1.3 Deneme amaçlı yapıştırma.....	19
4.1.4 Sahada yapıştırılan geomembranın sızdırmazlık kontrolü ve dikkat edilecek hususlar.....	19
4.1.5 Onarım işlemleri.....	19
4.1.6 Onarımların tahkik edilmesi.....	19
4.1.7 EPDM geomembran uygulamasının kabulü.....	20
4.2 EPDM geomembranın teknik özellikleri.....	21
5. PVC (poli vinil klorür) geomembran.....	23
6. Geosentetik kil (dolgulu) bariyer.....	25
6.1 Geosentetik kil bariyerin serilmesi.....	25
6.1.1 Genel hükümler.....	25
6.1.2 Malzeme.....	25
6.1.3 Uygulama talimatları.....	25
6.1.4 Fabrikada ambalaj, nakliye ve indirme.....	25
6.1.5 Şantiyede depolama.....	25
6.1.6 Serme donanımı ve personeli.....	26
6.1.7 Serme Şartları.....	26
6.2 Geosentetik kil bariyerin teknik özellikleri.....	27
Ek A EN 13361 ile EN 13362'ye göre uygulama örnekleri.....	29

DSİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ TARAFINDAN YAPTIRILACAK KANALLARDA, REZERVUARLARDA VE BARAJLARDA KULLANILACAK GEOSENTETİK BARIYERLER İÇİN TEKNİK ŞARTNAME

1 GİRİŞ

1.1 Kapsam

Bu şartname DSİ Genel Müdürlüğü'nce yapılacak kanallarda, rezervuarlarda ve barajlarda kullanılacak geosentetik bariyerler (geomembran) ile ilgilidir.

1.2 Tanımlar

Bu şartnamede bahsi geçen tanımlar aşağıda verilmiştir:

İdare

DSİ Genel Müdürlüğü.

Yüklenici

Şartname kapsamında belirtilen çalışmaları yürütecek firma.

Kontrol teşkilatı

İdare'nin tayin edeceği kontrol elemanları.

Su yapıları

Baraj, gölet, regülatör gibi su toplama yapıları.

Kanal

Ticari veya eğlence amaçlı olarak kullanılmak üzere tekne, gemi veya mavnanın yüzebilmesi veya suyun kaynaktan kullanıcıya doğrudan iletilebilmesi için tasarlanan su yolu.

Geosentetik (GSY)

Geoteknik ve inşaat mühendisliği uygulamalarında toprak ve/veya diğer malzemelerle temasta olacak şekilde kullanılan levha, şerit ve üç boyutlu yapıda, bileşenlerinden en az bir tanesi sentetik veya doğal bir polimerden yapılmış mamulü tanımlayan genel terim (EN ISO 10318-1 ve EN ISO 10318-2).

Geosentetik (GSY)		
Geçirimli		Geçirimsiz olduğu kabul edilen
Geotekstiller (GTX)	Geotekstillerle ilgili mamuller (GTP)	Geosentetik bariyerler (GBR)
Örgüsüz (GTX-NW)	Geokafesler (Geogrid) (GGR)	Polimerik geosentetik bariyerler (GBR-P)
Dokulu (GTX-K)	Geoağlar (Geonet) (GNT)	Kil dolgulu geosentetik bariyerler (GBR-C)
Örgülü (GTX-W)	Geohasırlar (Geomat) (GMA)	Bitümlü geosentetik bariyerler (GBR-B)
	Geohücreler (Geocell) (GCE)	Geokompozitler (GCO)
	Geoşeritler (Geostrip) (GST)	
	Geotakozlar (GSP)	

Geotekstil (GTX)

Geoteknik ve inşaat mühendisliği uygulamalarında toprak ve/veya diğer malzemelerle temasta olacak şekilde kullanılan, dokusuz, örülmüş veya dokulu olabilen ve düzlemsel, geçirimli, polimerik (sentetik veya doğal) tekstil malzemesi (EN ISO 10318-1).

Geotekstil malzemeleri; Dokulu (GTX-W), Dokusuz (GTX-N) ve Örme (GTX-K) geotekstil malzemelerinden oluşur.

Geosentetik bariyer (GBR) [geomembran]

Geoteknik ve inşaat mühendisliği uygulamalarında yapı içerisine sıvı geçişini azaltmak veya önlemek amacıyla kullanılan düşük geçirimli geosentetik malzeme (EN ISO 10318-1).

Polimerik (GBR-P), Bitümlü (GBR-B), Kil dolgulu (GBR-C) geosentetik bariyer

Levha halindeki geosentetik malzemelerin fabrikada birleştirilmesiyle elde edilen ve bir bariyer gibi davranan yapı (EN ISO 10318-1).

Polimerik geosentetik bariyerler (GBR-P)

- Termoplastik (plastomer): Polietilen, polikarbonat, naylon vb. (HDPE, LDPE, LLDPE, PVC, fPP)
- Termoset elastomer: Kauçuk, polibütadien, polikloropen vb. (EPDM)

Not - Bu tür malzemelerde bariyer işlevi polimer, bitüm veya kil dolgu tarafından gerçekleştirilir ve bariyer, toprak ve/veya diğer malzemelerle temasta olacak şekilde kullanılır.

1.3 Geomembran mamullerin kullanım alanı

Geosentetik bariyerlerin kullanım alanları aşağıda verilmiştir:

Kullanım alanı	Standard	Şematik gösterim
Rezervuarlarda ve barajlarda kullanım için gerekli karakteristikler	EN 13361	
Kanallarda kullanım için gerekli karakteristikler	EN 13362	
Tüneller ve yer altı yapılarında akışkan bariyeri olarak kullanım için gerekli karakteristikler	EN 13491	
Sıvı atık depolama yerleri, aktarma istasyonları veya ikincil depolarda kullanım için gerekli karakteristikler	EN 13492	
Katı atık depolama ve bertaraf etme yerlerinde kullanım için gerekli karakteristikler	EN 13493	
Ulaşım altyapısında kullanım için gerekli karakteristikler	EN 15382	

1.4 Genel hükümler

Sözleşme kapsamında yapılacak tüm işlemler, Sözleşme, Sözleşme ekleri ve Kontrol Teşkilatı'nın yazılı talimatlarında istenilen tüm kalıcı işlemlerin eksiksiz olarak Sözleşme ve eklerinde tanımlanan ölçülere, şartlara, fen ve sanat kaidelerine uygun biçimde ve eksiksiz olarak yapılmasını kapsamaktadır.

Teklif veren firma / firmalar, ihale sürecinde proje ve şartnameleri ayrıntılı olarak incelemelidirler. İhaleden sonra proje, malzeme ya da yapım ile ilgili ortaya çıkabilecek ihtilâflarda, kurumun değerlendirme ve talepleri esas olup, Yükleniciler bunları karşılamak ile yükümlüdürler.

Yüklenici, Sözleşme ve eklerinde belirtilen veya önermek suretiyle Kontrol Teşkilatı'ndan onayını aldığı bütün donanım ve malzemelerin güvenlik içinde dağıtımından, boşaltımından ve depolanmasından sorumludur. Bu amaçla, imalatçının bu konularda (dağıtım, taşıma, boşaltma, depolama vb.) teknik dokümanlarında belirtilen hususlara Yüklenici tarafından uyulmalıdır.

Yüklenici, Sözleşme ve eklerinde özellikle belirtilmiş olmasa bile, sözleşmenin tamamlanması için gereken bütün donanım, malzeme, alet, tesis, makina, aygıt, yakıt, su, enerji, kereste, ofis, ulaşım, personel, usta, düz işçi vb.'lerini temin ederek sözleşmede belirtilen işlemlerin yerine getirilmesi ile yükümlüdür.

Yüklenici, sözleşme ile sorumluluğu altında olan ve bunlarla sınırlı kalmamak kaydı ile yeterli koruyucu önlemleri, geçici çit, aydınlatma, ilk yardım donanımı, işçilerin barınmasını, beslenmesini ve ücretlerinin ödenmesini, işlerin yapılması sonucunda ortaya çıkabilecek bütün masrafların karşılanmasını ve çevrede oluşacak bütün kirliliklerin giderilmesini sağlamakla yükümlüdür. İşler tamamlandıktan sonra Yüklenici teslim almış olduğu yeri gerekli temizlikleri yaparak İdare'ye teslim edecektir.

Yüklenici, sözleşme kapsamındaki işleri Kontrol Teşkilatı'nın kabul edeceği şekilde iş programında verilen süreler içinde bitirerek planlanan tarihte teslim edecektir.

Yüklenici, sözleşme kapsamında temin edeceği bu Teknik Şartname'de ve projesinde belirtilen teknik özellikleri açıklanan malzeme, donanım, yardımcı cihazları şantiyeye nakledecek, geosentetik bariyer montajını, deneylerini yapacak, geosentetik bariyer malzemeyi serilmiş olarak teslim edecektir. Tüm bu işlemleri Uygulama Projeleri, Teknik Şartname'ye uygun olarak yapacak ve ilgili kılavuzları hazırlayarak, İdare'ye teslim edecektir.

Yüklenici arazideki uygulama programında kullanacağı, geosentetiklerin, tüm donanım ve yardımcı cihazların markalarını, tiplerini, modellerini, mamul kodlarını, teknik özelliklerini, kataloglarını ve broşürlerini verecektir. Teknik özellikler, bu Teknik Şartname'de belirtilen malzeme, donanım ve yardımcı cihazlarla ilgili teknik özellikleri ve sağlanması gereken minimum şartları, bunlarla sınırlı kalmamak şartıyla içerecektir. Teknik özelliklerin gösterildiği dokümanlarda; malzemenin, donanımın veya yardımcı cihazların temin edileceği tedarikçi ve/veya imalatçının ismi açıkça belirtilecektir. Tedarikçi ve/veya imalatçının ismi yazılırken bu isme alternatif olarak "muadili" veya bu anlama gelen bir ibare yazılmayacaktır. Tedarik edilecek malzeme, donanım ve yardımcı cihazlar, bu Teknik Şartname'de ve projesinde belirtilen özellikleri sağlamadığı takdirde kabul edilmeyecektir.

Yüklenici, uygulama aşamasında malzeme, donanım ve yardımcı cihazları temin etmeden önce mamul markası, mamul tipi ve mamul kodlarını da içeren teknik özellikleri (broşür ve kataloglarla birlikte) hazırlayacak ve üç takım olarak Kontrol Teşkilatı'nın inceleme ve onayına sunacaktır. Kontrol Teşkilatının onayını almadan hiç bir malzeme, donanım ve yardımcı cihazları temin etmeyecektir.

Malzemeler teknik şartnamede istenen kriterlere uygun olacaktır. Şartnamede belirtilmeyen hususlarda İdare'nin talebine göre seçim yapılacaktır. Yüklenici, tüm imalatlarda şartname ve proje esaslarına uyacaktır.

Yüklenici, sözleşmeden sonra iş programını yapmadan önce İdare'den imalatta kullanacağı geosentetik ve imalatı gerçekleştirecek uygulama ekibi ile ilgili olarak yazılı onay alacaktır. Bunun için İdare'ye yapacağı yazılı onay başvurularına aşağıdaki belgeleri ekleyeceklerdir:

- Temin edilecek geosentetik mamulün EN 13361 ile EN 13362 standartlarına ve geotekstillerin EN 13254 ile EN 13255 standartlarına göre TSE tarafından belgelendirilmiş olduğunu gösteren sertifikalarını,,
- Geosentetik bariyerlerin, EN 13361 ile EN 13362 standartlarına ve geotekstillerin EN 13254 ile EN 13255 standartlarına göre, DSİ TAKK Dairesi Başkanlığı Laboratuvarında veya akredite olmuş diğer laboratuvarlarda yapılmış deney raporlarını,
- 16 Aralık 2010 tarih ve 27787 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan "Yapı Mütahhithlerinin Kayıtları ile Şantiye Şefleri ve Yetki Belgeli Ustaları Hakkındaki Yönetmelik" gereği alınmış bu işte çalışacak görevlilere ait yetki belgelerini,
- Geosentetik malzemelere ait 4703 sayılı kanun ve yönetmelikleri gereği ürün adına alınmış, güncel CE ve ISO sertifika ve belgelerinin (teknik dokümanlar ve ekler dahil) aslını veya onaylı nüshasını,
- İmalatçı firmanın onayladığı, geosentetik malzemenin içeriği ve temel özelliklerini, var ise kaç çeşit imalatı olduğunu, teklif edilen malzemenin hangisi olduğunu ve imal edilen malzemelerin kalite kontrol deneylerinin nerede ve hangi standarda göre yapıldığını belirten bir belge ile uygulama kurallarını anlatan "Uygulama Kılavuzu" nu,
- Yüklenici sözleşme kapsamında kullanılacak olan geosentetik bariyerlerin mamul markası, mamul tipi ve mamul kodunun belirtilmesi kaydıyla EN 13361 ile EN 13362 standartları "Başlangıç Tip Deneyleri"nin İmalatçı tarafından yapılmış raporlarını,
- Kullanılacak geosentetiğin canlı yaşama olumsuz etkisinin olmadığına dair Türkiye'de yetkili kurumlardan (Tarım Bakanlığı, Sağlık Bakanlığı vb.) alınmış deney raporunu,
- Geosentetik malzeme yurtdışından temin ediliyor ise, geosentetik bariyer imalatçısının Türkiye'de temsilcisinin olduğunu gösteren bir belge de eklenecektir.

İdare'nin, incelemeleri neticesinde istenen kriterlere uygunluğunu tespit ettiği malzemeye onay vermesinin akabinde, Yüklenici iş programını onaylanan malzemelere göre yaparak İdare'ye verecektir.

İdare'ce onaylanmayan malzemeler, istenen özelliklere sahip başka malzemeler ile değiştirilip başvuru yenilenecektir.

Geosentetik bariyerlerle ilgili olarak EN 13361 ile EN 13362 Standartlarında belirtilen "Fabrika İmalât Kontrolü"nın sonuçları mamul markası, mamul tipi ve mamul kodu belirtilerek, talep edilmesi halinde İdare'ye verilecektir.

İnşaat sahasına sevk edilecek mamullerin (geosentetik ve diğer malzemeler) mamul markası, mamul tipi ve mamul kodu mamul üzerinde, sevk irsaliyesi ve fatura üzerinde bulunacaktır. Markası, tipi ve kodu bulunmayan (olmayan) mamuller inşaat sahasına sevk edilemeyecektir. Mamul markası, mamul tipi ve mamul kodlarını içeren belgeler ayrıca mamul ile

birlikte İdare'ye teslim edilecektir. İdare'nin bilgisi ve izni dışında Yüklenici ve Mamul Üreticisi inşaat sahasına farklı marka ve kodlarda malzeme sevkiyatı yapmayacaktır.

Geosentetik bariyerlerin mamul markası, mamul tipi ve mamul kodunun belirtilmesi kaydıyla EN 13361 ile EN 13362 Standardlarında yer alan "Başlangıç Tip Deneyleri" ve "Fabrika İmalât Kontrolü" ile ilgili İmalatçı tarafından yapılan deney sonuçları raporu, inşaat sahasına yapılan her sevkiyatla birlikte Yüklenici tarafından İdare'ye teslim edilecektir.

İdare gerek gördüğünde inşaat sahasına gelen her bir geosentetik bariyer partisi için ayrıca DSİ TAKK Dairesi Başkanlığı Laboratuvarında deneylerin tekrar yapılmasını isteyebilir.

DSİ TAKK Dairesi Başkanlığı Laboratuvarları'na gönderilen tüm mamullerin mamul markası, mamul tipi ve mamul kodları mamul üzerinde bulunacak veya gönderilen deney talep yazısında belirtilecektir. Mamul markası, mamul tipi ve mamul kodu belirtilmeden gönderilen mamul numunelerinin deneyleri DSİ TAKK Dairesi Başkanlığı Laboratuvarları'nda yapılmayacaktır.

DSİ TAKK Dairesi Başkanlığı Laboratuvarları'nda tüm mamullerin deneyleri karşılıklı imzalanan herhangi bir şartname, sözleşme ve projede aksi belirtilmedikçe "DSİ Laboratuvarları Deney Birim Fiyat Listesi"nde yer alan ücretler üzerinden yapılacak ve deney bedelleri Yüklenici tarafından karşılanacaktır.

Yüklenici DSİ TAKK Dairesi Başkanlığı Laboratuvarları'nda deneyleri yapılacak mamulleri deney süreçlerini de göz önüne alarak makul bir süre öncesinde DSİ TAKK Dairesi Başkanlığı Laboratuvarları'na teslim edecektir.

İşin özelliği ve projenin önemi nedeni ile malzeme ve uygulamada homojenliğin ve kalite standardının sağlanması bir zorunluluktur. Aynı parti üzerinde homojenliğin sağlanması esastır. Bu amaçla, her bir deney sonucu belirtilen özellik için ilgili kriterleri sağlamalıdır.

İmalatçı firma uyguladığı geosentetik malzemeler için, imalat hatası veya doğa koşulları (*UV ışınları, Ozon, kimyasal etkileşimler, donma, soğuk ve sıcak vb.*) sebebiyle geosentetiğin işlevini yerine getiremeyecek derecede bozulması sonucu su yapılarında sızdırmazlığın kaybı gibi, meydana gelebilecek her türlü probleme karşı işin geçici kabul tarihinden itibaren en az 25 yıl boyunca garanti edecektir.

İmalatçı veya tedarikçi firmanın İdare'ye karşı olan bu yükümlülüğünü yerine getirmesinde bu işin Yüklenici firması sorumludur.

Uygulama aşamasında Yüklenici firma, garanti belgesini İdare'ye sunacaktır.

Bu şartnamede belirtilen EN ve ISO standartlarının en güncel baskıları esas alınır.

1.5 Geosentetik bariyerlerin (geomembranların) seçilme kriterleri

Geosentetik bariyer tipi, uygulama yerindeki şartlara göre projeci tarafından projelendirme aşamasında belirlenecektir.

1.6 Geosentetik deneyleri

İmalatçı tarafından gerçekleştirilen başlangıç tip deneyleri (ITT) ve fabrika imalat kontrolü (FPC) kayıtları EN 13361 ile EN 13362'ye uygun olarak gerçekleştirilmesi ve İdare tarafından talep edilmesi durumunda (deney yapılan cihazın/cihazların kalibrasyonları, bakım/onarım vb. kayıtları, deneyi yapan personelin eğitim kayıtları, deney yapılan ortamın standardda belirtilen şartların kayıtları) verilmelidir.

Çizelge - EN 13361 ile EN 13362'de belirtilen FPC deney sıklığı

Karakteristik	FPC	
Çekme dayanımı	Günde 1 kez	
Statik zımbalama	Günde 1 kez	
Su geçirgenliği (sıvı geçirimsizliği)	Her formülasyonda, ancak beş yılda en az bir kez	
Kalıcılık	Hava şartları etkisiyle yıpranma	Her formülasyonda, ancak beş yılda en az bir kez
	Oksidasyon (yükseltgenme)	Her formülasyonda, ancak beş yılda en az bir kez
	Çevresel etkilerin sebep olduğu gerilme çatlakları	1000 tonda 1 kez veya formülasyon değiştiğinde

2 Yapılacak işlemlerin kapsamı

2.1 Genel hükümler

Sözleşme kapsamında yapılacak tüm işlemler Sözleşme, Sözleşme eklerine ve Kontrol Teşkilatı'nın yazılı talimatlarında istenilen tüm kalıcı işlerin eksiksiz olarak Sözleşme ve eklerinde tanımlanan ölçülere, şartlara, fen ve sanat kaidelerine uygun biçimde ve eksiksiz olarak yapılacaktır.

Yüklenici, Sözleşme ve eklerinde belirtilen veya önermek suretiyle Kontrol Teşkilatı'nın onayını aldığı bütün donanım ve malzemeleri güvenlik içinde dağıtım, boşaltım ve depolanmasından sorumludur.

Yüklenici, Sözleşme ve eklerinde özellikle belirtilmiş olmasa bile, sözleşmenin tamamlanması için gereken bütün donanım, malzeme, alet, tesis, makina, aygıt, yakıt, su, enerji, kereste, ofis, ulaşım, personel, usta, düz işçi vb. temin ederek sözleşmede belirtilen işlerin yerine getirilmesi ile yükümlüdür.

Geosentetikler, serme planına uygun olarak serilecektir. Serme planı, öngörülen serme çalışmasından en az 2 (iki) hafta önce Kontrol Teşkilatı'nın görüş ve/veya onay maksadıyla Kontrol Teşkilatı'na sunulacaktır. Serme planı, bütün geosentetiklerin serilmesini içerecektir. Serme planında bu tabakaların birbirine göre serme zamanlaması ve malzemenin şantiyeye getirilme takvimi belirtilecektir. Uygulama ancak bu serme planının onaylanmasından sonra başlamalıdır.

Yüklenici, sözleşme kapsamında hazırlanmış olan Teknik Şartname'de teknik özellikleri açıklanan malzeme, donanım, yardımcı cihazları şantiyeye nakledecek, geosentetik montajını, deneylerini yapacak, geosentetik malzemeyi serilmiş olarak teslim edecektir. Tüm bu işlemleri Uygulama Projeleri ve Teknik Şartname'ye uygun olarak yapacak ve ilgili kılavuzları hazırlayarak, İdare'ye teslim edecektir.

Serme çalışmalarına başlamadan önce geosentetiklerin tamamı ya da önceden onay için teknik cetveller ile verilen programda ya da uygulama planı ve serme planında belirtilen periyod ve miktarları arazide hazır bulundurulacaktır. Bu malzemelerden herhangi birinin eksik veya yetersiz miktarda olması durumunda serme çalışmasının başlatılmasına izin verilmeyecektir. Serme ve montaj işlemleri aynı atmosferik şartlar altında yapılacaktır. Her bir geosentetik tabakasının montaj sonrası kabulü ve onayı alınmadan bir üst tabaka kısmen veya tamamen uygulanmayacaktır. Kontrol Teşkilatı ile beraber sürekli şantiyede bulunacak şekilde geosentetiklerin montajı sırasında, imalatçı firmanın kontrol uzmanı tetkiklerini yapacak ve malzemelerin montajının tekniğine uygun olarak yapıp yapılmadığı konusunda Kontrol Teşkilatına görüş verecektir. Bu uzmanın tüm masrafı Yüklenici tarafından karşılanacaktır.

Koruma maksadıyla geotekstilin geomembran ile birlikte kullanıldığı durumlarda iki malzemenin birlikte çalışmasını temin etmek ve kayarak birbirinden ayrılmasını önlemek için projeci birleştirme şekli (geotekstil geomembrana fabrikada veya şantiyede birleştirilmesi vb.) projede belirtmelidir. Projede bulunmaması halinde bu konu ile ilgili Yüklenici firma hangi yöntemin uygulanacağına dair projesini sunacak, projenin İdare'ce onaylanmasını müteakip uygulamaya geçilecektir.

2.2 Geomembran serilmesi

2.2.1 Genel hükümler

Projede beton altına yerleştirilecek olan geomembran bulunması durumunda proje yapımcısı, geomembran şekli, tipini, özelliklerini ve uygulama yöntemini belirtmelidir.

Geomembran ve geotekstil uygulamasından önce açığındaki zeminin jeolojik ve jeoteknik özellikleri ortaya konulmalıdır. Serme yapılacak zeminin en az 250 mm derinlikteki kısmı % 95 oranında sıkıştırılmış olmalıdır. Yeterince sıkıştırılmayan, zayıf ya da çökebilir kısımlar çıkartılıp yeri uygun şekilde doldurulmalıdır. Kaplanacak bütün yüzeyler düz olmalı, yabancı ve organik maddelerden, kesici madde ve molozlardan arındırılmış olmalıdır. Su birikintilerine ve aşırı neme müsaade edilmez.

Geomembran orijinal hammaddeden imal edilmiş olup, geri kazanılmış (hurda) hammaddeden imal edilmemiş olacaktır. Ancak, imalat aşamasında oluşan, hiç kullanılmamış parçaların kullanımı EN 13361 ile EN 13362'ye uygun olacaktır. Geomembran geosentetik malzemelerin herhangi birisinden (PVC, LLDPE, HDPE, EPDM) imal edilebilir. Ancak, hangi mamul kullanılacaksa o mamulün EN 13361 ile EN 13362 standartlarına ve bu şartnamede belirtilen genel idari ve teknik kriterlere uygun olması şarttır. Geomembran imalatçısı mamul adına alınmış, güncel CE / G işaretine sahip olacaktır. Her rulo üzerinde imalatçı firmanın adı, mamul adı, mamul tipi ve mamul kodu, CE / G işareti ve numarası, kalınlık ve rulo ebatları hakkında bilgi içeren etiket bulunacaktır.

Rezervuarlarda, sızdırmazlık için geomembranla yapılacak iyileştirme çalışmaları öncesi, aşağıdaki ön çalışmalar yapılacaktır.

- 1) Rezervuarda yapılacak kaplama işlemi öncesinde rezervuar sahasında bulunan ağaçlar kesilecektir ve kökleri rezervuar sahasından temizlenecektir. Bu işlemle beraber rezervuar sahası içerisinde bulunan tüm organik maddeler

rezervuar sahasından tabii zemine kadar temizlenecektir (*gerekmesi durumunda İdare'nin uygun göreceği zirai ilaçlar kullanılarak bitki kökleri kurutulacaktır*).

- 2) Zeminin karstik ve boşluklu olduğu durumlarda projesinde belirtilen esaslara göre iyileştirme yapıldıktan sonra geomembran uygulaması yapılacaktır.
- 3) Pasa, kil ve silt gibi dolgu malzemeleri; gaz oluşumu riskine karşı bitkisel atıklar ve turba özellikli malzeme içermeyecektir.
- 4) Rezervuarda bulunan iri, sivri kaya parçaları rezervuar sahasından temizlenecektir. Rezervuar sahası projesinde belirtilen hususlara uygun olarak tesviye edilerek düzeltilecektir.
- 5) Topografyası itibari ile geomembran kaplamaya uygun olmayan kısımlar istenilen yüzey elde edilinceye kadar gerekli kazı ve dolgular yapılacak, yüzeyler teknik şartnamelere uygun olarak reglaj, sıkıştırma ve tesviye işleri tamamlanarak geotekstil ve membran serilmeye hazır hale getirilecektir.
- 6) Uygulanacak zemin türüne göre gerekmesi halinde rezervuar alanının en düşük kotlarında projecinin belirlediği arayla su ve gaz drenaj sistemi yapılacaktır (veya drenaj için uygun membran kullanılacaktır). Drenaj maksimum su kotuna kadar uzatılacaktır.
- 7) Drenfleks boru çukura yerleştirilerek etrafı geçirimli malzeme (kum-çakıl) ile doldurulup etrafı filtre geotekstil ile sarılmalıdır. Daha sonra etrafı kil dolgu ile doldurulup kompaktör ile sıkıştırılacaktır.
- 8) Rezervuar sahası içerisinde yer alıp geomembran kaplanması gereken betondan müteşekkil yapılar gerekiyorsa özel tamir harçları ile onarılacak, temizlenip kurutulan yüzeyler geomembran kaplamaya hazır hale getirilecektir.
- 9) Taban tesviyesi tamamlanan rezervuar yüzeyinde geomembran ile tabii zemin yüzeyi arasına projesine uygun özelliklerde geotekstil malzeme serilecektir.
- 10) Rezervuar sahasında yapılacak olan geomembran serme ve kaynaklama işlemi İdare'nin uygun göreceği kalifiye elemanlar tarafından ve şartnamesine uygun donanımlar kullanılarak yapılacaktır ve geomembran bantları arasında yapılan birleştirme işlemi arazide yapılacak olan vakum deneyine veya çift dikişli füzyon kaynaklarında hava basıncı deneyine ve mekanik mukavemet (birleşim yerlerinin kayma dayanımı ve birleşim yerlerinin soyulma dayanımı) deneylerine tabi tutulacak ve deneyler kayıt altına alınacaktır.
- 11) Rezervuar kaplama bölgesi çevresi üst kotunda geomembran sabitleme hendekleri açılacaktır. Bu sabitleme hendeklerinin boyutları ankraj hesapları ile tasarlanarak belirlenecektir. İdare'ce gerek görüldüğü takdirde, yerinde tespit ile projesinde belirtilen hendek genişlikleri ve derinlikleri İdare tarafından yerinde arttırılabilir ya da azaltılabilir.
- 12) Rezervuar içerisinde yapılacak kaplama işlemi esnasında dere talveginde yapılacak imalatlar dere akımının az olduğu feyzan dışı mevsimlerde yapılacaktır. Gerekmesi durumunda çalışma sahasında derivasyon tedbirleri alınacaktır.
- 13) İmalat esnasında inşaat sahasında biriken veya şevlerden çıkan sular drenaj ve/veya pompaj ile inşaat sahasından uzaklaştırılacaktır
- 14) Kaplama işlemi esnasında yapılacak tüm kazı ve dolgu işleri DSİ Kazı ve Dolgu İşleri Teknik Şartnamesine uygun olarak yapılacaktır
- 15) Proje kapsamında imal edilecek tüm beton-betonarme (*dolusavak, dipsavak-derivasyon kondüvisi, su alma yapısı, vb.*) ile temas edecek sanat yapılarında geomembran geçişi için ve/veya bağlantısı için projesinde belirtilen imalat detaylarının uygulanması maksadı ile Yüklenici firma tarafından gerekli donanımlar tedarik edilecektir. Söz konusu bağlantı detaylarının imalatları veya montajı esnasında İdare'nin kontrol mühendislerinin onayı ile ilgili imalat veya montaj yapılacaktır. Geomembran ile temas edecek beton yüzeylerde sivri köşeler bırakılmamasına özen gösterilecektir.
- 16) Rezervuar sahasında her türlü güçlendirme, dolgu ve tesviye sonrası geomembran kaplamasına hazır hale getirilen sahalarda; İdare'nin onayı alındıktan sonra kaplama işlerine başlanacaktır.

Kaçak tespit amaçlı su drenajı mutlak suretle yapılmalıdır. Yeraltı su seviyesi riski mevcut ise, su drenajı iki katmanda yapılmalıdır

- a) Kaçak tespiti için su drenajı
- b) Yeraltı sularının tahliyesi için su drenajı

- 17) Baraj/gölet gövdesinde kullanılacak olan geomembran malzemenin her iki veya tek yüzeyinde projesine ve şartnamesine uygun geotekstillere serilebilir. Bu husus mutlaka geçirimsizlik tabakası tasarımında belirlenmelidir. Baraj/gölet gövdesinde kullanılacak geomembran malzemenin rezervuar kaplamasında kullanılan geomembran ile ve sanat yapıları ile bağlantıları projesine ve şartnamesine uygun kriterlerde yapılacaktır.
- 18) Baraj/gölet gövdesinde inşaat sonunda geomembran malzeme kret kotunda ve kret boyunca projesine uygun olarak koruyucu beton yastık içerisine alınacaktır.
- 19) Değişen hava şartlarında kaynak hızını belirleyebilmek için arazide deneme kaynakları yapılacak (sıcaklık, birim boyda kullanılacak malzeme miktarı, tozdan arınmışlık derecesi vb.) ve kayıtlar saklanacaktır.

Proje sahası kaplamaya hazır hale getirildikten sonra veya aşamalı olarak tamamlanan işlemlerden sonra membran kaplanmasına geçilecektir. Öncelikle şevler kaplanacak ve göl alanı en son kaplanacaktır.

2.2.2 Geomembran kaplama uygulaması

İdare'nin aksi bir hükmü olmadıkça, kaplamada kullanılacak geomembranın, her kalınlık ve ebattaki tamamı, aynı marka veya aynı imalatçıya ait olacaktır. Kullanılacak geomembran kalınlıkları ve boyutları (taşıma gücü, oturma, şişme vb. zemin problemleri, dalga etkisi) projesinde belirtildiği gibi olacaktır.

Geçirimsizliği sağlamak için tesviye edilmiş zemin üzerine, projesinde belirtilmesi durumunda, önce projede belirtilen tipte geotekstil serilecektir. Kullanılacak malzemelerin kalite ve özellikleri yapı malzemeleri yönetmeliği (89/106/EEC) esaslarına uygun olacaktır.

Baraj/gölet kaplamasında kullanılacak geomembranın, kendisi ve kaynak yerleri için İdare tarafından inşaat sahasından alınan örnekler incelenerek gerek görüldüğü takdirde, DSİ TAKK Dairesi Başkanlığı Laboratuvarlarında yeniden uygunluk deneyleri yapılacaktır. İstenen deney ve uygunluk kriterlerini karşıladığı tespit edilen malzemeler kabul edilerek, kaplamada kullanılmasına izin verilecektir. İdare'nin yapacağı deney ve değerlendirmeler neticesinde; malzemelerin uygun bulunmaması halinde Yüklenici İdare'nin istediği özellikleri taşıyan malzemeyi temin ederek kullanacaktır. Aksi halde malzeme için kullanım onayı verilmeyecektir.

Geomembran, paneller halinde (taşıma ve serim işlemlerine uygun olacak şekilde) fabrikasında imal edilecek olup, ek yerleri küçük panellerden prefabrikasyon ile birleştirilerek büyük panel haline getiriliyor ise vakum deneyine tabi tutularak, fabrika onaylı deney raporları her partide İdare'ye teslim edilecektir. Kullanılacak paneller, şartnamede belirtilen genişliklerde vulkanize kaynaktan yapılarak imal ediliyor ise vakum deneyine ve deney raporuna gerek olmayacaktır.

Hazırlanacak paneller fabrika ortamında uygun büyüklüklerde, numaralandırılarak, arazide yerine uygun olarak açılacak şekilde katlanıp üzerlerine açma yön işareti çizilecektir. Fabrikada hazırlanıp numaralandırılarak paketlenmiş paneller programlı bir şekilde araziye sevk edilecektir. Geomembran malzemenin uygun şartlarda sevki, depolanması Yüklenici firmanın sorumluluğu altında olup, imalat öncesinde inşaat sahasında depolama yapılması gerekir ise malzemenin açık hava koşullarından etkilenmeyecek şekilde depolanması Yüklenici tarafından temin edilecektir. İdare, gerekli görmesi durumunda malzemedan alınacak numuneler üzerinde EN 13361 ile EN 13362 standartlarına göre gerekli deneylerin yapılması talebinde bulunabilir.

İlgili deney ve uygunluk standartları sağlanarak şantiyeye sevkine müsaade edilen paneller, inşaat sahasına getirilecektir.

Geomembranı kenarlarda sabitlemek için ankraj hendekleri açılmalıdır. Ankraj hendekleri detay projeye göre ve geomembran kaplama imalatlarına paralel kazılmalıdır. Hendek içi geomembran temas yüzeyleri tesviye edilip düzeltilmeli, geomembrana bitişik olan hendek köşeleri hafifçe yuvarlatılarak geomembranın hendek ile birleştiği yerlerde keskin kıvrımlardan kaçınılmalıdır.

Geotekstil serilmesi aşamalarında aşağıda verilen işlemler uygulanacaktır:

- 1) Geotekstil tüm membran altı yüzeylerde ve ankraj (sabitleme) hendeğinde membranın her iki yüzünde de uygulanacaktır.
- 2) Geotekstil mümkün olduğunca düz serilmeli, potluk olan yerler düzeltilmelidir.
- 3) Uygulama esnasında geotekstiller, birbiri üzerine en az 500 mm bindirilmelidir. Ancak geotekstillerin dikilmesi durumunda bindirme en az 100 mm olacak ve polipropilen iplik kullanılarak dikiş işlemi gerçekleştirilecektir.
- 4) Geotekstil şev başlarında şevin içine ankrajlandıktan sonra aşağıya doğru serilecektir.
- 5) Geotekstil serimi öncelikle ankraj kanalına yapılacak ankrajlama işleminden sonra şevli yüzeylerde aşağı yönlü olacaktır. Şevli kenar yüzeylerinin tamamlanmasını müteakip yatay yüzeylere geçilecektir.
- 6) Geotekstil ve geomembran uygulamaları birbirine paralel gidecektir. Her (1.000 - 1.500) m² geotekstil serimini müteakip geomembran kaplama uygulaması yapılacaktır (çevre koşullarına, rüzgara vb. duruma göre bu değer İdare onayı ile değişebilir).
- 7) Uygulama esnasında geotekstil ve geomembran serimi itinalı yapılacak, gerekli noktalarda ağırlık amaçlı kum torbaları veya eski araç lastikleri serilen malzemeler üzerine konulacaktır.
- 8) Rüzgârlı havalarda gerekli tedbirler alınmadan uygulama yapılmayacaktır. Gerekmesi halinde iş durdurulacaktır.
- 9) Hava sıcaklığının +50 °C'ı geçtiği günlerde uygulama sabah ve akşam saatlerinde yapılacaktır.
- 10) Kullanılacak geotekstilin en az rulo genişliği projeci tarafından belirlenecektir.

Paneller halinde serilen geomembranlar;

- a) Isı kaynağı kullanılması halinde; ek yerleri en az (50 - 100) mm üst-üste bindirilerek, termik kaynak ile yerinde birleştirilecek ve vakum deneyi ile kontrol edilecektir. Geomembranın bu birbirlerine eklenmesi işleminde fiziki bağlanmayı sağlayan özel bir termik kaynak cihazı kullanılmalıdır. Sahada bu otomatik termik kaynak makinası ile birleştirme yapılmalıdır, ancak detay çalışmalar ya da kaynak otomatının çalışmadığı durumlarda manuel işlem yapabilen cihazlar da kullanılmalıdır. Her durumda cihazların ısı, hız vb. ayar tertibatları olmalıdır. Dış ısı ve nem ortamında yüksek farklılıklar ve değişimlerden de etkilenmeden kaynak işlemi yapılabilir. Isı kaynağı yapılacak olan kaynak robotunun hızı, sıcaklık ayarı gibi özellikleri makina kataloğuna uygun olarak arazide seçilmelidir. Robot kullanılmasının uygun olmadığı yerlerde kaynak İdare'nin onayı alındıktan sonra uygun şekilde yapılacaktır.

- b) Soğuk kaynak kullanılması halinde; ek yerleri (150 - 200) mm üst-üste getirilerek, özel yapıştırıcı ve bant ile yerinde birleştirilecek ve gerekli görülmesi halinde portatif kompresör ile bindirme yapılan bant tarafından (3 - 5) bar basınçlı hava verilerek kontrol edilecektir.
- c) Çift dikişli füzyon kaynağı yapılması halinde saha kaynakları: Kaynak dikişleri, aralarında basınçlı hava deneyi için bırakılmış kontrol kanalı (> 15 mm) ile bütünlük çift dikişli (2 x > 15 mm) olarak yapılmalıdır. Kontrol kanalının eni sabit olmalıdır. Kaynaklar mümkün olduğunca şeve paralel olarak düzenlenmelidir. Şeve dik kaynaklardan kaçınılmalı, köşelerde ve geometrik şekilli kısımlarda, saha kaynakları en aza indirgenmelidir. Tabandaki T kaynakları şev topuğuna 1,5 metreden daha yakın olamaz. Kaynaklar en az kırışıklığın ve “balık ağzının (fishmouth)” oluşacağı şekilde düzenlenmelidir. Eğer bir balık ağzı ya da kırışık bulunursa, düzeltilmeli veya kesilerek alınmalıdır.

Geotekstil ve geomembran kaplama işlemine önce gövde ve hazırlanan şevlerden başlanacaktır. Şevlerin kaplanmasından sonra gölet tabanı kaplanacaktır.

Şevlerde serilen geomembran panellerin ek yerleri, şev eğimlerine paralel olacak şekilde serilecek ve şev üzerinde enine ek yapılmayacaktır. 1/2 şev oranından daha dik şevde enine ek yapılmak zorunda kalınıyorsa, yapılan ek yeri ara ankraj çukuruna gömülecek, ankraj çukuru toprak ile kapatılıp üstü geomembran parçası ile kapatılıp kaynak yapılacaktır (bu durumda şevde balast yapılması gerekebilir). Bu şekilde uygulama yapılarak şevlerdeki enine ekte oluşabilecek gerilme ortadan kaldırılacaktır. Geosentetik paneller rezervuara, boydan gerilme etkisine maruz kalacak şekilde, boylamasına serilecektir.

Uygulama sırasında, her türlü beton yüzey ve benzerlerinin, pürüzlü ve sivri çıkıntılar bulunan yüzeyleri tamir edilecek ve bu yüzeylerde, projesine ve şartnamesine uygun montaj sağlanacaktır.

Geomembran uygulaması yapılırken rüzgâr riskine karşı serilen panellerin üzerine 10 m² de bir adet olacak şekilde karelaç yapılarak kum torbaları yerleştirilecektir. Bu torbalar geomembran malzeme ile rezervuar kaplamasına zarar vermeyecek şekilde kaplanacaktır. Daha sonra da, suyun azalması durumunda, vakum ve rüzgar etkilerine karşı, kalıcı balast olarak kullanılmak üzere, membrandan imal edilen kesintisiz membran tüpleri ile balast yapılacaktır.

Rezervuar çevresinde açılan sabitleme hendeklerine yerleştirilen geomembranlar, toprak ile doldurularak titreşimli silindirik ile sıkıştırılacaktır.

2.2.3 Ankraj hendeği

Ankraj hendekleri geomembran serilmeden önce uygulama projelerinde gösterildiği biçimde kazılacaktır. Ankraj hendeği için gerekli tasarım yapılarak boyutlandırılmalıdır. Ancak hendek boyutları taban genişliği 500 mm, üst açıklık 1500 mm ve yükseklik 500 mm’ den daha az olmamalıdır. Hendek köşeleri hafifçe yuvarlatılarak, geomembranın hendekle birleştiği yerlerde keskin kıvrımlardan kaçınılacaktır. Ankraj hendeği içinde de geotekstil kaplamalı geomembran kullanılmalıdır.

2.2.4 Yerleştirme yöntemi

Uygulayıcı, aşağıdaki hususlardan sorumlu olacaktır:

- 1) Geomembranın fabrika çıkış imalatları projenin detayına uygun özel ölçülerde paneller şeklinde olacaktır.
- 2) Hiç bir donanım ya da alet, taşıma ve kullanım sırasında veya başka sebepler ile geomembrana zarar vermeyecektir.
- 3) Ülke koordinat sistemine göre su yapısını gösterir haritada CAD ortamında imalat yapılacak alan uygun parçalara bölünerek geniş panel yerleşim planı çizilir ve numaralandırılır.
- 4) Projede belirtilen panel orta nokta koordinatları araziye uygulanır. İlgili membran paneli ait olduğu noktaya yerleştirilir. Yerleştirme işlemi forklift veya mobil vinç ile açma yönü kuzeye gelecek şekilde gerçekleştirilir. Paneller üzerinde belirtilen açma talimatına uygun olarak açılır ve yanında tamamlanmış kaplamaya kolay monte edilebilir şekilde serilmelidir. Serimden sonra yatay taşıma yapılmamalıdır.
- 5) Membran panelleri gölet kenarlarında oluşturulacak ankraj hendeği içerisine de serilecek şekilde uzun tutulmalıdır. Ankraj hendeği içerisine yerleştirilen membran üzeri toprakla örtülerek membranın kenarlarda tutunması sağlanmış olunur.
- 6) Geomembran serme esnasında çalışma alanına ilgisiz kişilerin girmesi engellenmelidir. Hiç bir personel geomembran üzerinde çalışırken, geomembrana zarar verecek ayakkabı giymeyecek ve başka faaliyetlerde bulunmayacaktır. Çalışmalar esnasında her türlü güvenlik önlemleri alınmalı, uygulama sahası içerisinde ve geomembran malzeme yakınlarında kesinlikle sigara içilmemeli, ateşle yaklaşılmamalı ve özellikle yanıcı, parlayıcı ve mastik gibi maddelerle çalışırken azami dikkat gösterilmelidir.
- 7) Uygulama personeli sahaya girmeden önce tüm iş kıyafetlerini giymiş bir şekilde hazır bulunacaktır. Bu iş kıyafetleri aksi kararlaştırılmadıkça en az baret, yelek ve membrana zarar vermeyecek tabanlı ayakkabıdan oluşmalıdır.
- 8) Panelleri açmak için kullanılan yöntem, geomembranda çiziklere ya da kıvrımlara sebebiyet vermemeli, alttaki zemine ya da alta serilmiş geotekstile zarar vermemelidir.

- 9) Geomembran ve geotekstil serildikten sonra beton dökümü esnasında beton döküm makinalarının geomembrana zarar vermemesi için gereken dikkat ve itina gösterilmeli, gerekli tedbirler alınmalıdır.
- 10) Geomembran, çevre sıcaklığının 0° C ve 40° C arasında olduğu şartlarda yerleştirilmelidir. Yağış esnasında ve sabah erken saatlerdeki çığ esnasında kaynak işlemi yapılmamalıdır.
- 11) Yeterli ağırlıklar (kum torbaları veya benzeri ağırlık malzemeleri, geomembrana zarar vermeyecek şekilde) kullanılarak rüzgarın geomembranı kaldırması önlenmelidir. Kuvvetli rüzgar hallerinde, panel kenarları boyunca sürekli ağırlık konularak rüzgarın panellerin altına girmesi engellenmelidir.
- 12) Geomembran üzerinde dolaşılması zorunlu bölgeler uygun şekilde korunmalıdır. Lastik tekerlekli ve paletli araçların geomembran ile direkt teması önlenmelidir.
- 13) Yardımcı makinalar geomembran malzemesine zarar vermemelidir. Rulolar ve paneller sapan kullanılarak asılmalıdır.
- 14) Hiçbir durumda, bütün bir rulo yerçekimi ile rampadan düşürülmemelidir. Rulolar, önceden gerekli uzunlukta paneller halinde kesilecektir.
- 15) Yüzeyde herhangi bir bükülme, aşınma veya hasar meydana gelmesini önlemek için paneller yuvarlanmamalı, sürüklenmemeli ve düşürülmemelidir.
- 16) Rampalarda membran malzemelerin kaymasını önlemek için paneller hendeklerin içinde geçici olarak sıkıştırılacak veya bir bölümü sabitlenecektir.

2.2.5 Ankraj hendeğinin doldurulması

Ankraj hendeği, projesindeki detaylara göre Kontrol Mühendisi'nin onayladığı şekilde doldurulacak ve sıkıştırılacaktır. Kanal beton dökümü uygulamasında geomembranın şevden aşağıya kaymaması için ankraj hendeği grobeton ile doldurulmalıdır. Hendek doldurulurken geomembrana, geotekstile zarar verilmemesine dikkat edilmelidir. Eğer hasar meydana gelirse, doldurma işlemi tamamlanmadan önce onarılmalıdır.

2.2.6 Geomembran uygulamasının kabulü

Geomembranın İdare tarafından kabulü, ancak aşağıdaki şartlar yerine getirildiğinde yapılacaktır:

- 1) Uygulama bitmiş olacak,
- 2) Tüm saha kaynaklarının ve onarımlarının ilgili deneylerle beraber yeterli şekilde yapıldığının tahkiki tamamlanacaktır.
- 3) Kabulün yapılmış olması Madde 1.3 Genel hükümlerde belirtilen sorumlulukları kaldırır.

2.2.7 Şantiyede depolama

Geomembran rulolarında, imalatı kolaylaştırmak amacıyla, rulo kenarlarından 75 mm veya 100 mm içeride olacak şekilde rulo boyunca bindirme çizgileri bulunmalıdır. Geomembran geotekstil ruloları zarar görmemeleri için uygun şekilde ambalaj yapılmalıdır. Geomembran ve geotekstil, delinmeden, kirden, yağdan, sudan, nemden, çamurdan, mekanik aşınmadan, aşırı sıcaktan ve diğer zararlardan korunacak şekilde depolanacaktır.

2.3 Güvenlik için tel çit ve kapı uygulaması (İdare tarafından uygun görülmesi halinde)

- 1) Can emniyeti ve membran kaplamanın güvenliği için baraj/gölet rezervuar çevresinde, detayları ve uzunluğu projelerde gösterilen tel çit ve 3 adet çift kanatlı açılır kapı yapılacaktır.
- 2) Koruma duvarı dışında kalan tüm kret boyunca tel çit uygulaması devam edecek ve koruma duvarı ile geçiş vermeyecek şekilde birleştirilecektir.
- 3) 2 m yüksekliğinde yapılacak uygulamanın stabilitesini sağlamak için her bir dikme altına (500 x 500 x 500) mm ebadında C20/25 beton ile temel yapılacak, her 10 m'de bir de dikmelerle aynı özelliklere sahip payandalar ile sistem desteklenecektir.
- 4) Tel çit üzerinde (3 adet kapı üstü dahil) helezon jiletli paslanmaz çelik tel uygulaması detay projesine göre yapılacaktır.
- 5) Güvenlik için tel çit üzerine İdare'nin onaylayacağı ebat ve sayıda uyarı levhaları asılacaktır.
- 6) Tel çitler dahil tüm malzemeler standartlara uygun olacaktır.

2.4 Kaya düşmesine karşı koruma duvarı yapılması

Geomembran serilme işleminin tamamlanmasından sonra ankraj (sabitleme) hendeklerinin dolgu ve tesviye işlerinin bitimini müteakip proje ve detaylarda gösterilen rezervuar çevresinde fildöfer sandık uygulamasına başlanacaktır.

Fildöfer sandıklar projesinde belirtilen boyutlarda ve göz açıklığında çift burgulu altıgen galvanizli çelik telden imal edilecektir.

2.4.1 Malzeme teknik özellikler

- 1) Galvanizli çelik tel kalınlıkları
 - a) Gözenek teli 3,0 mm,
 - b) Kenar teli 3,9 mm,
 - c) Bağ teli 2,4 mm olacaktır.
- 2) Tellerin galveniz kaplama miktarı en az 275 g/m² olacaktır.

- 3) Fildöfer sandıklarının imalinde kullanılan bütün teller ve bağ tellerinin kopma dayanımı EN 10223-3, tellerin galvaniz kaplaması ise EN 10244-2 standartlarına uygun olacaktır.
- 4) Fildöfer sandıklarının dolusunda kullanılacak kayaçlar temiz, sert, dayanıklı, bozulmamış en az aşınır gözeneksiz her türlü hava koşullarına (donmaya vs.) karşı dayanıklı taş veya kaya parçaları olmalıdır.
- 5) Söz konusu fildöfer sandık dolgusu için kullanılacak malzeme, Doğal Yapı Gereçleri Şartnamesi'nde yer alan riprap özelliğinde olmalıdır.
- 6) Kullanılacak kayaçların boyutları tel örgü gözenek çapından küçük olmamalı ve gözenek çapının en fazla 2,5 katına sahip olmalıdır.

2.4.2 Fildöfer sandık uygulaması (İdare tarafından uygun görülmesi halinde)

- 1) Fildöfer sandıkları monte etme, germe, hizaya getirme, telleme ve doldurma yöntemleri uygulama yerlerine göre değişir. Fildöfer sandıkları uygulama alanına katlı halde sevk edilir ve katlı halde gelen bu sandıklar düzgünce açılıp hasır çelik levhalar ve diyafamlar dik hale getirilerek köşeleri boyunca bağlama telleri ile bağlanır ve fildöfer sandık hale getirilir.
- 2) Fildöfer sandık haline getirildikten sonra taş ile doldurulur ve doldurma işlemi tamamlandıktan sonra kapağı kapatılır ve bağlama telleri ile tüm sandıklar birbirlerine temas yüzeylerinin köşeleri boyunca bağlanır.
- 3) Fildöfer sandıklarının görünen yüzeyleri oluşturulurken özen gösterilmeli ve sadece uygun büyüklükteki seçilmiş taşlar kullanılmalı ve bu yüzeyler için iyi bir görünüm arz edecek şekilde önceden hazırlanmalıdır.
- 4) Deformasyonu ve şişmeyi önlemek için sandıkların doldurulması aşamalar halinde yapılmalıdır. Taşla doldurma sonrasında fildöfer kafeslerin deforme olmasını önlemek için görünen her bir dış hücrenin düşey yüzleri arasına bağlama tellerinden tel kuşaklar gerilir. Sandıklar tel kuşak seviyesinin hemen altına kadar doldurulur ve sonrasında da gerginlik sağlamak için kuşaklar döndürülür.

3. HDPE (high density polyethylene) ve LLDPE (linear low density polyethylene) geomembran

3.1 HDPE geomembranın saha kaynakları

Onaylanmış kaynak yöntemi otomatik makina ile *füzyon kaynağı veya ekstrüzyon kaynağıdır*. Kaynaklar mümkün olduğunca şeve paralel olarak düzenlenmelidir. Şeve dik kaynaklardan kaçınılmalı, köşelerde ve geometrik şekilli kısımlarda, saha kaynakları en aza indirgenmelidir.

3.1.1 Kaynak bindirmesi

Geomembran örtüler, çift dikişli füzyon kaynak için minimum 100 mm, ekstrüzyon kaynak için en az 75 mm bindirme ile yerleştirilmelidir.

Kullanılacak çözücü ya da yapıştırıcı için imalatçının onayı şarttır.

3.1.2 Kaynak donanım ve aksesuarları

Saha kaynakları için onaylanan donanımlar otomatik çift dikişli füzyon ve ekstrüzyon kaynak makinalarıdır ve uygulayıcı aşağıdaki donanımı sahada bulundurmak zorundadır.

1. Otomatik kaynak makinası,
2. Ekstrüzyon kaynak makinası,
3. Yüksek hızlı taşlama aleti,
4. Sıcak hava üfleyicisi,
5. Vakum deneyi donanımı,
6. Kaynak kayma ve soyulma deneyleri için saha tansiyometresi ve deney numunesi kesme donanımı,
7. Hava basıncı deneyi için donanım,
8. Rulo açma donanımı,
9. Gerekli elektrik kabloları ve diğer aletler.

3.1.3 Saha deneme kaynakları

Kaynak şartlarının ve kaynak donanımlarının uygunluğunu tahkik etmek amacıyla, saha deneme kaynakları yapılacaktır. Deneme kaynakları, o gün kullanılan tüm kaynak donanımları için, her kaynaklama döneminin başında ve en az her saatte bir olarak, Kontrol Teşkilatı'nın gözetiminde yapılacaktır.

Tüm deneme kaynakları kaynak yapılacak alanda Kontrol Teşkilatı'nın seçeceği bir yerde ve zemin üzerinde yapılmalıdır. Deneme kaynağı uzunluğu; çift dikişli füzyon kaynak için 3 metre, ekstrüzyon kaynak için 1 m olmalıdır. Standartlara (EN 12317-2 ve EN 12316-2) uygun deney numuneleri, deney kaynağının her bir ucundan Kontrol Mühendisi tarafından kesilecektir. Kontrol Mühendisi, eğer isterse bu deney örneklerini kayma ve soyulma deneyleri için, tansiyometreyi kullanarak deneye tabi tutacaktır.

Bu deneylerde numuneleri tutma çenelerinin ara mesafesi, numune genişliği ve çekme hızı standartlarda (EN 12317-2 ve EN 12316-2) belirtilen değerlerde olacaktır. Deneme kaynakları şartname değerlerini karşılamakta yetersiz kalırsa, kaynak aletleri ve/veya kaynakçı kabul edilmeyecek ve bozukluklar düzeltilmeden ve ardı ardına iki başarılı deneme kaynağına ulaşılmadan, aletler ve kaynakçı kaynak işleminde kullanılmayacaktır.

Füzyon kaynaklarının gün başlangıcında yapılacak olan kaynak deneyleri ve kabulü tarif edilen şekilde yapılmalıdır. Kaynak kayma deneyi ve sıyrılma deneyleri beşer (5) eş numune üzerinde yapılacaktır. Beş numunenin herbirinin sonuçları şartnamede belirtilen değer altında olmayacak, bu beş numuneye ait deney sonuçları belirtilecektir. Her iki kaynak için kaynağa ya da kaynak geomembran birleşiminde meydana gelen kopma, kaynak işleminin başarısız olduğunu gösterir. Başarılı kaynak, en azından aşağıdaki kaynak değerlerini sağlamalıdır. Beş başarılı deney sonucunun elde edildiği makina değerleri (makina sıcaklığı, kaynak hızı ve baskı miktarı) Kontrol Mühendisi tarafından bir tutanakla kayıt altına alınacaktır.

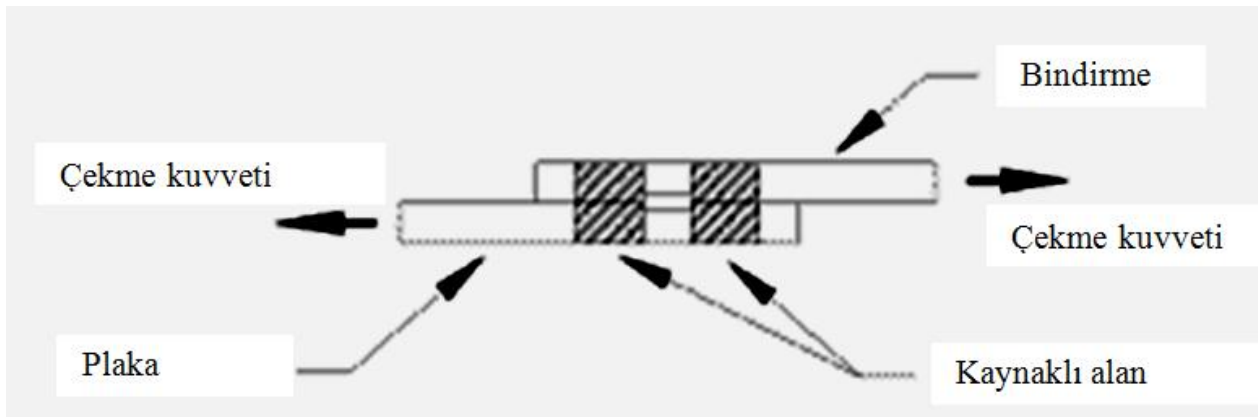
Onaylanan kaynak yöntemleri füzyon (hot shoe) ve ekstrüzyon kaynaklarıdır.

Ekstrüzyon kaynak için kullanılan kaynak çubukları HDPE olmalı ve fiziksel özellikleri HDPE geomembran imalatında kullanılan reçineninkilerle aynı olmalıdır. Ekstrüzyon kaynakları için yapılacak olan kayma ve sıyrılma deneyleri beşer eş numune üzerinde yapılacaktır. Bu numunelerin beşinin de deneyde başarılı olması zorunludur.

3.1.4 Kayma deneyi

Kayma deneyinde çekme kuvveti birleşim düzlemine uygulanır. Bu kuvvet, kaynağı ayırmaya yöneliktir (aşağıdaki şekle bakılmalıdır). Bu deneyde, numunenin bir tarafında üst plaka, diğer tarafından ise alt plaka kullanılarak kaynak bölgesi ayrılmaya zorlanır. Deney, kaynağın arazi şartlarındaki yeterliliği hakkında gösterge teşkil etmektedir.

Kayma deneyinde; kaynak yapılan kısımlarda, alt ve üst plakadaki geomembranlar zıt yönde çekilir ve işlem kopma oluşuncaya kadar devam eder. Sonuçta, kopmanın kaynak dışındaki kesimlerde oluşması halinde bu kaynak onaylanır.



- 1) Kaynak kayma deneyi numuneleri standarda uygun olacaktır. Kaynak, kavrama çenelerinin tam ortasında bulunacaktır.
- 2) Kaynak kayma deneyi ve soyulma deneyleri beşer adet eş numune üzerinde yapılacaktır. Beş numunenin herbirinin sonuçları şartnamede belirtilen değer altında olmayacak, bu beş numuneye ait deney sonuçları belirtilecektir Her iki kaynak için kaynağa veya kaynak membran birleşiminde meydana gelen kopma, kaynak işleminin başarısız olduğunu gösterir.
- 3) Onaylanan kaynak yöntemleri füzyon (hot-double-wedge-welding) ve ekstrüzyon kaynaklarıdır.
- 4) Ekstrüzyon kaynak için kullanılan kaynak çubukları HDPE olmalı ve fiziksel özellikleri HDPE geomembran imalatında kullanılan reçineninkilerle mutlaka aynı olmalıdır.

3.1.5 Saha kaynaklarının deneyleri

Yüklenici tüm saha kaynaklarını, bütün uzunlukları boyunca deneye tabi tutacaktır. Aşağıda sayılan ancak, bunların dışında da gerekebilecek tüm donanımlar Yüklenici tarafından sahada bulundurulacaktır (kaynak çekme dayanımı deneyi için çekme cihazının da işbaşında bulundurulması gerekmektedir).

3.1.6 Vakum deneyi

Çift dikişli füzyon kaynakları ve ekstrüzyon kaynakları deneyi için vakum deneyi donanımı aşağıdakilerden oluşacaktır:

- 1) Sağlam bir kabin, şeffaf bir izleme penceresi, alt kısmına monte edilmiş yumuşak bir lastik conta ve vakum motorundan oluşan bir vakum kutusu.
- 2) Plastik kova ve geniş ebatlı fırça.
- 3) Köpüklü bir solüsyon.

Deney için, Yüklenici aşağıdakileri yerine getirecektir:

- 1) Bindirmenin fazlalık kısımları kesilir.
- 2) Vakum kutusu izleme penceresi, conta yüzeyleri temizlenerek, kaçak olabilecek yerler kontrol edilir.
- 3) Geomembranın üzeri yaklaşık 300 mm x 1200 mm (kutu boyu kadar) bir şerit halinde köpüklü solüsyon ile ıslatılır.
- 4) Kutu ıslatılan kısmın üzerine yerleştirilir ve bastırılır.
- 5) Vakum motoru çalıştırılır ve $> 0,3$ bar vakumdaki vakum kutusunun geomembranı emmesi sağlanır.
- 6) Kaçağın olup olmadığı kontrol edilir.
- 7) Yaklaşık 15 saniye süre ile izleme penceresinden, sabunlu solüsyonda kabarcıkların varlığı araştırılarak geomembran incelenir.
- 8) 15 saniyelik sürede kabarcık görülmez ise, vakum motoru kapatılır ve membran serbest bırakılır. Kutu 150 mm deneye tabi tutulan kısma taşırılarak bitişik kısma getirilir ve işlem tekrarlanır.
- 9) Kabarcık görülen tüm alanlar işaretlenmeli, onarılmalı ve tekrar deneye tabi tutulmalıdır. Kaynakların bu yöntemle deneye tabi tutulamayacağı yerlerde, Kontrol Mühendisi'nin kararına göre, aşağıdaki işlemler yapılır:
 - a) Son uygulamadan önce deney donanımının ulaşabildiği kısımlar, son uygulamadan önce deneye tabi tutulur.
 - b) Kaynak son uygulamadan önce deneye tabi tutulamıyorsa, kaynak işlemi Kontrol Mühendisi'nin gözetiminde yapılır.

3.1.7 Hava basıncı deneyi (sadece çift dikişli füzyon kaynaklar)

Aşağıdaki yöntem çift dikişli füzyon kaynaklarının deneye tabi tutulmasında kullanılacaktır.

Çift dikişli füzyon kaynakların deneyi için gerekli donanımlar şunlardır:

- 1) Geomembranı korumak amacıyla bir yastık üzerine monte edilmiş, (1,75 - 2,10) atmosfer basınç oluşturabilecek ve tutabilecek basınç odası olan bir hava pompası,
- 2) Üzerine bir manometre monte edilmiş keskin uçlu, kanallı iğne, ya da onaylı başka bir basınç besleme aleti.

Deney için Yüklenici aşağıdakileri yerine getirecektir:

- 1) Deneye tabi tutulacak kanalın bir ucu kapatılır.
- 2) İğne ya da onaylanmış basınç besleme aleti, çift dikişli füzyon kaynağı ile oluşturulan kanalın kapatılmış ucundan sokulur.
- 3) Hava kanalının tamamen temiz olduğunun görülebilmesi için pompa ile hava basılır.
- 4) Kanalın diğer ucu da kapatılır.
- 5) Hava pompası ile aşağıdaki çizelgede membran kalınlıklarına bağlı olarak gösterilen basınç değerleri verilir, vana kapatılır ve kanal içindeki basınç iki dakika içinde dengelendikten sonra, basınç değeri yaklaşık 5 dakika süre ile gözlenir.
- 6) Basınç kaybı aşağıdaki çizelgede gösterilen değerleri aşarsa ya da basınç sabitlenmez ise hatalı yer bulunur, onarılır, tekrar deneye tabi tutulur.
- 7) İğne ya da onaylanmış basınç besleme aleti çıkarılır.
- 8) Deneye tabi tutulan kaynak dikişi uzunluğu, azami 50 m olmalıdır.

Çizelge - Hava basıncı deneyi için basınç değerleri

Geomembran kalınlığı (mm)	En düşük basınç		En yüksek basınç		Müsaade edilebilir basınç kaybı	
	(psi)	(bar)	(psi)	(bar)	(psi)	(bar)
1,0	24	1,6	30	2,1	4	0,3
1,5	27	1,9	35	2,4	3	0,2
2,0	30	2,1	35	2,4	2	0,15
2,5	30	2,1	35	2,4	2	0,15

3.1.8 Diğer deneyler ve kontroller

Geomembranın istenilen özellikleri taşıdığını kanıtlayan imalatçı belgelerinin kontrolü. Bunun için Yüklenici, imalatçıdan temin edeceği kanıtları Kontrol Teşkilatı'nın incelemesine ve onayına sunacaktır.

3.1.9 Hatalar, onarımlar ve değerlendirme

Kontrol Teşkilatı; hatalar, delikler, pürüz ve hammaddenin iyi dağılmasından dolayı oluşan bozukluklar ile herhangi bir yabancı maddeden dolayı kirlenme olması halleri için geomembranın tüm kaynaklı ya da kaynaklı yerlerini kontrol edecektir. Geomembran, ışığı yansıtarak hataların bulunmasına yardım edeceğinden, geomembran yüzeyi kontrol sırasında temiz olmalıdır. Geomembran yüzeyindeki toz veya çamur miktarı kontrolü engelleyecek seviyede ise, Kontrol Teşkilatı geomembran yüzeyini temizletir. Kontrolün kolaylaştırılması için geomembranın temizlenmesi ihtiyacı olup olmadığına Kontrol Teşkilatı karar verir.

Kaynaklı ya da kaynaklı her şüpheli bölge kontrol elemanının nezaretinde deneye tabi tutulacaktır.

Deneylerde uygun bulunmayan kısımlar, Kontrol Teşkilatı tarafından işaretlenecek ve Yüklenici tarafından uygun şekilde onarılacaktır.

3.1.10 Onarım işlemleri

- 1) Bozuk ve hatalı kaynak kısımları bu şartnamede belirtilen şekilde tekrar kaynak işlemine tabi tutulacaktır.
- 2) Ekstrüzyon kaynak cihazının uç açıklığından daha büyük olan bütün delikler, yırtılmalar vs. ekstrüzyon kaynaklı yama ile onarılmalıdır. Küçük delikler, üzerleri ekstrüzyon kaynağı ile kapatılarak onarılabilir. Eğer delik 4 mm'den büyükse yama yapılmalıdır.
- 3) Yırtıklar yama yapılarak onarılacaktır. Yırtık şev üzerinde veya bir gerilme bölgesinde ise ve sivri ucu varsa sivri uç yama yapılmadan önce yuvarlatılarak, hasarın ilerlemesi engellenmelidir.
- 4) Geniş delikler, pürüz ve hammaddenin iyi dağılmamasından dolayı oluşan bozukluklar ile herhangi bir yabancı maddeden dolayı kirlenmiş yerler yama yapılacaktır.
- 5) Yama yapılacak geomembran yüzeyi, onarımdan en fazla 10 dakika önce temizlenmeli ve taşlanmalıdır. Taşlama işlemi sırasında kalınlığın % 10'undan fazlası alınmamalıdır.

Kaynak, taşlamanın başladığı yerden itibaren başlatılmalıdır ve daha önceki kaynak yerine en az 50 mm bindirme yapılmalıdır. Mevcut bir ekstrüzyon kaynağının üzerine tekrar ekstrüzyon kaynağı yapılacak ise eski kaynak yüzeyi taşlanmalıdır.

Yamalar yuvarlak ya da oval biçimde olmalıdır ve hatalı kısmın kenarını en az 150 mm aşmalıdır. Tüm yamalar, kullanılan geomembran ile aynı kalınlıkta ve yapıda olmalıdır. Tüm yamalar, geomembran üzerine yerleştirilmeden önce açılı taşlama aleti ile taşlanarak kenarları eğimli hale getirilmelidir. Yamalar, ancak onaylanmış yöntemlerle uygulanabilir.

3.1.11 Onarımların tahkik edilmesi

Kontrol Teşkilatı'nın onarılan kaynaktan tahripli mekanik deney istemediği hallerde, her onarım yerine hasarsız deney yapılacaktır. Hasarsız deneylerde yeterli bulunan onarımlar, yeterli onarımın bir göstergesi olarak kullanılabilir. Yeterli bulunmayan deneyler, onarımın yenilenmesi ve geçerli deney sonucu elde edilinceye kadar tekrar edilmesi gerektiğini gösterir.

3.1.12 Sonuçların kaydedilmesi

Yüklenici, Kontrol Teşkilatı'na yapılan tüm deneylerin sonuçlarını gösteren dokümanları günlük olarak verecektir. Bu dokümanlar, başlangıçta deneyde başarısız olan bütün kaynakları belirtecek ve bu kaynakların onarılıp tekrar başarı ile deneyden geçtiğini gösteren kanıtları içerecektir.

3.1.13 Dokümantasyon

Bütün onarımlar için aşağıdaki şekilde dokümantasyon hazırlanmalıdır:

- Proje Adı
- Onarım Numarası
- Onarım Konumu
- Onarım Tarihi
- Deney Tarihi
- Deney Sonucu

3.1.14 Günlük rapor

Yüklenici asgari olarak aşağıdaki bilgileri içerecek günlük bir rapor tutmalıdır:

- Tarih
- Hava Şartları
- Sahadaki Personel
- Kullanılan Donanım
- Montajı Yapılan Malzeme ve Aletler
- Montajın İlerlemesi
- Açıklamalar
- Montaj Saatleri

3.2 HDPE (high density polyethylene) ve LLDPE (linear low density polyethylene) geomembranın teknik özellikleri

Mamul Kalınlığı	mm	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	
ÖZELLİKLER	BİRİM	DEĞERLER					AÇIKLAMA
							Not – Aşağıda deney yöntemi belirtilmeyen deneyler için EN 13361 ile EN 13362'ye bakılmalıdır
FİZİKSEL ÖZELLİKLER							
Kalınlık	mm	- % 5; + % 10					TS EN 1849-2
Birim alan kütlesi	g/m ²	- % 5; + % 10					TS EN 1849-2
HİDROLİK ÖZELLİKLER							
Su geçirgenliği (sıvı geçirimsizliği)	m ³ /(m ² gün)	< 4x10 ⁻⁶					TS EN 14150
MEKANİK ÖZELLİKLER							
Çekme dayanımı	N/mm ² (enine ve boyuna) K: Kopma A: Akma	K > 26 (HDPE) K > 20 (LLDPE) A > 16 (HDPE)					Her bir deney numunesi “en az” kriterini sağlamalıdır.
Uzama	% (enine ve boyuna) K: Kopma A: Akma	K > 700 A > 12(HDPE)					
Statik zımbalama	kN	HDPE > 2,0	> 3,0	> 4,0	> 5,0	> 6,0	TS EN 12236
		LLDPE > 1,6	> 2,4	> 3,2	> 4,0	> 4,8	
Yırtılma dayanımı	kN/m	HDPE için > 125 LLDPE için > 100					Eğimli yüzeylerde ve mekanik gerilmeye maruz durumlarda gerçekleştirilmelidir.
Direkt kesme yoluyla sürtünme	N/mm ²						EN ISO 12957-1 (Eğimli yüzeylerde ve mekanik gerilmeye maruz durumlarda gerçekleştirilmelidir. Projede verilen değer tahkiki)
Eğik düzlemde sürtünme	°						EN ISO 12957-2 (Eğimli yüzeylerde ve geomembran ile temas edeceği malzeme arasında diferansiyel hareket olduğu zaman projeci tarafından belirtilmelidir. Projede verilen değer tahkiki)
ISIL ÖZELLİKLER							
Düşük sıcaklık davranışı (eğilme)	°C	- 30 °C'a kadar					
Isıl genleşme	cm/cm/°C						Projede belirtilen değer tahkiki.
DAYANIKLILIK VE KİMYASAL DİRENÇ							
Hava şartları etkisiyle yıpranma	Geçer / Geçmez	< % 10					
Oksidasyon (yükseltgenme)	Geçer / Geçmez	Çekme için < % 25 Uzama için < % 25					
Çevresel etkilerin sebep olduğu gerilme çatlakları	Saat	> 250					

Mamul Kalınlığı	mm	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	
ÖZELLİKLER	BİRİM	DEĞERLER					ÇAĞIKLAMA
							Not – Aşağıda deney yöntemi belirtilmeyen deneyler için EN 13361 ile EN 13362'ye bakılmalıdır
Kimyasal direnç							Geomembranın temas edeceği ortam kimyasal etkiye sahip olması durumunda projeci tarafından belirtilmelidir. Projede verilen değerin tahkiki.
Çözünme (suda çözünebilir)	A: Sıcak su B: Alkali sıvı C: Organik alkol	< % 5 (A, B) < % 25 C					Projede verilen değerin tahkiki.
Bitki kökünün nüfuz etmesi	Nüfuz Eder / Etmez	Nüfuz etmeyecek					
Termo Gravimetrik Analiz (TGA) termogramı		Orijinal numune ile daha sonra teslim edilen numune arasında spektrumları arasında uyum					EN ISO 11358
Polimer oranı	%	> % 96					EN ISO 11358
Karbon siyahı miktarı	%	% 2,0 - % 3,0					ISO 6964
Karbon siyahı dağılım derecesi	-	Cat 1, Cat2					ASTM D5596
Mineral dolgu	%	% 0,5 - % 1,0					EN ISO 11358
Diferansiyel Taramalı Kalorimetri (DSC) termogramı	°C ve süre	Orijinal numune ile daha sonra teslim edilen numune arasında spektrum pikleri arasında uyum					EN ISO 11357-1
FTIR spektrumu		Orijinal numune ile daha sonra teslim edilen numune arasında en az % 95 uyum					ASTM E168 ve ASTM E1252
Oksidasyon induksiyon süresi (OIT)	min	≥ 100					EN ISO 11357-6, EN 728
Kütlesel eriyik akış hızı (MFR)	g/10 min	Hammadde ile mamul arasındaki fark en fazla ± % 20					EN ISO 1133 (kullanılan sertifikalı malzeme ile mamul arasında en fazla ± % 20 fark) (Projede aksi belirtilmediği sürece deneyler 5 kg yük altında ve 190 °C sıcaklıkta yapılmalıdır.)
Yoğunluk	g/cm ³	0,94 ila 0,97 (HDPE) 0,92 ila 0,94 (LLDPE)					EN ISO 1183-1, Yöntem A daldırma yöntemi
Aleve doğrudan maruz kaldığında tutuşabilirlik		Sınıf E					EN 11925-2
Kayma mukavemeti	N/50 mm	500	750	1000	1250	1500	EN 12317-2
Soyulma mukavemeti	N/50 mm	350	525	700	875	1050	EN 12316-2

NOTLAR

1. Projeci, burada belirtilen anma kalınlık değerleri arasındaki ara değerleri talep edemez. Ancak en küçük değerden daha küçük veya en büyük değerden daha büyük kalınlıkları, gerekçesini ve teknik detaylarını belirtmek şartıyla talep edebilir.
2. Deneyler imalatçı tarafından veya EN ISO/IEC 17025'e göre akredite olan bir laboratuvarında gerçekleştirilecektir.
3. Fabrika imalat kontrol deney sonuçları her parti ile birlikte Kontrol Teşkilatına verilecektir.
4. Yüklenici işin başlangıcında teslim edeceği mamul ile ilgili FTIR ve DSC deney sonuçlarını İdareye teslim edecektir. Bu iki değer daha sonraki her partide işin hızlandırılması bakımından kontrol edilecektir. Diğer fiziksel ve kimyasal özellikler standardında ve şartnamede belirtilen sıklıkta kontrol edilecektir. Kontrol Teşkilatı deney sıklıklarının belirlenmesinde yetkilidir.

4. EPDM (Ethylene Propylene Diene Terpolymer) geomembran

4.1 EPDM geomembranın yapıştırılması

EPDM membran, sahada soğuk yapıştırma veya sıcak yapıştırma yöntemi kullanılarak birleştirilmelidir.

Projeye uygun olarak hazırlanan geniş membran panel kenarları sıcak yapıştırmada 40 mm, soğuk yapıştırmada ise 200 mm bindirme olacak şekilde yan yana serilir. Zemin, birleştirme (yapıştırma) makinasının düz hareket etmesine engel olursa, birleştirme yapılacak yerlerin altına geçici olarak ince sunta gibi sert ve düz malzeme serilmelidir.

Yapıştırma şartlarının ve ilgili donanımlarının uygunluğunu tahkik etmek amacıyla, sahada deneme amaçlı yapıştırma yapılacaktır. Deneme amaçlı yapıştırma, o gün kullanılan tüm yapıştırma donanımları için, her yapıştırma döneminin başında, sabah ve öğle birer kez olmak üzere, Kontrol Teşkilatı'nın gözetiminde yapılacaktır. Kontrol Teşkilatı, daha sıkı bir deneme amaçlı yapıştırma programını talep ederse, deneme amaçlı yapıştırma adedi artırılabilir.

1) Soğuk yapıştırma

- 1) EPDM geomembran panelleri birbiri üstüne kenarlardan 200 mm bindirilmelidir.
- 2) Geomembranların yüzeyleri üzerinde kir olmayacak şekilde iyice silinerek temizlenmeli ve kurulanmalıdır.
- 3) Bindirme yerlerinden üstte kalan geomembranın alt, altta kalan geomembranın üst kısımlarına özel astar boya(yapıştırıcı) yüzey koyu bir renk alıncaya kadar ileri geri hareketler ile sürülmelidir.
- 4) Astar boya yeterince kurduğunda özel yapıştırma bandı, altta kalan geomembrana ek yeri boyunca en az 75 mm genişlikte yapıştırılmalıdır. Bu işlem sırasında yapıştırma bandı ek yerinin birleşim yerinden en az 15 mm ve en fazla 30 mm taşmalıdır.
- 5) Üstte kalan geomembranın iç kısmına tekrar astar boya sürülerek, üstteki geomembran yapıştırma bandının üstüne itina ile kapatılmalıdır (band üzerindeki koruyucu tabaka, üstteki geomembranın kapatılması esnasında çıkartılmalı, önceden kaldırılmamalıdır).
- 6) Ek yerinin üstü 100 mm kalınlıkta silindir ile merdanelenerek yapışma aralığındaki hava kabarcıklarının çıkması ve partiküllerin yapışması sağlanmalıdır. Özel yapıştırma bandı her iki geomembranın arasında yapışmayı yeterli şekilde sağlamalıdır.
 - a) Ek yeri boyunca uygulanan bantın bitmesi durumunda yeni bant eski bantın 100 mm üstüne bindirilerek uygulama devam ettirilmelidir.
 - b) Hava kabarcığı kalması durumunda, hava kabarcığı makas yardımı ile patlatılmalı ve dört bir yanından 75 mm pay bırakılarak yarı vulkanize veya tam vulkanize olmuş özel EPDM yamaları ile tamir edilmelidir (şev veya taban için farklı malzemeler kullanılır).
 - c) 3 veya 4 membran rulusunun birleşim noktalarına özel EPDM yamaları yapılmalıdır.
 - d) Kullanılan her yamanın etrafı imalatçının önerdiği membran ile uyumlu dikiş yapıştırıcı pastası ile dönülmelidir (fitilli kenarlara bu uygulamaya gerek yoktur).

2) Sıcak yapıştırma

Bu yöntemde, EPDM geomembranı sıcak yapıştırmak için, genişliği 40 mm olan termik bant kullanılır. Bu bant sayesinde iki membran kenarı birbirine sıcak hava ile veya sıcak kamalı otomatik makinalarla sıcak olarak yapıştırılır.

Yapıştırma yapılacak bölge temiz olmalıdır. Kirli bölgeler suyla iyice temizlenmeli ve kurulanmalıdır (ıslak bölgeler yapıştırma yapılmadan önce sıcak hava tabancası ile iyice kurutulmalıdır). Yağmur altında belli bir süre beklemek zorunda kalan yapıştırma kenarları zımpara ile temizlenmelidir. Tiner ve benzeri organik çözücüler kesinlikle kullanılmamalıdır.

- Membran kenarındaki termik bant, sıcak hava ile erime noktasına yakın derecede ısıtılır.
- Bindirme yüzeylerine, merdane ile uygulanan basınç ile erime noktasındaki termik bant, membran yüzeyi ile fiziksel olarak birleştirilir.
- Yapıştırma hızı ortam sıcaklığına ve sıcak hava derecesine bağlı olarak değişir.
- Sıcak hava ile yapıştırma için sıcak yapıştırma otomati, sıcak yapıştırma otomatının arazide çalışmadığı bölgelerde el ile yapıştırmaya uygun fön makinası kullanılmalıdır. Her iki alette de sıcak hava ayar tertibatı olmalıdır. Sıcak yapıştırma makinalarında, makina imalatçısının kullanma talimatları dikkate alınmalıdır.
- Sıcak yapıştırma işlemi kesintisiz şekilde uygulanmalıdır.

4.1.1 Fön makinesi ile sıcak yapıştırma yapılması

Fön makinasının sıcak hava ağız 40 mm genişlikte ince yarık şeklinde olmalıdır. Uygulamada gerekli yapıştırma derecesi, kullanılacak membranda önceden deneme yapılarak belirlenmelidir. Makina yeterli sıcaklığa ulaşıncaya, yapıştırma ağız yapıştırılacak bindirme yüzeyleri arasına sokularak termik bant, belirli bir süreyle ısıtılır. Hemen ardından, bindirme yüzeyi üzerine merdane ile baskı uygulanarak yapıştırma işlemi gerçekleştirilir. Bu işleme, kesintisiz şekilde bindirme yüzeyi boyunca devam edilir.

4.1.2 Sıcak yapıştırma otomati ile sıcak yapıştırma yapılması

Sıcak yapıştırma otomati, hızı ayarlanabilen kuvvetli tahrik motoru ile bir kabin içerisinde kompakt haldedir. Sıcak hava üfleme ağız bindirme yüzeyleri arasına girecek şekilde 40 mm genişliğinde özel olarak imal edilmelidir. Baskı merdanesi

40 mm genişliğinde olmalı, normal şartlarda merdanenin uyguladığı baskı ağırlığı yapıştırma için yeterlidir. Yapıştırma sıcaklığı ve makina hızı, birbirine uyumlu olarak, yapıştırma boşluğu ve malzemede deformasyon olmayacak şekilde ayarlanmalıdır.

Tüm T-birleşim yerlerindeki yapıştırma ağızları EPDM membran ile uyumlu dikiş yapıştırıcı pastası ile emniyete alınmalıdır.

Yapıştırma işlemine başlamadan önce deneme amaçlı yapıştırma yapılarak makinanın en uygun ısı ve hız ayarı belirlenmeli ve kaydedilmelidir.

4.1.3 Deneme amaçlı yapıştırma

Yapıştırma şartlarının ve yapıştırma donanımlarının uygunluğunu tahkik etmek amacıyla, sahada deneme yapıştırmaları yapılmalıdır. Deneme yapıştırmaları, o gün kullanılan tüm yapıştırma donanımları için, her yapıştırma döneminin başında ve önemli hava değişimlerinde tekrarlanmalıdır.

Tüm deneme yapıştırmaları, yapıştırma işlemi yapılacak alanda uygulanmalıdır. Deneme için uygulanacak yapıştırma uzunluğu, sıcak ve soğuk yapıştırma için 2 metre olmalıdır. Deneme amaçlı yapıştırılan bölgeden, standartlara (EN 12317-2 ve EN 12316-2) uygun genişlikte şerit numuneler kesilerek, bu numuneler üzerinde, tensiyometre kullanılarak kayma ve soyulma deneyleri yapılmalıdır.

- Bu deneylerde numuneleri tutma çenelerinin ara mesafesi, numune genişliği ve çekme hızı standartlarda (EN 12317-2 ve EN 12316-2) belirtilen değerlerde olacaktır.
- Kayma ve soyulma deneyleri Beşer (5'er) eş numune üzerinde yapılmalıdır. Beş numunenin herbirinin sonuçları şartnamede belirtilen değerlerin altında olmayacak, bu beş numuneye ait deney sonuçları belirtilecektir. Başarılı yapıştırma, en azından aşağıdaki yapıştırma değerlerini sağlamalıdır.
- Onaylanan yapıştırma yöntemleri sıcak yapıştırma veya soğuk yapıştırmadır.

Not –Yapıştırma kalitesi, yapıştırma işlemi yapan kişilere bağlı olduğundan, sertifikalı yapıştırma personeli kullanılmalıdır.

4.1.4 Sahada yapıştırılan geomembranın sızdırmazlık kontrolü ve dikkat edilecek hususlar

- 1) Geomembranın sahada yapıştırılan tüm birleşim yerleri için vakum deneyi uygulanmalıdır.
- 2) Vakum testi, yapıştırma işleminden en az 6 saat sonra uygulanmalıdır.
- 3) Vakum deneyi için plastik bir kova ve geniş ebatlı fırça, köpüklü bir solüsyon, sağlam bir kabin, şeffaf bir izleme penceresi, vakum pompası ve alt kısmına monte edilmiş yumuşak bir lastik contadan oluşan bir vakum kutusu gibi deney alet ve donanımları sürekli sahada bulunmalı ve deney için her an hazır olmalıdır.
- 4) Bindirmenin fazlalık kısımları kesilmelidir.
- 5) Vakum kutusunun izleme penceresi ile conta yüzeyleri temizlenmeli, kaçak olabilecek yerler kontrol edilmelidir.
- 6) Geomembran birleşim bölgelerine şerit halinde köpüklü solüsyon sürülmelidir.
- 7) Vakum deney aygıtı köpüklü yapıştırma bölgesine yerleştirilir ve bastırılır.
- 8) Vakum pompası çalıştırılır, vakum kutusunun geomembranı emmesi sağlanır ve 15 kPa'lık vakum uygulanır.
- 9) Kaçağın olmadığı kontrol edilir.
- 10) Yaklaşık 15 saniye süre ile izleme penceresinden sabunlu solüsyonda hava kabarcıklarının varlığı araştırılarak geomembran incelenir.
- 11) 15 saniyelik sürede kabarcık görülmez ise vakum pompası kapatılır ve işlem bitirilir. Kutu, deneye tabi tutulan kısmın 150 mm'sini de içine alacak şekilde yan kısma kaydırılır ve işlem tekrarlanır.
- 12) Deney esnasında kabarcık görülen tüm alanlar işaretlenmeli, onarılmalı ve tekrar deneye tabi tutularak sızdırmazlığı teyit edilmelidir.

4.1.5 Onarım işlemleri

- 1) Bozuk ve hatalı kısımlarda yapıştırma işlemi tekrarlanmalıdır.
- 2) Yırtıklar yama yapılarak onarılmalıdır. Yama şev üzerinde veya bir gerilme bölgesinde ise ve yırtığın sivri bir ucu varsa burası yama yapılmadan önce yuvarlatılarak ilerlemesi engellenmelidir.
- 3) Herhangi bir yabancı maddeden dolayı meydana gelmiş deliklere de yama yapılmalıdır.
- 4) Yamanacak EPDM geomembran bölgeleri zımpara makinası ile iyice temizlendikten sonra yama bantları ile sıcak yapıştırma veya soğuk yapıştırma yöntemi uygulanmalıdır.
- 5) Yamalar yuvarlak veya oval biçimde olmalıdır ve kapatılan kısmın kenarını en az 150 mm aşmalıdır. İlave olarak, yama kenarlarındaki yapıştırma ağızları, EPDM membran ile uyumlu dikiş yapıştırıcı pastası ile emniyete alınmalıdır.

4.1.6 Onarımların tahkik edilmesi

Uygulayıcı tarafından, yapılan tüm deneylerin sonuçlarını gösteren dokümanlar günlük olarak kaydedilmelidir. Bu dokümanlarda, başlangıçta deneyleri geçemeyen bütün yapıştırma yerleri belirtilecek ve bu yapıştırma yerlerinin onarılıp deneyden başarı ile geçtiğini gösteren kanıtları içerecek şekilde düzenlenmelidir. Ankraj sabitleme hendeği doldurulurken

geomembrana ve geotekstile zarar verilmemesine dikkat edilmelidir. Hasar meydana gelirse, doldurma işlemi tamamlanmadan önce hasar onarılmalıdır.

4.1.7 EPDM geomembran uygulamasının kabulü

Geomembran kabulü, İdare tarafından, aşağıdaki şartlar yerine getirildiğinde yapılır.

- 1) Uygulama bitmiş olmalıdır.
- 2) Tüm saha yapıştırma işlemlerinin ve onarımlarının ilgili deneylerle beraber yeterli şekilde yapıldığının tahkiki tamamlanmalıdır.
- 3) Tüm belgeler ve iş sonu çizimleri uygulayıcı tarafından hazırlanarak İdare'ye teslim edilmelidir.
- 4) Kabulün yapılmış olması Madde 1.3 Genel hükümlerde belirtilen sorumlulukları kaldırmaz.

4.2 EPDM geomembranın teknik özellikleri

Mamul Kalınlığı	mm	1,1	1,5	2,0	2,5	
ÖZELLİKLER	BİRİM	DEĞERLER				AÇIKLAMA
Not – Aşağıda deney yöntemi belirtilmeyen deneyler için EN 13361 ile EN 13362'ye bakılmalıdır						
FİZİKSEL ÖZELLİKLER						
Kalınlık	mm	- % 5; + % 10				TS EN 1849-2
Birim alan kütlesi	g/m ²	- % 5; + % 10				TS EN 1849-2
HİDROLİK ÖZELLİKLER						
Su geçirgenliği (sıvı geçirimsizliği)	m ³ /(m ² gün)	< 4x10 ⁻⁶				TS EN 14150
MEKANİK ÖZELLİKLER						
Çekme dayanımı	N/mm ² (enine ve boyuna) K: Kopma	K > 8				Her bir deney numunesi “en az” kriterini sağlamalıdır.
Uzama	% (enine ve boyuna) K: Kopma	K > 300				
Statik zımbalama	kN	> 0,55	> 0,75	> 1,0	> 1,25	TS EN 12236
Yırtılma dayanımı	kN/m	> 40				Eğimli yüzeylerde ve mekanik gerilmeye maruz durumlarda gerçekleştirilmelidir.
Direkt kesme yoluyla sürtünme	N/mm ²					EN ISO 12957-1 (Eğimli yüzeylerde ve geomembran ile temas edeceği malzeme arasında differansiyel hareket olduğu zaman projeci tarafından belirtilmelidir.)
Eğik düzlemde sürtünme	°	25 (normal zemin için)				EN ISO 12957-2 (Eğimli yüzeylerde ve geomembran ile temas edeceği malzeme arasında diferansiyel hareket olduğu zaman projeci tarafından belirtilmelidir. Projede verilen değer tahkiki)
ISIL ÖZELLİKLER						
Düşük sıcaklık davranışı (eğilme)	°C	- 40 °C'a kadar				
DAYANIKLILIK VE KİMYASAL DİRENÇ						
Hava şartları etkisiyle yıpranma	Geçer / Geçmez	İlk çekmeye göre > % 75				
Mikroorganizmalar		İlk çekme > % 25				
Oksidasyon (yükseltgenme)	Geçer / Geçmez	Çekme için < % 25 Uzama için < % 40				
Kimyasal direnç						Geomembranın temas edeceği ortam kimyasal etkiye sahip olması durumunda projeci tarafından belirtilmelidir. Projede verilen değer tahkiki.
Çözünme (suda çözünebilir)	A: Sıcak su B: Alkali sıvı C: Organik alkol	< % 5 (A, B) < % 25 C				Projede verilen değer tahkiki

Mamul Kalınlığı	mm	1,1	1,5	2,0	2,5	
ÖZELLİKLER	BİRİM	DEĞERLER				AÇIKLAMA
						Not – Aşağıda deney yöntemi belirtilmeyen deneyler için EN 13361 ile EN 13362'ye bakılmalıdır
Bitki kökünün nüfuz etmesi	Nüfuz Eder / Etmez	Nüfuz etmeyecek				
Termo Gravimetrik Analiz (TGA) termogramı		Orijinal numune ile daha sonra teslim edilen numune termogramları arasındaki uyum				EN ISO 11358
Polimer oranı	%	> % 25				EN ISO 11358
Karbon siyahı miktarı	%	> % 25				ISO 6964'e göre yapılan TGA'dan hesaplanacaktır ve karbon siyahı ve mineral dolgunun toplamı < % 55 olacaktır.
Mineral dolgu	%	< % 25				EN ISO 11358'e göre yapılan TGA'dan hesaplanacaktır ve karbon siyahı ve mineral dolgunun toplamı < % 55 olacaktır.
Diferansiyel Taramalı Kalorimetri (DSC) termogramı	°C ve süre	Orijinal numune ile daha sonra teslim edilen numune termogramları arasındaki uyum				EN ISO 11357-1
FTIR spektrumu		Orijinal numune ile daha sonra teslim edilen numune arasında en az % 95 uyum				ASTM E168 ve ASTM E1252
Yoğunluk	g/cm ³	1,1 ila 1,2				EN ISO 1183-1, Yöntem A daldırma yöntemi
Birleşim yerlerinin kayma dayanımı (Şantiyede uygulanmış)	N/50 mm	260	360	480	600	EN 12317-2
Birleşim yerlerinin soyulma dayanımı (Şantiyede uygulanmış)	N/50 mm	130	180	240	300	EN 12316-2

NOTLAR

1. Proje, burada belirtilen anma kalınlık değerleri arasındaki ara değerleri talep edemez. Ancak en küçük değerden daha küçük veya en büyük değerden daha büyük kalınlıkları, gerekçesini ve teknik detaylarını belirtmek şartıyla talep edebilir.
2. Deneyler imalatçı tarafından veya EN ISO/IEC 17025'e göre akredite olan bir laboratuvarında gerçekleştirilecektir.
3. Fabrika imalat kontrol deney sonuçları her parti ile birlikte Kontrol Teşkilatına verilecektir.
4. Yüklenici işin başlangıcında teslim edeceği mamul ile ilgili FTIR ve DSC deney sonuçlarını İdareye teslim edecektir. Bu iki değer daha sonraki her partide işin hızlandırılması bakımından kontrol edilecektir. Diğer fiziksel ve kimyasal özellikler standardında ve şartnamede belirtilen sıklıkta kontrol edilecektir. Kontrol Teşkilatı deney sıklıklarının belirlenmesinde yetkilidir.

5. PVC (poli vinil klorür) geomembran

PVC geomembran teknik özellikleri

Mamul Kalınlığı	mm	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	
ÖZELLİKLER	BİRİM	DEĞERLER					AÇIKLAMA
							Not – Aşağıda deney yöntemi belirtilmeyen deneyler için EN 13361 ile EN 13362'ye bakılmalıdır
FİZİKSEL ÖZELLİKLER							
Kalınlık	mm	- % 5; + % 10					TS EN 1849-2
Birim alan kütlesi	g/m ²	- % 5; + % 10					TS EN 1849-2
HİDROLİK ÖZELLİKLER							
Su geçirgenliği (sıvı geçirimsizliği)	m ³ /(m ² gün)	< 4x10 ⁻⁶					
MEKANİK ÖZELLİKLER							
Çekme dayanımı	N/mm ² (enine ve boyuna) K: Kopma	K > 15					
Uzama	% (enine ve boyuna) K: Kopma	K > 250					
Statik zımbalama	kN	> 1,0	> 1,5	> 2,0	> 2,5	> 3,0	
Yırtılma dayanımı	kN/m	> 60					Eğimli yüzeylerde ve mekanik gerilmeye maruz durumlarda gerçekleştirilmelidir.
Direkt kesme yoluyla sürtünme	N/mm ²						Eğimli yüzeylerde ve mekanik gerilmeye maruz durumlarda gerçekleştirilmelidir. Projede verilen değer tahkiki.
Eğik düzlemde sürtünme	°						Eğimli yüzeylerde ve geomembran ile temas edeceği malzeme arasında diferansiyel hareket olduğu zaman projeci tarafından belirtilmelidir. Projede verilen değer tahkiki.
ISIL ÖZELLİKLER							
Düşük sıcaklık davranışı (eğilme)	°C	- 20 °C'a kadar					
Isıl genleşme	cm/cm/°C						Projede belirtilen değer tahkiki
DAYANIKLILIK VE KİMYASAL DİRENÇ							
Hava şartları etkisiyle yıpranma	Geçer / Geçmez	< % 10					
Mikroorganizmalar							
Oksidasyon (yükseltgenme)	Geçer / Geçmez	Çekme için < % 25 Uzama için < % 25					
Çevresel etkilerin sebep olduğu gerilme çatlağı	Saat	> 250					

Mamul Kalınlığı	mm	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	
ÖZELLİKLER	BİRİM	DEĞERLER					ÇAĞKLAMA
							Not – Aşağıda deney yöntemi belirtilmeyen deneyler için EN 13361 ile EN 13362'ye bakılmalıdır
Kimyasal direnç							Geomembranın temas edeceği ortam kimyasal etkiye sahip olması durumunda Projeci tarafından belirtilmelidir. Projede verilen değerin tahkiki.
Çözünme (suda çözünebilir)	A: Sıcak su B: Alkali sıvı C: Organik alkol	< % 5 (A, B) < % 25 C					Projede verilen değerin tahkiki.
Bitki kökünün nüfuz etmesi	Nüfuz Eder / Etmez	Nüfuz etmeyecek					
Termo Gravimetrik Analiz (TGA) termogramı		Orijinal numune ile daha sonra teslim edilen numune arasında spektrumları arasında uyum					EN ISO 11358
Polimer oranı	%	> % 96					EN ISO 11358
Mineral dolgu	%	% 0,5 - % 1,0					EN ISO 11358
Diferansiyel Taramalı Kalorimetri (DSC) termogramı	°C ve süre	Orijinal numune ile daha sonra teslim edilen numune arasında spektrum pikleri arasında uyum					EN ISO 11357-1
FTIR spektrumu		Orijinal numune ile daha sonra teslim edilen numune arasında en az % 95 uyum					ASTM E168 ve ASTM E1252
Yoğunluk	g/cm ³	1,27 ila 1,33					EN ISO 1183-1, Yöntem A daldırma yöntemi
Aleve doğrudan maruz kaldığında tutuşabilirlik	-	Sınıf E					EN 11925-2
Kayma mukavemeti	N/50 mm	400	600	800	1000	1200	EN 12317-2
Soyulma mukavemeti	N/50 mm	280	420	560	700	840	EN 12316-2

NOTLAR

1. Projeci, burada belirtilen anma kalınlık değerleri arasındaki ara değerleri talep edemez. Ancak en küçük değerden daha küçük veya en büyük değerden daha büyük kalınlıkları, gerekçesini ve teknik detaylarını belirtmek şartıyla talep edebilir.
2. Deneyler imalatçı tarafından veya EN ISO/IEC 17025'e göre akredite olan bir laboratuvarında gerçekleştirilecektir.
3. Fabrika imalat kontrol deney sonuçları her parti ile birlikte Kontrol Teşkilatına verilecektir.
4. Yüklenici işin başlangıcında teslim edeceği mamul ile ilgili FTIR ve DSC deney sonuçlarını İdareye teslim edecektir. Bu iki değer daha sonraki her partide işin hızlandırılması bakımından kontrol edilecektir. Diğer fiziksel ve kimyasal özellikler standardında ve şartnamede belirtilen sıklıkta kontrol edilecektir. Kontrol Teşkilatı deney sıklıklarının belirlenmesinde yetkilidir.

6. Geosentetik kil (dolgulu) bariyer

6.1 Geosentetik kil bariyerin serilmesi

6.1.1 Genel hükümler

Geosentetik kil bariyer, doğal Sodyum-bentonit içerikli bir izolasyon örtüsüdür. Değişik ortamlardaki sıvı ve gazların hareketine karşı sızdırmazlık sağlamak amacıyla kullanılır.

Bu örtü, alt ve üst tarafında birbirine iğneleme (needle-punching) yöntemiyle tutturulmuş kenetlenmiş altta örgülü, üstte örgüsüz iki koruyucu geotekstil tabaka arasında doğal sodyum bentonit kapsüllenmiş bir örtüdür. Kuru kalınlığı ve geçirgenliği çizelgede verilen değer kadar olmalı ve üst üste bindirilerek serilmelidir.

Bentonit esaslı örtünün fabrika imalatında, iki geotekstil tabakasının arasına doğal sodyum bentonit yerleştirilmiş olmalıdır. Üstteki tabaka örgüsüz yüzeyli geotekstil, alt kısımdaki tabaka ise örgülü geotekstil olmalıdır. Proje şartlarına göre bu durum değişiklik arz edebilir. Alt ve üst tabaka geotekstillerin uygun bir yöntemle birbirine tutturulmadığı takdirde, hidrasyon durumunda geçirgenlik değeri olumsuz yönde etkilenecektir. Bu nedenle örtünün alt ve üst geotekstil tabakaları, iğneleme (needle-punching) yöntemiyle birleştirilmiş olmalı; böylece örtü, alt ve üst yüzeyler arasında kayma gerilmesi transferi kabiliyetine sahip, geçirimsiz bir malzeme görevini yapabilmelidir. İmalat sırasında kullanılan iğneleme (needle-punching) yöntemiyle, örtüye öngerilme sağlanmış olmalıdır.

6.1.2 Malzeme

Bu örtünün seçiminde, bentonit örtü içerisindeki geotekstil-bentonit-geotekstil tabakaları arasındaki soyulma dayanımı önem arz eder. Geosentetik kil örtüye ait teknik özelliklerin teknik şartnamede öngörülenlere uygunluğu; güncel CE / G işareti ile belgelenecektir.

Kayma gerilmesi aktarabilen, elyaf donatılı geosentetik kil örtü, iğneleme yöntemiyle (*needle-punched*) bütünleştirilmelidir.

Kil bariyer birleşme yerleri projede başka şekilde gösterilmemiş ise en az 30 cm genişliğinde bindirmeler olarak gerçekleştirilir. Bindirme bölgesinde iki geosentetik kil örtü katmanı arasına imalatçının teknik dökümanlarında belirtilen miktarda veya en az 0,4 kg/m yoğunlukta bentonit tozu/granülü serilmelidir. İmalatçıdan, bindirme yerlerinde kullanılacak bentonit tozuna/granülüne eşdeğer mamul, idare tarafından onaylanması halinde talep edilebilir.

Malzemeye ait Kalite Güvence ve Kalite Kontrol denetimlerini takip edebilmek adına her rulo ürün tanımlama bilgileriyle etiketlenmelidir. Etiket üzerinde lot ve rulo numaraları yanı sıra rulo genişliği, uzunluğu ve ağırlığı belirtilmelidir. Her sevkiyat imalatçının kalite güvence ve kontrolünden sorumlu kişisi tarafından imzalanmış belgeler ile teslim edilmelidir. Bu belgeler ürün teknik veri sayfasında belirtilen tüm parametrelerin ilgili standartlar ile test sonuçlarına uygunluğunu göstermelidir.

6.1.3 Uygulama talimatları

Geosentetik kil örtünün uygulanması sırasında imalatçı firmanın talimatlarına kesinlikle uyulacaktır. Serme çalışmaları, Yüklenici tarafından hazırlanacak ve Kontrol Teşkilatı'na onaylatılacak olan serme planına göre yapılacaktır.

6.1.4 Fabrikada ambalaj, nakliye ve indirme

Geosentetik kil örtü ruloları fabrikada, üstü örtülü ve kuru bir depolama alanında yatay bir şekilde muhafaza edilmelidir. Rulolar fabrikada, bum ataşmanlı forklift ile taşınmalıdır. Taşıma ve nakliye sırasında ruloların bel vererek esnediği noktalarda geotekstil katmanlara zarar vermesini engellemek için gerekli özen gösterilmelidir. Gerekirse imalatçıdan ilave önlemler talep edilebilir. Tüm rulolar UV ışını etkisiyle oluşacak fotodegradasyona dayanıklı ambalajlar içerisinde paketlenmiş ve etiketlenmiş olmalıdır.

6.1.5 Şantiyede depolama

Geosentetik kil örtü ruloları konteyner ve kamyon kasalarında taşınırlar. Şantiyede ruloların indirilmesi ve depolanmasına yönelik, yüzey drenajı sağlanmış kuru, sert bir yüzey teşkil edilmelidir. En fazla dört (4) rulo üst üste depolanabilir. Depolanan ruloların üzerinde yer alan koruma ambalajı dışında üzeri plastik bir örtü veya branda ile kapatılmalıdır. Depolama zemini üzerine, olası bir yağış ve benzeri durumlar için 10-15 cm yükseklikte palet kullanılması önerilir. Depolama süresince ürün etiket bütünlüğü ve okunabilirliği korunmalıdır. Depolama alanı geosentetik kil örtü rulolarının tamamını depolayacak kapasitede olmalıdır. Ruloların konteyner ve kamyon kasalarından indirilmesi sırasında aşağıdaki donanım kullanılacaktır:

- Taşıma / serme barı (zincir veya kayışların ruloya zarar vermesi önlenmelidir)
- Taşıma / serme barı için iş makinası
- Ve/veya bum ataşmanlı forklift

Nakliye, indirme sonrasında geosentetik kil örtü rulolarının ambalajları kontrol edilerek minör hasarlar suya dirençli yapııştırma bandı ile kapatılmalıdır.

6.1.6 Serme donanımı ve personeli

Geosentetik kil örtü serilmesine yönelik olarak en az aşağıdaki donanım hazır olacaktır.

- Ekskavatör veya vinç,
- Loder - Taşıma / serme barı
- Enerji kaynağı
- Serme ve/veya montaj personeli, imalatçının uzman teknik personeli tarafından serme öncesinde yapılacak iş hakkında detaylı olarak bilgilendirilecektir.

6.1.7 Serme Şartları

- Geosentetik kil örtülerinin serme işi kuru hava koşullarında yapılacaktır.
- Geosentetik kil örtü ruloları şantiye içerisinde taşıyıcı bar ile taşınmalıdır.
- Sahada yüzey hazırlıkları projede gösterildiği şekilde gerçekleştirilmelidir.
- Rulolar açıldıktan sonra üzerinde iş makinası hareket etmeyecektir. İş makinasının malzeme üzerinde hareketi zorunlu olduğu durumlarda İdarenin onayı alınarak, kauçuk palet veya tekerlek kullanan araçlar manevra yapmamak ve ani hızlanma/yavaşlama yapmamak kaydıyla ileri – geri istikamette kullanılabilir. Benzer şekilde üzerinde yürünmesi de asgari düzeyde tutulacaktır.
- Serilen geosentetik kil örtünün aynı gün içerisinde üzeri dolgu (min. ~30cm) veya membran malzemesiyle kaplanacak şekilde iş planlaması yapılmalıdır.
- Kuru ve sıcak iklimlerde kil örtü üzeri dolgu veya membran ile kapatılmadan hemen önce imalatçının tavsiyelerine göre nemlendirilmelidir.
- Serim sırasında yüksek rüzgâr mevcut ise gerekli iş güvenliği önlemleri alınmalı veya serim ertelenmelidir. Ağır paneller yüksek rüzgâr ile havalanabileceğinden tehlike oluşturabilmekte, bu sebeple serim sırasında özellikle bindirme yerleri üzerine kum çuvalları veya benzeri (kil örtüye zarar vermeyecek) ağırlıklar konulmalıdır.
- İzolasyon sisteminin bütünlüğünü sağlamak bakımından bindirme alanlarının da çok iyi bir düzeyde uygulanması ve kontrol edilmesi gerekmektedir. Bindirme bölümlerinde iş makinası hareketi veya yürümeye kesinlikle izin verilmeyecektir.
- Projede belirtilmediği sürece bindirme mesafesi ve ilgili diğer uygulama hususlarında imalatçı talimatlarına uyulacaktır. Proje de aksi belirtilmedikçe, tavsiye edilen bindirme 30 cm genişliğindedir. Şevlerde panellerin bindirme yerleri şev yönüne paralel olmalıdır, paneller yan yana serilmelidir. Şev uzunlukları panel boylarından uzun olmamalı, daha uzun olduğu bölümlerde (ortalama 25 m'den uzun şevlerde) ara düzlükler oluşturulmalı ve kil örtü bu düzlükte açılan ankraja kilitlenerek serim devam etmelidir. Detaylar için imalatçının teknik dokümanlarına bakılmalıdır.
- Ankraj ve geçiş (boru) noktalarında proje detayları ve imalatçı talimatlarına kesinlikle uyulacaktır.
- Serme çalışmaları tamamlanan bölümler, Kontrol Teşkilatı tarafından tetkik edilecektir. Bu tetkikler, serme planına uygunluk, serme yüzeyinin düzgünlüğü, bindirme bölümlerinin doğruluğu, muhtemel delinme, hasar veya varsa yapılan tamiratları kapsayacaktır. Tüm bu tetkikler sonunda varsa gerekli onarımlar veya düzeltmeler Yüklenici tarafından imalatçı firma talimatlarına uygun şekilde yapılarak Kontrol Teşkilatı'na kabul için sunulacaktır. Yüklenici tarafından hazırlanacak geosentetik kil örtü kabul raporu, serme planında numaralandırılacak her bir şerit dikkate alınarak hazırlanacaktır.

6.2 Geosentetik kil bariyerin teknik özellikleri

ÖZELLİKLER	BİRİM	DEĞERLER	AÇIKLAMA Not – Aşağıda deney yöntemi belirtilmeyen deneyler için EN 13361 ile EN 13362'ye bakılmalıdır
FİZİKSEL ÖZELLİKLER			
Kalınlık	mm	- % 5; + % 10	Nihai mamülün kalınlığı en az 6 mm olmalıdır.
Birim alan kütlesi	g/m ²	Ü>200 A>100 B>3700 GBR-C>4000	Ü: Üst tabaka (polipropilen, örgüsüz geotekstil) A: Alt tabaka (polipropilen, örgülü geotekstil) B: Bentonit tabakası (nihai mamüldeki)
HİDROLİK ÖZELLİKLER			
Su geçirgenliği (sıvı geçirimsizliği)	m/s	< 5 x 10 ⁻¹¹	TS EN 16416 (nihai mamuldeki)
Akı indeksi	m ³ /(m ² s)	< 1 x 10 ⁻⁸	TS EN 16416 (nihai mamüldeki)
Akışkan kaybı	mL	< 18	ASTM D5891 (hammaddeki)
Montmorillonit miktarı	%	> 80	XRD (hammaddeki)
Şişme indeksi	mL/2g	> 24	ASTM D5890
MEKANİK ÖZELLİKLER			
Çekme dayanımı	kN/m	> 11	TS EN ISO 10319 (Boy ve En yönünde)
Uzama	%	> 20	TS EN ISO 10319 (Boy ve En yönünde)
Statik zımbalama	kN	> 1,8	EN ISO 12236
Patlatma dayanımı	kPa		TS EN 14151 (Bu deney, polimerik veya bitümlü bariyer eleman ihtiva etmesi hâlinde sadece GBR-C'ye uygulanır. Varsa projede verilen değer tahkiki)
Direkt kesme yoluyla sürtünme	N/mm ²		TS EN ISO 12957-1 (Eğimli yüzeylerde ve mekanik gerilmeye maruz durumlarda gerçekleştirilmelidir. Varsa projede verilen değer tahkiki)
Eğik düzlemde sürtünme	°		TS EN ISO 12957-2 (Eğimli yüzeylerde ve geomembran ile temas edeceği malzeme arasında diferansiyel hareket olduğu zaman projeci tarafından belirtilmelidir. Varsa projede verilen değer tahkiki)
Soyulma dayanımı	N/mm ²	> 360	ASTM D6496
DAYANIKLILIK VE KİMYASAL DİRENÇ			
Hava şartları etkisiyle yıpranma	Geçer / Geçmez		TS EN 12224 (TS EN 13361'e uygun olmalıdır. Varsa projede verilen değer tahkiki)
Mikroorganizmalar			TS EN 12225 (Varsa projede verilen değer tahkiki)
Oksidasyon (yükseltgenme)	Geçer / Geçmez		TS EN 13438 (Geotekstil elemanlar ve GBR-C bariyerlerin güçlendirme lifleri için EN ISO 13438 uygulanır. Varsa projede verilen değer tahkiki)
Çevresel etkilerin sebep olduğu gerilme çatlağı	Saat		TS EN 14576 (Varsa projede verilen değer tahkiki)

ÖZELLİKLER	BİRİM	DEĞERLER	AÇIKLAMA
			Not – Aşağıda deney yöntemi belirtilmeyen deneyler için EN 13361 ile EN 13362'ye bakılmalıdır
Kimyasal direnç			ASTM D6141 (Varsa projede verilen değer tahkiki)
Çözünme (suda çözünebilen)			TS EN 14415 (Varsa projede verilen değer tahkiki)
Islanma - kuruma			CEN TS 14417 (Varsa projede verilen değer tahkiki)
Donma - çözülme			CEN TS 14418 (Varsa projede verilen değer tahkiki)
Bitki kökünün nüfuz etmesi	Nüfuz Eder / Etmez	Nüfuz etmeyecek	CEN TS 14416 (Projede verilen değer tahkiki)

NOTLAR

1. Proje, burada belirtilen anma kalınlık değerleri arasındaki ara değerleri talep edemez. Ancak en küçük değerden daha küçük veya en büyük değerden daha büyük kalınlıkları, gerekçesini ve teknik detaylarını belirtmek şartıyla talep edebilir.
2. Deneyler imalatçı tarafından veya EN ISO/IEC 17025'e göre akredite olan bir laboratuvarında gerçekleştirilecektir.
3. Fabrika imalat kontrol deney sonuçları her parti ile birlikte Kontrol Teşkilatına verilecektir.
4. Yüklenici işin başlangıcında teslim edeceği mamul ile ilgili FTIR ve DSC deney sonuçlarını İdareye teslim edecektir. Bu iki değer daha sonraki her partide işin hızlandırılması bakımından kontrol edilecektir. Diğer fiziksel ve kimyasal özellikler standardında ve şartnamede belirtilen sıklıkta kontrol edilecektir. Kontrol Teşkilatı deney sıklıklarının belirlenmesinde yetkilidir.
5. Proje uygulama yapılacak zemin özelliklerini belirlemeli ve bu şartlara uygun malzeme kullanılmalıdır (yüksek oranda kalsiyum, magnezyum ve klorür gibi katyon değişimine sebep verecek konsantrasyonlar vb.) çünkü katyon değişimi kil örtülerde performans düşüklüğüne sebebiyet verebilir.

Ek A

EN 13361 ile EN 13362'ye göre uygulama örnekleri

Aşağıda verilen bölüm EN 13361 ile EN 13362 standartlarından alınmıştır.

A.1 EN 13361'den alınan bölüm

“

4 Gerekli karakteristikler ve ilgili deney yöntemleri

4.1 Genel

İçilebilir su, tatlı su ve tuzlu su için rezervuar ve baraj yapılarında kullanılan geosentetik bariyerlerin ana fonksiyonları, akışkanların yapıdan sızmasının önlenmesi veya azaltılmasıdır. Bu Avrupa standardında, geosentetik bariyerlerin serilmesi esnasında oluşacak hasarlar ele alınmamıştır.

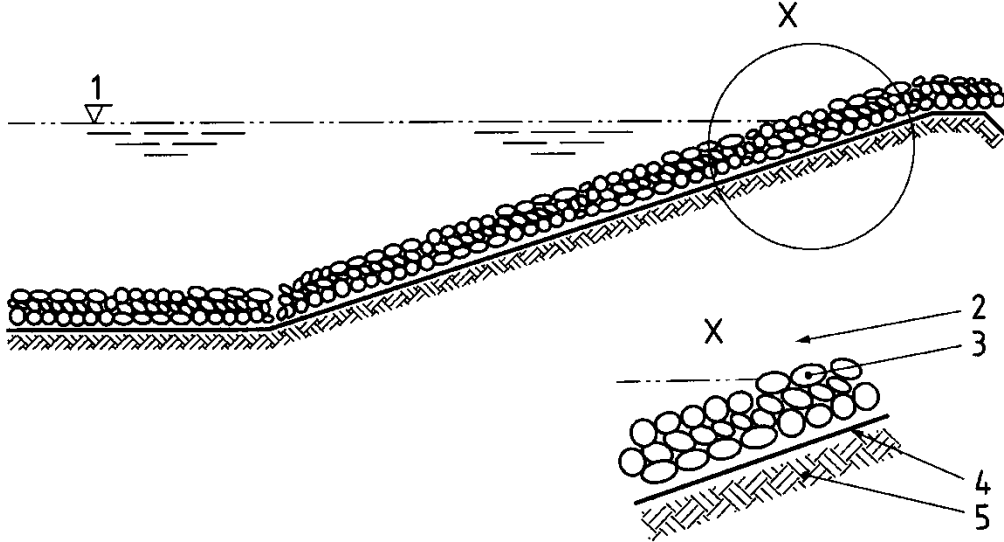
4.2 Uygulama tipleri

4.2.1 Genel

Normal şartlarda geosentetik bariyerin, barajın akış aşağı tarafına serilmemesi önerilir. Barajın akış aşağı tarafına serilecek herhangi bir geosentetik bariyere özel önem gösterilmelidir. Bu Avrupa standardında tarif edilen uygulamalar, bu şekildeki uygulamaları kapsamamaktadır.

4.2.2 Uygulama 1: “Koruma kaplaması uygulanmış”

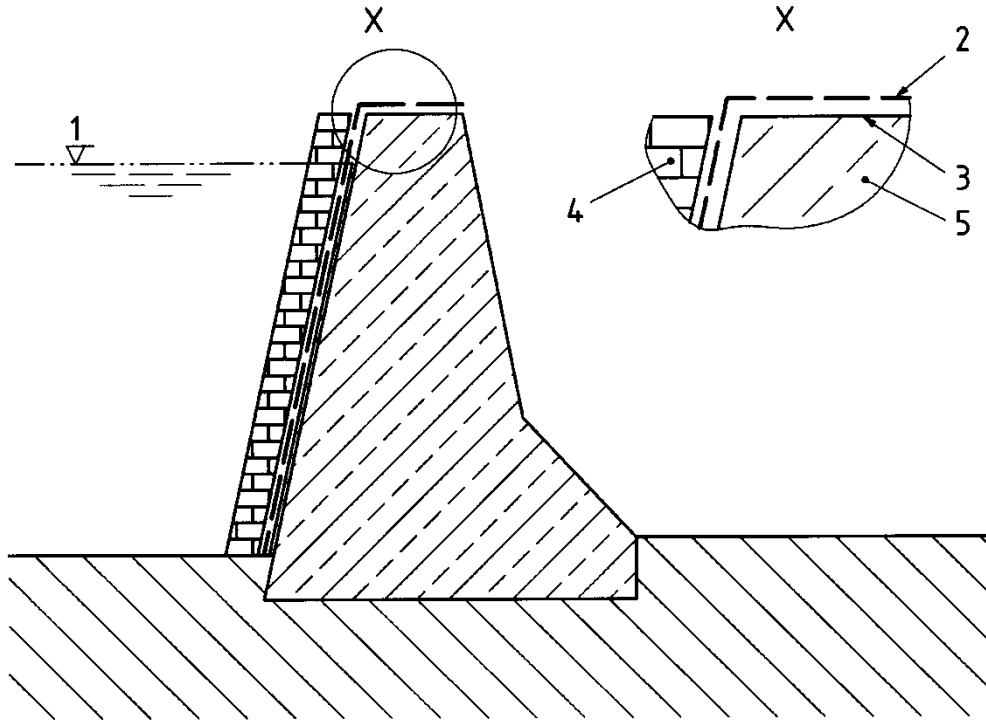
Bu uygulamalarda, mamul, barajın akış yukarı tarafına veya rezervuarın içerisine serilir. Bu mamul, koruma kaplaması veya diğer koruyucu tabaka ile birlikte uygulanır. Tipik uygulamalar Şekil 1 ve Şekil 2’de gösterilmiştir.



Açıklamalar:

- 1 En yüksek su kotu
- 2 Akış yukarı taraf
- 3 Koruma kaplaması
- 4 Geosentetik bariyer
- 5 Baraj gövdesi

Şekil 1 - Koruma kaplaması uygulanmış, barajın eğimli tarafına (şev açısı küçük) veya rezervuara uygulanan geosentetik bariyere ait gösterim



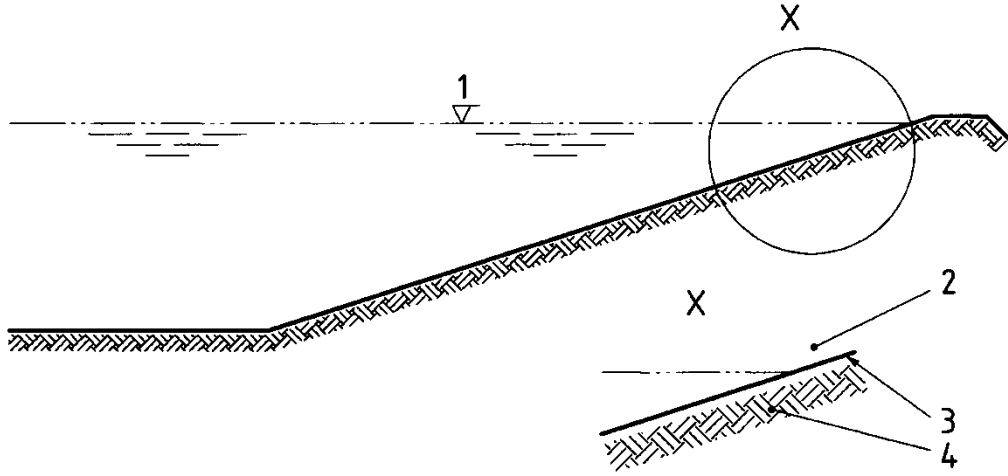
Açıklamalar:

- 1 Baraj en yüksek su kotu
- 2 Geosentetiği koruyucu tabaka
- 3 Geosentetik bariyer
- 4 Koruma kaplaması
- 5 Baraj gövdesi

Şekil 2 - Koruma kaplaması uygulanmış, barajın eğimli tarafına (şev açısı çok büyük) veya rezervuara uygulanan geosentetik bariyere ait gösterim

4.2.3 Uygulama 2: “Koruma kaplaması uygulanmamış”

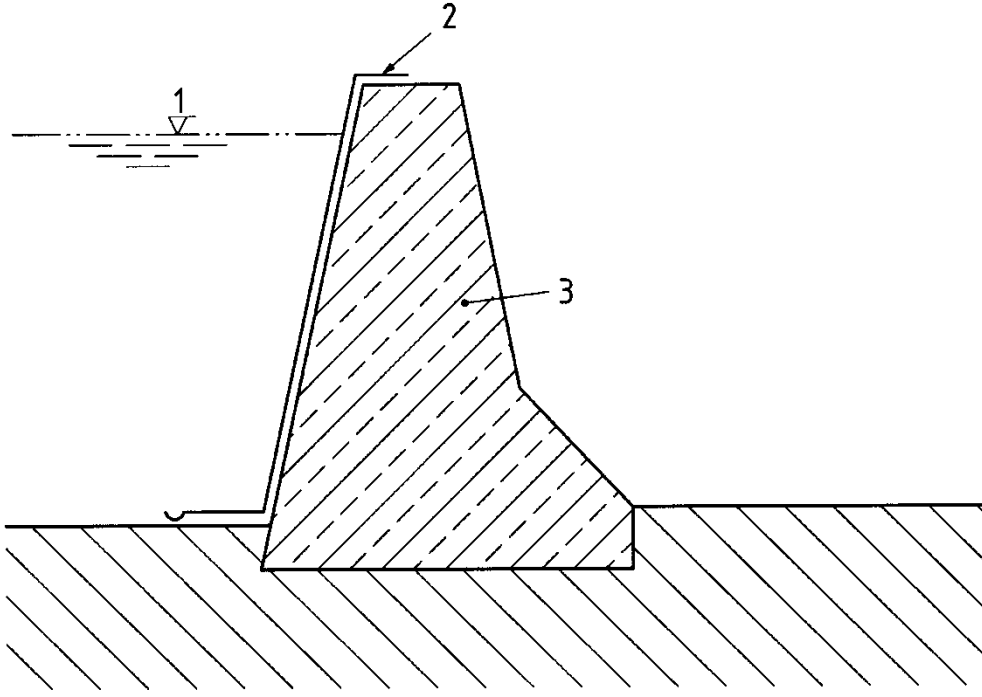
Bu uygulama, Uygulama 1’in benzeridir. Ancak, burada mamulün üzerine koruma kaplaması veya diğer koruyucu tabakalar uygulanmamıştır. Tipik uygulamalar Şekil 3 ve Şekil 4’te gösterilmiştir.



Açıklamalar:

- 1 En yüksek su kotu
- 2 Akış yukarı taraf
- 3 Geosentetik bariyer
- 4 Baraj gövdesi

Şekil 3 - Koruma kaplaması uygulanmamış, barajın eğimli tarafına (şev açısı küçük) veya rezervuara uygulanan geosentetik bariyere ait gösterim



Açıklamalar:

- 1 En yüksek su kotu
- 2 Geosentetik bariyer
- 3 Baraj gövdesi

Şekil 4 - Koruma kaplaması uygulamamış, barajın eğimli tarafına (şev açısı çok büyük) veya rezervuara uygulanan geosentetik bariyere ait gösterim

”

A.2 EN 13362'den alınan bölüm

“

4 Gerekli karakteristikler ve ilgili deney yöntemleri

4.1 Genel

İçilebilir su, tatlı su ve tuzlu su için kanal inşaatında kullanılan geosentetik bariyerlerin ana fonksiyonları, akışkanların yapıdan sızmasının önlenmesi veya azaltılmasıdır. Bu Avrupa standardında, geosentetik bariyerlerin serilmesi esnasında oluşacak hasarlar ele alınmamıştır.

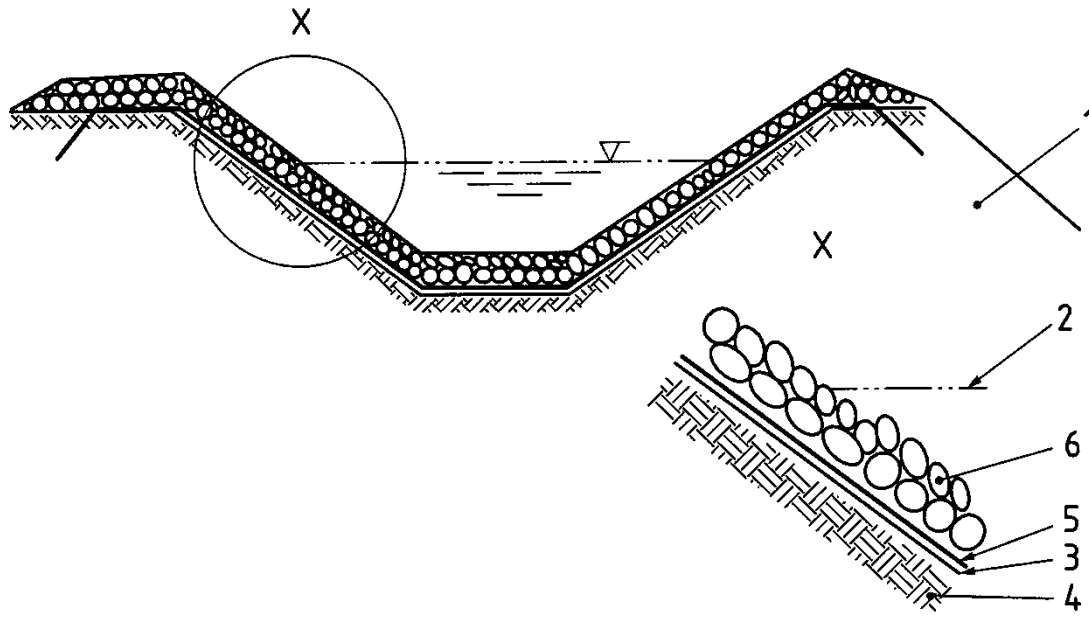
4.2 Uygulama tipleri

4.2.1 Genel

Normal şartlarda geosentetik bariyerin, kanal dolgusunun akış aşağı tarafına serilmemesi önerilir. Kanalın akış aşağı tarafına serilecek herhangi bir geosentetik bariyere özel önem gösterilmelidir. Bu Avrupa standardında tarif edilen uygulamalar, bu şekildeki uygulamaları kapsamamaktadır.

4.2.2 Uygulama 1: “Koruma kaplaması uygulanmış”

Bu uygulamalarda, mamul, kanalın rezervuarın içerisine serilir. Bu mamul, koruma kaplaması veya diğer koruyucu tabaka ile birlikte uygulanır. Tipik uygulama Şekil 1’de gösterilmiştir.



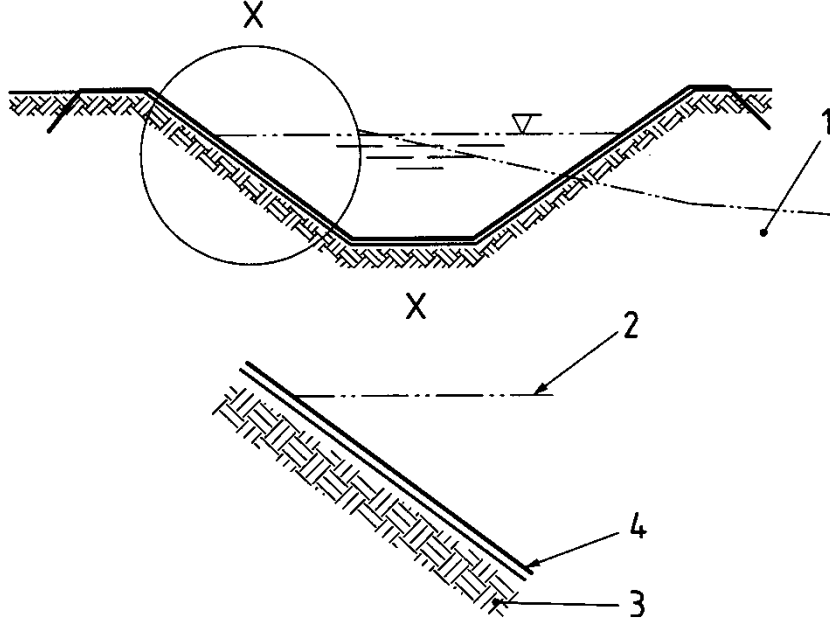
Açıklamalar:

- 1 Orijinal zemin profili
- 2 En yüksek su kotu
- 3 Koruyucu geotekstil
- 4 Kanal dolgusu
- 5 Geosentetik bariyer
- 6 Koruma kaplaması

Şekil 5 - Koruma kaplaması uygulanmış ve dolgu veya yarmadaki doğal zemin üzerine kanal kaplama tabakası olarak serilmiş geosentetik bariyere ait gösterim

4.2.3 Uygulama 2: “Koruma kaplaması uygulanmamış”

Bu uygulama, Uygulama 1’in benzeridir. Ancak, burada mamulün üzerine koruma kaplaması veya diğer koruyucu tabakalar uygulanmamıştır. Tipik uygulamalar Şekil 2’de gösterilmiştir.



Açıklamalar:

- 1 Orijinal zemin profili
- 2 En yüksek su kotu
- 3 Kanal dolgusu
- 4 Geosentetik bariyer

Şekil 6 - Koruma kaplaması uygulanmamış, etkiye maruz ve dolgu veya yarmadaki doğal zemin üzerine kanal kaplama tabakası olarak serilmiş geosentetik bariyerin gösterimi

”