



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

DSİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ TARAFINDAN
YAPTIRILACAK DEPOLAMALARDA
(REZERVUARLARDA)
ve BARAJLARDA KULLANILACAK
GEOSENTETİK BARIYERLER İÇİN
TEKNİK ŞARTNAME

Temmuz 2012
ANKARA

İçindekiler

1 GİRİŞ	4
1.1 Kapsam	4
1.2 Tanımlar	4
1.3 Genel hükümler	5
1.4 Geosentetik bariyerlerin (geomembranların) seçilme kriterleri	6
2 Yapılacak işlemlerin kapsamı	6
2.1 Genel hükümler	6
2.2 Geomembran serilmesi	6
2.2.1 Genel hükümler	6
2.2.2 Geomembran kaplama uygulaması	8
2.2.3 Ankraj hendeği	9
2.2.4 Yerleştirme yöntemi	9
2.2.5 Ankraj hendeğinin doldurulması	10
2.2.6 Geomembran uygulamasının kabulü	10
2.2.7 Şantiyede depolama	10
2.3 Güvenlik için tel çit ve kapı uygulaması	10
2.4 Kaya düşmesine karşı koruma duvarı yapılması	11
2.4.1 Malzeme teknik özellikler	11
2.4.2 Fildöfer sandık uygulaması	11
3. HDPE (high density polyethylene) geomembran	11
3.1 HDPE geomembranın saha kaynakları	11
3.1.1 Kaynak bindirmesi	11
3.1.2 Kaynak donanım ve aksesuarları	11
3.1.3 Saha deneme kaynakları	12
3.1.4 Kayma deneyi	12
3.1.5 Saha kaynaklarının deneyleri	13
3.1.6 Vakum deneyi	13
3.1.7 Hava basıncı deneyi (sadece çift dikişli füzyon kaynaklar)	13
3.1.8 Diğer deneyler ve kontroller	14
3.1.9 Hatalar, onarımlar ve değerlendirme	14
3.1.10 Onarım işlemleri	14
3.1.11 Onarımların tahkik edilmesi	14
3.1.12 Sonuçların kaydedilmesi	14
3.1.13 Dokümantasyon	15
3.1.14 Günlük rapor	15
3.2 HDPE geomembranın teknik özellikleri	16
4 LLDPE (Linear low-density polyethylene) geomembranın	18
4.1 LLDPE geomembranın teknik özellikleri	18
5. EPDM (Ethylene Propylene Diene Terpolymer) geomembran teknik özellikleri	20
5.1 EPDM geomembranın yapıştırılması	20
5.1.1 El kaynağı/yapıştırma fön makinesi ile sıcak yapıştırma yapılması	20
5.1.2 Termik yapıştırma otomatı ile sıcak yapıştırma yapılması	21
5.1.3 Deneme amaçlı yapıştırma	21
5.1.4 Saha birleştirilen geomembranın sızdırmazlık kontrolü ve dikkat edilecek hususlar	21
5.1.5 Onarım işlemleri	21
5.1.6 Onarımların tahkik edilmesi	22
5.1.7 EPDM geomembran uygulamasının kabulü	22
5.2 EPDM geomembranın teknik özellikleri	23
5.2 EPDM geomembranın mamul gerekleri	24
6. PVC (poli vinil clorür) geomembran	25
6.1 PVC geomembran teknik özellikleri	25
7. Geosentetik kil (dolgulu) bariyer	27
7.1 Geosentetik kil bariyerin serilmesi	27
7.1.1 Genel hükümler	27
7.1.2 Malzeme	27
7.1.3 Uygulama talimatları	27
7.1.4 Fabrikada ambalaj, nakliye ve indirme	27
7.1.5 Şantiyede depolama	27
7.1.6 Serme Donanımı ve Personeli	27
7.1.7 Serme Şartları	27
7.2 Kil geomembran teknik özellikleri	29

Ek A TS EN 13361'e göre uygulama örnekleri	31
4 Gerekli özellikler ve ilgili deney metotları	31
4.1 Genel	31
4.2 Uygulama tipleri	31
4.2.1 Uygulama 1: "İşletmede olan depolama veya barajın kaplanması"	31
4.2.2 Uygulama 2: "İşletmede olmayan depolama veya barajın kaplanması"	33

DSİ Genel Müdürlüğü tarafından yaptırılacak depolamalarda (rezervuarlarda) ve barajlarda kullanılacak geosentetik bariyerler için teknik şartname

1 GİRİŞ

1.1 Kapsam

Bu şartname DSİ Genel Müdürlüğüne yapılacak depolamalarda (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

İdarenin tayin edeceği kontrol elemanları.

Su yapıları

Baraj, gölet, regülatör gibi su toplama yapıları.

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 (TS EN ISO 10318).

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

Polimerik geosentetik bariyerler (GBR-P)

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

Geotekstil (GTX)

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

Geosentetik bariyer (GBR) [geomembran]

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

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 (TS EN ISO 10318).

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

1.3 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 incelemelidir. İhaleden sonra proje, malzeme ya da yapım ile ilgili ortaya çıkabilecek ihtilaflarda, kurumun değerlendirme ve talepleri esas olup, yükleniciler bunları karşılamak ile yükümlüdürler.

Yüklenici, Sözleşme ve eklerinde belirtilen veya önermek suretiyle Kontrol Teşkilatı'nın onayını aldığı bütün donanım ve malzemeleri güvenlik içinde dağıtımı, boşaltımı 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 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, İdareye teslim edecektir.

Yüklenici uygulama programında, geosentetiklerin, tüm donanım ve yardımcı cihazların 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 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 cihazlar temin etmeyecektir.

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

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

- Geosentetik bariyerlerin, TS EN 13361 ve geotekstillerin TS EN 13254 standardlarına 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 Müteahhitlerinin 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 standartlara göre yapıldığını belirten bir belge ile uygulama kurallarını anlatan "Uygulama Kılavuzu" nu,
- 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.

İdarenin, incelemeleri neticesinde istenen kriterlere uygunluğunu tespit ettiği malzemeye onay vermesinin akabinde, Yükleniciler iş programını onaylanan malzemelere göre yaparak idareye verecektir.

İdarece onaylanmayan malzemeler, istenen özelliklere sahip başka malzemeler ile değiştirilip başvuru yenilenecektir.

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

İşin özelliği ve projenin önemi nedeni ile malzeme ve uygulamada homojenliğin ve kalite standardının sağlanması bir zorunluluktur.

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 idareye karşı olan bu yükümlülüğünü yerine getirmesinde bu işin yüklenici firması sorumludur.

Uygulama aşamasında yüklenici firma, garanti belgesini idareye sunacaktır.

1.4 Geosentetik bariyerlerin (geomembranların) seçilme kriterleri

Geosentetik bariyer tipi, uygulama yerindeki şartlara göre proje hazırlanma safhasında belirlenmelidir.

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.

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, İdareye 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 yapılıp 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 birbirinde ayrılmasını önlemek için geotekstil geomembrana fabrikada birleştirilmiş geokompozit olarak şantiyeye getirilecektir.

2.2 Geomembran serilmesi

2.2.1 Genel hükümler

Projede beton altına yerleştirilecek olan geomembran bulunması durumunda proje yapımcısı, geomembran şeklini, 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 çökebilen kısımlar çıkartılıp yeri uygun şekilde doldurulmalıdır. Kaplanacak bütün yüzeyler düz, yabancı ve organik maddelerden, kesici madde ve molozlardan arındırılmış olmalıdır. Su birikintilerine ve aşırı nem müsaade edilmez.

Geomembran orijinal hammaddeden imal edilmiş olup, geri kazanılmış(hurda) hammaddeden imal edilmemiş olacaktır. Geomembran geosentetik malzemelerin herhangi birisinden (PVC, LLDPE, HDPE, EPDM vb.) imal edilebilir. Ancak, hangi ürün kullanılacaksa o ürünün TS EN 13361 standardına ve bu şartnamede belirtilen genel idari ve teknik kriterlere uygun olması şarttır. Geomembran imalatçısı ürün adına alınmış, güncel CE / G işaretine sahip olacaktır. Her rulo üzerinde imalatçı firmanın adı, ürün adı, 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 (*gerekmeye durumunda idarenin 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 düzeltilenecektir.
- 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) Rezervuar alanının en düşük kotlarının belirlediği arayla yerinde belirlenen sayıda düşey su ve gaz drenaj sistemi yapılacaktır. Drenaj maksimum su kotuna kadar uzatılacaktır.
- 7) Etrafı geotekstil ile sarılı drenaj çukura yerleştirilerek içi geçirimsiz malzeme (kum-çakıl) ile doldurulup ağzı geotekstil ile kapatılacaktır. Daha sonra etrafı kil dolgu ile doldurulup kompaktör ile sıkıştırılacaktır.
- 8) Rezervuar sahası içerisinde yer alıp geomembran kaplanması gereken betondu 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 arasında projesine uygun özelliklerde geotekstil malzeme serilecektir.
- 10) Rezervuar sahasında yapılacak olan geomembran serme ve kaynaklama işlemi idarenin 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 tabii tutulacak ve deneyler kayıt altına alınacaktır.
- 11) Rezervuar kaplama bölgesi çevresi üst kotunda geomembran sabitleme hendekleri açılacaktır. İdarece gerek görüldüğü takdirde, yerinde tespit ile projesinde belirtilen hendek genişlikleri ve derinlikleri idare tarafından yerinde artırılabilir ya da azaltılabilir.
- 12) Rezervuar içerisinde yapılacak kaplama işlemi esasında dere talveginde yapılacak imalatlar dere akımının az olduğu feyzan dışı mevsimlerde yapılacaktır. Gerekmeye 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 işleri teknik şartnamesine uygun olarak yapılacaktır.
- 15) Proje kapsamında imal edilecek tüm beton-betonarme (*dolusavak, dipsavak-derivasyon kondüvisi, sualma 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 imatları veya montajı esnasında idarenin 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; idarenin onayı alındıktan sonra kaplama işlerine başlanacaktır.

Not – Su ve gaz drenajı uzman kişiler tarafından tasarlanmalıdır. Zemin içeriği veya yeraltı su seviyesinin varlığı ve oluşturduğu riske istinaden, gaz drenajı yapılmasına/yapılmamasına karar verilmelidir. Gaz drenajı maksimum su kotuna kadar uzatılmalıdır.

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

a) Kaçak tespit 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 geotekstiller serilecektir. 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) Uygulama sırasında, yerinde gözlem ile organik içerikli zemin ortamlar veya yeraltı suyu hareketi görülmesi durumunda, bu kesimlerde, "gaz drenajı" yapılacaktır.

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

İdarenin aksi bir hükmü olmadıkça, kaplamada kullanılacak geomembranın, her kalınlık ve ebattaki tamamı, aynı marka veya aynı imalatçıya ait olacaktır. Kullanılacak geomembran kalınlıkları ve boyutları (taşma 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 idare tarafından inşaat sahasından alınan örnekler incelenerek gerek görüldüğü takdirde, DSİ TAKK Dairesi Başkanlığı Laboratuvarında yeniden uygunluk deneyleri yapılacaktır. İstenen deney ve uygunluk kriterlerini karşıladığı tespit edilen malzemeler kabul edilerek, kaplamada kullanılmasına izin verilecektir. İdarenin yapacağı deney ve değerlendirmeler neticesinde; malzemelerin uygun bulunmaması halinde yüklenici idarenin istediği özellikleri taşıyan malzemeyi temin ederek kullanacaktır. Aksi halde malzeme için kullanım onayı verilmeyecektir.

Geomembran, paneller halinde, (taşma 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 idareye teslim edilecektir. Kullanılacak paneller, şartnamede belirtilen genişliklerde vulkanize kaynaktan yapılarak imal ediyor 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 malzemenin alınacak numuneler üzerinde TS EN 13361 standardına göre gerekli deneylerin yapılması talebinde bulunabilir.

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

Geomembran serilmeden önce, tesviye edilmiş toprak yüzeye geotekstil serilecektir. Daha sonra üzerine geomembran serilecektir. Bu aşamalarda, rüzgâr sebebiyle geotekstil ve geomembranın kalkmasını önlemek için, ağırlıklar kullanılmalıdır. İşletme aşamasında, geomembran altına serilecek geotekstilin geomembran altından sıyrılmasını önlemek için, geomembran ile geotekstil uygun şekilde birbiri ile tutturulacaktır.

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 tamamlanmasına 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 idare 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’u geçtiği günlerde uygulama sabah ve akşam saatlerinde yapılacaktır.
- 10) Kullanılacak geotekstilin en az rulo genişliği projeci tarafından belirlenecektir.
- 11) Değişen hava şartlarında kaynak hızını belirleyebilmek için arazide deneme kaynakları yapılacak (sıcaklık, birim boyda kullanılacak malzeme miktarı, tozdan arınmışlık derecesi vb.) ve kayıtlar saklanacaktır.

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 manüel 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 İdarenin 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 şev 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 paneller, ek yerleri şev eğimlerine dik gelecek 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 çukuru 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. Projesine göre membran ek yerinin geleceği bölüm, ara palye yapılıp üstü balastlanarak da geçilebilir.

Uygulama sırasında, her türlü beton yüzey vb. lerinin, 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 karelaaj 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, hendeğin 2/3 ü toprak ile doldurularak geçici olarak sabitlenecektir. Baraj/göletin N.S.S. ye kadar su ile doldurulmasından sonra oluşan ağırlıkla geomembranın homojen olarak baraj/gölet tabanına oturması ile beraber sabitleme hendeğinde kalan 1/3 lük bölüm toprak ile doldurularak baraj tipi titreşimli silindir ile sıkıştırılacaktır.

2.2.3 Ankraj hendeği

Ankraj hendekleri geomembran serilmeden önce uygulama projelerinde gösterildiği biçimde kazılacaktır. Hendek detayı verilmemiş durumlarda hendek trapez kanal şeklinde, taban genişliği 500 mm, üst açıklık 1500 mm, ve yükseklik 500 mm olmalıdır. 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 şekilde 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. Bu paneller fabrika ortamında tek parça olarak hazırlanır, numaralandırılır, arazide yerine uygun olarak açılacak şekilde katlanır ve üzerlerine kuzey işareti çizilir. Fabrikada hazırlanıp numaralandırılarak paketlenmiş paneller programlı bir şekilde araziye sevk edilecektir.
- 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 oluşmak zorundadır.
- 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 tedbir alınmalıdır.
- 10) Geomembran, çevre sıcaklığının 0° C ve 40° C arasında olduğu şartlarda yerleştirilmelidir. Yağış esnasında ve sabah erken saatlerdeki çiğ esnasında kaynak işlemi yapılmayacaktır.
- 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 ile direk temas en aza indirilmeli, geomembran üzerinde dolaşılması zorunlu bölgeler geotekstil, ilave membran veya diğer uygun malzemeler ile korunmalıdır.
- 13) Yardımcı makinalar geomembran malzemesine zarar vermemelidir. Rulolar ve paneller sapan kullanılarak asılmalıdır.
- 14) Hiçbir durumda, bütün bir rulo yerçekimi ile rampadan düşürülemez. Rulolar, önceden gerekli uzunlukta paneller halinde kesilecektir.
- 15) Yüzeyle herhangi bir bükülme, aşınma veya hasar meydana gelmesini önlemek için paneller 350 mm'den daha yüksek rampalardan 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 mühendisinin onayladığı şekilde doldurulacak ve sıkıştırılacaktır. Kanal beton dökümü esnasında 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 idare 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 kaldırmaz.

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

- 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 paydalar 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 idarenin 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

Galvanizli çelik tel kalınlıkları

- 1) Gözenek teli 3,0 mm
- 2) Kenar teli 3,9 mm
- 3) Bağ teli 2,4 mm. olacaktır.
- 4) Tellerin galvaniz kaplama miktarı en az 275 g/m² olacaktır.
- 5) Fildöfer sandıklarının imalinde kullanılan bütün teller ve bağ tellerinin kopma dayanımı TS EN 10223-3, tellerin galvaniz kaplaması ise TS EN 10244-2 standartlarına uygun olacaktır.
- 6) Fildöfer sandıklarının dolumunda kullanılacak kayaçlar temiz, sert, dayanıklı, bozulmamış en az aşınır gözeneksiz her türlü hava koşullarına (donmaya vs.) karşı dayanıklı taş veya kaya parçaları olmalıdır.
- 7) Söz konusu fildöfer sandık dolgusu için kullanılacak malzeme, Doğal Yapı Gereçleri Şartnamesi’nde yer alan riprap özelliğinde olmalıdır.
- 8) 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

- 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 diyaframlar 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) geomembran

3.1 HDPE geomembranın saha kaynakları

Onaylanmış kaynak yöntemi otomatik makina ile *füzyon kaynağı veya ekstürüzyon 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, ekstürüzyon 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 ekstürüzyon kaynak makineleridir ve uygulayıcı aşağıdaki donanımı sahada bulundurmak zorundadır.

1. Otomatik kaynak makinası
2. Ekstürüzyon 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. 25 mm genişlikte 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 100 mm ve çekme hızı 50 mm/dakika veya idarenin uygun göreceği çekme hızı olacaktır. Eğer 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.

- 1) Füzyon kaynaklarının gün başlangıcında yapılacak olan kaynak deneyleri ve kabulü tarif edilen şekilde yapılmalıdır. Kaynak kayma deneyi ve sıyırılma deneyleri beşer eş numune üzerinde yapılacaktır. Beş numuneden en az dördünün deneyde başarılı olması zorunludur. Her iki kaynak için kaynağa ya da kaynağın geomembran birleşiminde meydana gelen kopma, kaynak işleminin başarısız olduğunu gösterir. Başarılı kaynak, en azından aşağıdaki kaynak değerlerini sağlamalıdır. Dört başarılı deney sonucunun elde edildiği makina değerleri (makina sıcaklığı, kaynak hızı ve baskı miktarı) Kontrol Mühendisi tarafından bir tutanak kayıt altına alınacaktır.
- 2) 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 sıyırılma deneyleri beşer eş numune üzerinde yapılacaktır. Bu numunelerin en az dördünün deneyde başarılı olması zorunludur. Başarılı kaynak, en azından aşağıdaki kaynak değerlerini sağlamalıdır.

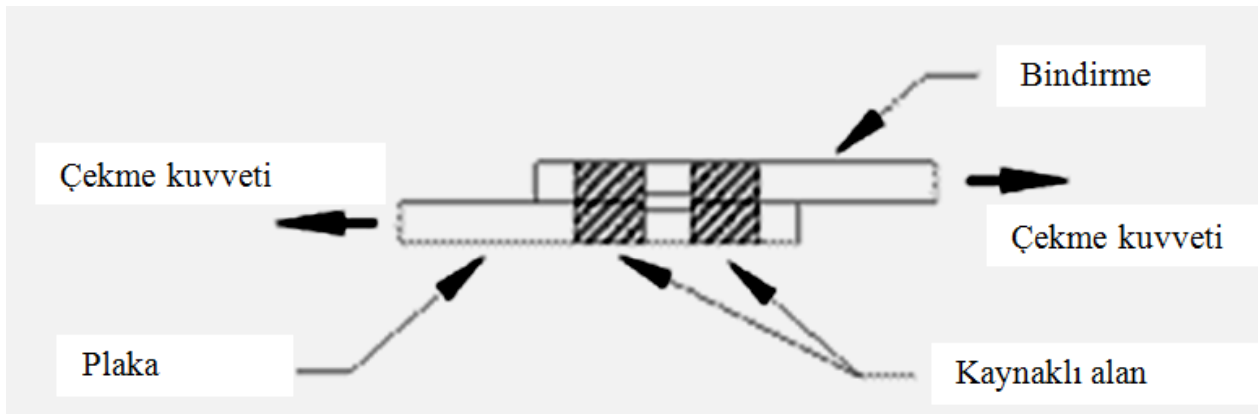
Çizelge - HDPE geomembranda başarılı kaynak için asgari şartlar

Özellik	En az değer
Kayma Mukavemeti	% 90
Soyulma Mukavemeti	% 60

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 tabaka kullanılarak kaynak bölgesi ayrılmaya zorlanır. Deney, kaynağın arazi şartlarındaki yeterliliği hakkında gösterge teşkil etmektedir.

Kayma deneyinde; kaynak yapılan kısımlarda, alt ve üst tabakadaki 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 25 mm genişliğinde, kavrama kalınlığı ise “100 mm + kaynak genişliği” kadar olacaktır. Kaynak, kavramaların tam arasında bulunacaktır. Kavrama ayırma hızı, dakikada 50 mm olacaktır.
- 2) Kaynak kayma deneyi ve soyulma deneyleri beşer adet eş numune üzerinde yapılacaktır. Beş numuneden en az dördünün deneyde başarılı olması zorunludur. Her iki kaynak için kaynakta veya kaynak membran birleşiminde meydana gelen kopma, kaynak işleminin başarısız olduğunu gösterir.
- 3) Onaylanan kaynak yöntemleri füzyon (hot–double–wedge–welding) ve ekstürüzyon kaynaklarıdır.
- 4) Ekstürüzyon kaynak için kullanılan kaynak çubukları HDPE olmalı ve fiziksel özellikleri HDPE geomembran imalatında kullanılan reçineninkilerle mutlaka aynı olmalıdır.

Çizelge - HDPE geomembranda başarılı kaynak için asgari şartlar

Kaynak Deneyi	Deney yöntemi	Kalınlık			
		1 mm	2 mm	3 mm	4 mm
Kayma mukavemeti, en az (N/mm)	TS EN 12317-2	15,2	22,9	30,6	38,2
Soyulma mukavemeti, en az (N/mm)	TS EN 12316-2	10,0	15,0	20,0	25,0

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 ekstürüzyon 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 temizlenecek, 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 kabarcıklarının 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 taşınarak 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 Mühendisinin 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 Mühendisinin 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, kanalın uçları açılır.
- 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 kaynaksız 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 kaynaksız 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) Ekstürüzyon kaynak cihazının uç açıklığından daha büyük olan bütün delikler, yırtılmalar vs. ekstürüzyon kaynaklı yama ile onarılmalıdır. Küçük delikler, üzerleri ekstürüzyon 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 dağılmasından 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 ekstürüzyon kaynağının üzerine tekrar ekstürüzyon 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 geomembranın teknik özellikleri

TS EN 13361'e uygun olmalıdır

ÖZELLİKLER	BİRİM	DEĞERLER					DENEY YÖNTEMLERİ
		1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	
Kalınlık	mm	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	TS EN 1849-2
Birim alan kütlesi	g/m ²	*					TS EN 1849-2
Su geçirgenliği	m ³ /(m ² gün)	<10 ⁻⁶					EN 14150
Çekme dayanımı	N/mm ² A: Akma K: Kopma	A > 16 K > 26					GBR-P için TS EN ISO 527-1 ve TS EN ISO 527-3, Tip 5 deney numunesi, 100 mm/min çekme hızı uygulanır. Takviyeli GBR-P için TS EN ISO 527-1 ve TS EN ISO 527-3, 50 mm genişlikteki Tip 2 deney numunesi, 5 mm/min çekme hızı uygulanır. Bütün durumlarda, deney yöntemine göre ölçülen en büyük dayanım kaydedilir.
Uzama	% A: Akma K: Kopma	A > 12 K > 700					GBR-P için TS EN ISO 527-1 ve TS EN ISO 527-3, Tip 5 deney numunesi, 100 mm/min çekme hızı uygulanır. Takviyeli GBR-P için TS EN ISO 527-1 ve TS EN ISO 527-3, 50 mm genişlikteki Tip 2 deney numunesi, 5 mm/min çekme hızı uygulanır. Bütün durumlarda, çenelerin birbirinden ayrılma mesafesi kullanılarak TS EN ISO 527-1 Madde 10.2'de tarif edildiği şekilde en büyük yükteki uzama hesaplanmalıdır.
Statik zımbalama	kN	> 2,4	> 3,7	> 4,9	> 6,1	> 7,2	TS EN ISO 12236
Yırtılma dayanımı	N	> 130	> 210	> 280	> 350	> 420	GBR-P için ISO 34 Yöntem B, çentiksiz açılı (Şekil 2) deney numunesi, 50 mm/min çekme hızı uygulanır.
Direkt kesme yoluyla sürtünme	N/mm ²	*					TS EN ISO 12957-1
Eğik düzlemde sürtünme	N/mm ²	*					TS EN ISO 12957-2
Düşük sıcaklık davranışı		*					TS EN 495-5
Isıl genleşme		*					ASTM D 696
Açık hava şartlarına karşı direnç deneyinde yıpranma oranı	%	% 1-10					TS EN 12224
Mikroorganizmalar		*					TS EN 12225
Oksidasyon (yükseltgenme)	%	< % 25					TS EN 14575
Çevresel etkilerin sebep olduğu gerilme çatlağı	h	> 200					ASTM D 5397 (Ek)
Çözünme (suda çözünebilir)	A: Sıcak su B: Alkali sıvı C: Organik alkol	< % 5 (A, B) < % 25 C					TS EN 14415

ÖZELLİKLER	BİRİM	DEĞERLER	DENEY YÖNTEMLERİ
Bitki kökünün nüfuz etmesi	Nüfuz Eder/ Etmez	Nüfuz etmeyecek	TSE CEN/TS 14416
Kimyasallara direnç		*	TS EN 14414
Oksidasyon induksiyon süresi (OIT)	min	> 100	TS EN 728
Karbon siyahı miktarı	%	2,0-2,5	ISO 6964 (TS 7792 ile aynı)
Kütlesel/hacimsel eriyik akış hızı (MFR/MVR)	g/10 min	1-3	TS EN ISO 1133
Yoğunluk	g/cm ³	> 0,94	TS EN ISO 1183-1, Yöntem A daldırma yöntemi
Karbon siyahı dağılımı	DERECE	< % 3	ISO 18553
Boyutsal kararlılık	%	< % 3	TS EN ISO 2505, 110 °C'ta 1 saat süre sonunda
Aleve doğrudan maruz kaldığında tutuşabilirlik	-	Sınıf E	TS EN 11925-2
Özgül ısı kapasitesi	J/(g.K)	*	ASTM E 1269
Camsı geçiş sıcaklığı	°C	*	ISO 11357-2
Kaynak mukavemeti	%	90	

NOTLAR

1. Proje yapımcısı, 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. Gerekmesi halinde * Proje yapımcısı tarafından belirtilecektir.

4 LLDPE (Linear low-density polyethylene) geomembranın

4.1 LLDPE geomembranın teknik özellikleri

TS EN 13361'e uygun olmalıdır

ÖZELLİKLER	BİRİM	DEĞERLER					DENEY YÖNTEMLERİ
		1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	
Kalınlık	mm	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	TS EN 1849-2
Birim alan kütlesi	g/m ²	*					TS EN 1849-2
Su geçirgenliği	(m ³ /m ² d)	< 10 ⁻⁶					EN 14150
Çekme dayanımı	N/mm ² A: Akma K: Kopma	A > 16 K > 20					GBR-P için TS EN ISO 527-1 ve TS EN ISO 527-3, Tip 5 deney numunesi, 100 mm/min çekme hızı uygulanır. Takviyeli GBR-P için TS EN ISO 527-1 ve TS EN ISO 527-3, 50 mm genişlikteki Tip 2 deney numunesi, 5 mm/min çekme hızı uygulanır. Bütün durumlarda, deney yöntemine göre ölçülen en büyük dayanım kaydedilir
Uzama	% A: Akma K: Kopma	A > 12 K > 700					GBR-P için TS EN ISO 527-1 ve TS EN ISO 527-3, Tip 5 deney numunesi, 100 mm/min çekme hızı uygulanır. Takviyeli GBR-P için TS EN ISO 527-1 ve TS EN ISO 527-3, 50 mm genişlikteki Tip 2 deney numunesi, 5 mm/min çekme hızı uygulanır. Bütün durumlarda, çenelerin birbirinden ayrılma mesafesi kullanılarak TS EN ISO 527-1 Madde 10.2'de tarif edildiği şekilde en büyük yükteki uzama hesaplanmalıdır.
Statik zımbalama	kN	> 2,4	> 3,7	> 4,9	> 6,1	> 7,2	TS EN ISO 12236
Yırtılma dayanımı	N	> 130	> 210	> 280	> 350	> 420	GBR-P için ISO 34-1 Yöntem B, çentiksiz açılı (Şekil 2) deney numunesi, 50 mm/min çekme hızı uygulanır.
Direkt kesme yoluyla sürtünme	N/mm ²	*					TS EN ISO 12957-1
Eğik düzlemde sürtünme	N/mm ²	*					TS EN ISO 12957-2
Düşük sıcaklık davranışı		*					TS EN 495-5
Isıl genleşme		*					ASTM D 696
Hava şartları etkisiyle yıpranma	%	% 1-10	%1-10	%1-10	%1-10	%1-10	TS EN 12224
Mikroorganizmalar		*					TS EN 12225
Oksidasyon (yükseltgenme)	%	< % 25					TS EN 14575

ÖZELLİKLER	BİRİM	DEĞERLER	DENEY YÖNTEMLERİ
Çevresel etkilerin sebep olduğu gerilme çatlağı	h	> 200	ASTM D 5397 (Ek)
Çözünme (suda çözünebilen)	A: Sıcak su B: Alkali sıvı C: Organik alkol	< % 5 (A, B) < % 25 C	TS EN 14415
Bitki kökünün nüfuz etmesi	Nüfuz Eder/ Etmez	Nüfuz etmeyecek	TSE CEN/TS 14416
Kimyasallara direnç		*	TS EN 14414
Oksidasyon induksiyon süresi (OIT)	dakika	> 100	TS EN 728
Karbon siyahı miktarı	%	2,0-2,5	ISO 6964 (TS 7792 ile aynı)
Kütlesel/hacimsel eriyik akış hızı (MFR/MVR)	g/10 dakika	1-3	TS EN ISO 1133
Yoğunluk	g/cm ³	> 0,92	TS EN ISO 1183-1, Yöntem A daldırma yöntemi
Karbon siyahı dağılımı	DERECE	< % 3	ISO 18553
Boyutsal kararlılık	%	< % 3	TS EN ISO 2505, 110 °C'ta 1 saat süre sonunda
Aleve doğrudan maruz kaldığında tutuşabilirlik	-	Sınıf E	TS EN 11925-2
Özgül ısı kapasitesi	J/(g.K)	*	ASTM E 1269
Camsı geçiş sıcaklığı	°C	*	ISO 11357-2
Kaynak mukavemeti	%	90	

NOTLAR

1. Proje yapımcısı, 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. * Gerekmesi halinde proje yapımcısı tarafından belirtilecektir.

5. EPDM (Ethylene Propylene Diene Terpolymer) geomembran teknik özellikleri

5.1 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.

5.1.1 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 ulaştıncaya, 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.

5.1.2 Sıcak yapıştırma otomati ile sıcak yapıştırma yapılması

Sıcak yapıştırma otomati, hızı ayarlanabilen kuvvetli tahrik motoru ile bir kabin içerisinde kompakt haldedir. Sıcak hava üfleme ağızı 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.

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

5.1.3 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, 25 mm genişlikte şerit numuneler kesilerek, bu numuneler üzerinde, tensiometre kullanılarak kayma ve sıyrılma deneyleri yapılmalıdır.

- Kayma deneyi esnasında, 25 mm genişlikteki şerit numunelere, 100 mm artı yapıştırma genişliği kadar deney boyu (kavrama çeneleri aralığı) uygulanmalıdır. Yapıştırma bölgesi, deney boyunun tam ortasında bulunmalı, kavrama çenelerinin ayrılma hızı dakikada 50 mm olmalıdır.
- Kayma (sıyrılma) deneyleri 5'er eş numune üzerinde yapılmalı. Beş numuneden en az dördünün deneyde başarılı olması zorunludur. Başarılı yapıştırma, en azından aşağıdaki yapıştırma değerlerini sağlamalıdır.
- Onaylanan yapıştırma yöntemleri sıcak yapıştırma veya soğuk yapıştırmadır.

EPDM geomembran için en az yapıştırma değerleri aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge - EPDM geomembran için en az yapıştırma değerleri

Özellik	Deney yöntemi	Değer (en az)
Kayma mukavemeti (N/mm)	TS EN 12317-2	5,7 N/mm
Soyulma mukavemeti (N/mm)	TS EN 12316-2	3,7 N/mm

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

5.1.4 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.
- 13) Tüm T- birleşim yerlerindeki yapıştırma ağızları EPDM membran ile uyumlu dikiş yapıştırıcı pastası ile emniyete alınmalıdır.

5.1.5 Onarım işlemleri

- 1) Bozuk ve hatalı kısımlarda yapıştırma işlemi tekrarlanmalıdır.
- 2) Yarıklar 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.

5.1.6 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.

5.1.7 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 İdareye teslim edilmelidir.
- 4) Kabulün yapılmış olması Madde 1.3 Genel hükümlerde belirtilen sorumlulukları kaldırmaz.

5.2 EPDM geomembranın teknik özellikleri

TS EN 13361'e uygun olmalıdır

ÖZELLİKLER	BİRİM	DEĞERLER				DENEY YÖNTEMLERİ
		1,1	1,5	2,0	2,5	
Kalınlık	mm	1,1	1,5	2,0	2,5	TS EN 1849-2
Birim alan kütlesi	g/m ²	*				TS EN 1849-2
Yüksek basınç altında su geçirgenlik	Kabul/Ret	Su sızdırmaz				EN 1928
Su geçirgenliği	m ³ /(m ² gün)	< 10 ⁻⁶				EN 14150
Çekme dayanımı	N/mm ² (enine ve boyuna) K: Kopma	K > 8				GBR-P için TS EN ISO 527-1 ve TS EN ISO 527-3, Tip 5 deney numunesi, 100 mm/min çekme hızı uygulanır. Takviyeli GBR-P için TS EN ISO 527-1 ve TS EN ISO 527-3, 50 mm genişlikteki Tip 2 deney numunesi, 5 mm/min çekme hızı uygulanır. Bütün durumlarda, deney yöntemine göre ölçülen en büyük dayanım kaydedilir
Uzama	% (enine ve boyuna) K: Kopma	K > 300				GBR-P için TS EN ISO 527-1 ve TS EN ISO 527-3, Tip 5 deney numunesi, 100 mm/min çekme hızı uygulanır. Takviyeli GBR-P için TS EN ISO 527-1 ve TS EN ISO 527-3, 50 mm genişlikteki Tip 2 deney numunesi, 5 mm/min çekme hızı uygulanır. Bütün durumlarda, çenelerin birbirinden ayrılma mesafesi kullanılarak TS EN ISO 527-1 Madde 10.2'de tarif edildiği şekilde en büyük yükteki uzama hesaplanmalıdır.
Statik zımbalama	kN	> 0,6	> 0,8	> 1,05	>1,3	TS EN ISO 12236
Yırtılma dayanımı	N	> 130	> 200	> 300	> 400	GBR-P için ISO 34-1 Yöntem B, çentiksiz açılı deney numunesi, 50 mm/min çekme hızı uygulanır.
Direkt kesme yoluyla sürtünme	N/mm ²	*				TS EN ISO 12957-1
Eğik düzlemde sürtünme	°	25				TS EN ISO 12957-2
Düşük sıcaklık davranışı	°C	< - 45				TS EN 495-5
Isıl genleşme		*				ASTM D 696
Hava şartları etkisiyle yıpranma / UV yaşlandırma	Geçer / Geçmez	Geçer				TS EN 12224
Mikroorganizmalar		*				TS EN 12225
Oksidasyon (yükseltgenme)	Geçer / Geçmez	Geçer				TS EN 14575
Çözünme (suda çözünebilen)	A: Sıcak su B: Alkali sıvı C: Organik alkol	< % 5 (A, B) < % 25 C				TS EN 14415
Bitki kökünün nüfuz etmesi	Nüfuz Eder/ Etmez	Nüfuz etmeyecek				TSE CEN/TS 14416
Kimyasallara direnç		*				TS EN 14414
Boyutsal kararlılık	%	< % 0,5				TS EN 1107-2

NOTLAR

1. Proje yapımcısı, 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. * Gerekmesi halinde proje yapımcısı tarafından belirtilecektir.

5.2 EPDM geomembranın mamul gerekleri

EPDM geomembranın mamul gerekleri aşağıda verilmiştir:

- Polimer oranı: > % 25
- Mineral dolgular ve karbon siyahı: Toplam < % 55 (karbon siyahı: > % 25, mineral dolgular < % 25)
- Mamulün boyutsal karalılığı: 80° C'ta 6 saat: EN 1107'ye göre < % 1
- Ultraviyole ışınlarına karşı direnç: TS EN ISO 12226 standardı
Süre 4 000 saat
7 kat büyütmede gözle muayene: Çatlak yok
Özelliklerin çekmede değişimi: < %25 (kopmaya ve şekil kaybına dayanım)

6. PVC (poli vinil clorür) geomembran

6.1 PVC geomembran teknik özellikleri

TS EN 13361'e uygun olmalıdır

ÖZELLİKLER	BİRİM	DEĞERLER					DENEY YÖNTEMLERİ
		1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	
Kalınlık	mm	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	TS EN 1849-2
Birim alan kütlesi	g/m ²	*					TS EN 1849-2
Su geçirgenliği	m ³ /(m ² gün)	<10 ⁻⁶					EN 14150
Çekme dayanımı	N/mm ² A: Akma K: Kopma	K > 15					GBR-P için TS EN ISO 527-1 ve TS EN ISO 527-3, Tip 5 deney numunesi, 100 mm/min çekme hızı uygulanır. Takviyeli GBR-P için TS EN ISO 527-1 ve TS EN ISO 527-3, 50 mm genişlikteki Tip 2 deney numunesi, 5 mm/min çekme hızı uygulanır. Bütün durumlarda, deney yöntemine göre ölçülen en büyük dayanım kaydedilir.
Uzama	% A: Akma K: Kopma	K > 200					GBR-P için TS EN ISO 527-1 ve TS EN ISO 527-3, Tip 5 deney numunesi, 100 mm/min çekme hızı uygulanır. Takviyeli GBR-P için TS EN ISO 527-1 ve TS EN ISO 527-3, 50 mm genişlikteki Tip 2 deney numunesi, 5 mm/min çekme hızı uygulanır. Bütün durumlarda, çenelerin birbirinden ayrılma mesafesi kullanılarak TS EN ISO 527-1 Madde 10.2'de tarif edildiği şekilde en büyük yükteki uzama hesaplanmalıdır.
Statik zımbalama	kN	> 2,4	> 3,7	> 4,9	> 6,1	> 7,2	TS EN ISO 12236
Yırtılma dayanımı	N	> 400					GBR-P için ISO 34 Yöntem B, çentiksiz açılı (Şekil 2) deney numunesi, 50 mm/min çekme hızı uygulanır.
Direkt kesme yoluyla sürtünme	N/mm ²	*					TS EN ISO 12957-1
Eğik düzlemde sürtünme	N/mm ²	*					TS EN ISO 12957-2
Düşük sıcaklık davranışı							TS EN 495-5
Isıl genleşme		*					ASTM D 696
Açık hava şartlarına karşı direnç deneyinde yıpranma oranı	%	< % 10					TS EN 12224
Mikroorganizmalar		*					TS EN 12225
Oksidasyon (yükseltgenme)	%	< % 25					TS EN 14575
Çevresel etkilerin sebep olduğu gerilme çatlağı	h	> 200					ASTM D 5397 (Ek)

ÖZELLİKLER	BİRİM	DEĞERLER	DENEY YÖNTEMLERİ
Çözünme (suda çözünebilen)	A: Sıcak su B: Alkali sıvı C: Organik alkol	< % 5 (A, B) < % 25 C	TS EN 14415
Bitki kökünün nüfuz etmesi	Nüfuz Eder/ Etmez	Nüfuz etmeyecek	TSE CEN/TS 14416
Kimyasallara direnç		*	TS EN 14414
Oksidasyon induksiyon süresi (OIT)	min	> 100	TS EN 728
Karbon siyahı miktarı	%	2,0-2,5	ISO 6964 (TS 7792 ile aynı)
Kütlesel/hacimsel eriyik akış hızı (MFR/MVR)	g/10 min	1-3	TS EN ISO 1133
Yoğunluk	g/cm ³	> 0,94	TS EN ISO 1183-1, Yöntem A daldırma yöntemi
Karbon siyahı dağılımı	DERECE	< % 3	ISO 18553
Boyutsal kararlılık	%	< % 3	TS EN ISO 2505, 110 °C'ta 1 saat süre sonunda
Aleve doğrudan maruz kaldığında tutuşabilirlik	-	Sınıf E	TS EN 11925-2
Özgül ısı kapasitesi	J/(g.K)	*	ASTM E 1269
Camsı geçiş sıcaklığı	°C	*	ISO 11357-2
Kaynak mukavemeti	%	90	

NOTLAR

1. Proje yapımcısı, 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. * Gerekmesi halinde proje yapımcısı tarafından belirtilecektir.

7. Geosentetik kil (dolgulu)bariyer

7.1 Geosentetik kil bariyerin serilmesi

7.1.1 Genel hükümler

Bentonit örtü veya daha yaygın olarak isimlendirildiği gibi 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 tutturulup kenetlenmiş altta örgülü, üstte örgüsüz iki koruyucu geotekstil tabaka arasında doğal sodyum bentonit kapsüllenmiş bir örtüdür. Kuru kalınlığı 6 mm olan bentonit esaslı örtünün geçirimsizliği en fazla 5×10^{-11} m/s olup üst üste bindirilerek serilecektir.

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. 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.

7.1.2 Malzeme

Bu örtünün seçiminde, bentonit örtü içerisindeki geotekstil-bentonit-geotekstil tabakaları arasındaki soyulma dayanımı önem arz eder. Soyulma (ayrılma) mukavemeti en az (8,5-12) kN/m (TS EN ISO 10319'ye göre) olmalıdır. Geosentetik kil örtüye ait teknik özelliklerin teknik şartnamede öngörülenlere uygunluğu; güncel CE / G işareti ile belgelenecektir.

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

7.1.3 Uygulama talimatları

Geosentetik kil örtünün uygulanması sırasında imalatçı firmanın talimatlarına kesinlikle uyulacaktır. Serme çalışmaları, yüklenici tarafından hazırlanacak olan, kontrol teşkilatına onaylatılacak, serme planına göre yapılacaktır.

7.1.4 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 taşınır.

7.1.5 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. 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

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

7.1.6 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, serme öncesinde yapılacak iş hakkında detaylı olarak bilgilendirilecektir.

7.1.7 Serme Şartları

- Geosentetik kil örtülerinin serme işi kuru hava koşullarında yapılacaktır.
- Geosentetik kil örtü ruloları şantiye içerisinde taşıyıcı bar ile taşınmalıdır.
- Rulolar açıldıktan sonra üzerinde iş makinası hareket etmeyecektir. Benzer şekilde üzerinde yürünmesi de asgari düzeyde tutulacaktır.
- 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.

- Bindirme mesafesi ve ilgili diğer uygulama hususlarında imalatçı talimatlarına uyulacaktır.
- 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 yapılarak kontrol teşkilatına kabul için sunulacaktır. Yüklenici tarafından hazırlanacak geosentetik kil örtü kabul raporu, serme planında numaralandırılacak her bir şerit dikkate alınarak hazırlanacaktır.

7.2 Kil geomembran teknik özellikleri

TS EN 13361'e uygun olmalıdır

ÖZELLİKLER	BİRİM	DEĞERLER					DENEY YÖNTEMLERİ
		1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	
Kalınlık	mm	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	TS EN ISO 9863-1
Birim alan kütlesi	g/m ²	A>250 Ü>150 B>5300					TS EN 14196. Ü: Üst tabaka (polipropilen, örgütsüz geotekstil), A: Alt tabaka (polipropilen, örgülü geotekstil) B: Bentonit tabakası (tabii bentonit)
Su geçirgenliği	m ³ /(m ² gün)	*					ASTM D 5887
Şişme indeksi		> 24					ASTM D 5890
Çekme dayanımı	N/mm ²	*					TS EN ISO 10319
Uzama	%	*					TS EN ISO 10319
Statik zımbalama	kN	*					TS EN ISO 12236
Patlatma dayanımı		*					TS EN 14151, Bu deney polimerik veya bitümlü bariyer eleman ihtiva etmesi halinde sadece GBR-C'ye uygulanır.
Direkt kesme yoluyla sürtünme	N/mm ²	*					TS EN ISO 12957-1
Eğik düzlemde sürtünme	N/mm ²	*					TS EN ISO 12957-2
Hava şartları etkisiyle yıpranma	%	*					TS EN 12224
Mikroorganizmalar		*					TS EN 12225
Oksidasyon (yükseltgenme)		*					TS EN 14575
Çevresel etkilerin sebep olduğu gerilme çatlağı		*					ASTM D 5397 (Ek)
Çözünme (suda çözünebilen)		*					TS EN 14415
Islanma – kuruma		*					TS EN 14417
Donma – çözülme		*					TS EN 14418
Bitki kökünün nüfuz etmesi	GEÇER / GEÇMEZ	GEÇMEZ					TSE CEN/TS 14416
Montmorilonit muhtevası	%	> 90					X-Işını Sapması, XRD (X Ray Diffraction)
Oksidasyon induksiyon süresi (OIT)	min	> 100					TS EN 728
Karbon siyahı miktarı	%	2,0-2,5					ISO 6964 (TS 7792 ile aynı)
Kütlesel/hacimsel eriyik akış hızı (MFR/MVR)	g/10 min	1-3					TS EN ISO 1133
Yoğunluk	g/cm ³	> 0,94					TS EN ISO 1183-1, Yöntem A daldırma yöntemi
Oksidasyon	%	< % 25					TS EN 14575
Karbon siyahı dağılımı	DERECE	< % 3					ISO 18553
Boyutsal kararlılık	%	< % 3					TS EN ISO 2505, 110 °C'ta 1 saat süre sonunda
Aleve doğrudan maruz kaldığında tutuşabilirlik	-	Sınıf E					TS EN 11925-2

ÖZELLİKLER	BİRİM	DEĞERLER	DENEY YÖNTEMLERİ
Özgül ısı kapasitesi	J/(g.K)	*	ASTM E 1269
Camsı geçiş sıcaklığı	°C	*	ISO 11357-2
Su emme oranı	%	< % 0,1	ASTM D 570
Hidrostatik dayanım	N/mm ²	> 2,75	ASTM D 751
Kaynak dayanıklılığı	N/cm ²	> 150	ASTM D 4437
Bükülme dayanımı	N/mm ²	> 85	ASTM D 747
Kaynak mukavemeti	%	90	

NOTLAR

1. Proje yapımcısı, 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. * Proje tarafından gerekmesi halinde belirtilecektir.

Ek A

TS EN 13361'e göre uygulama örnekleri

Aşağıda verilen bölüm TS EN 13361 standardından alınmıştır.

4 Gerekli özellikler ve ilgili deney metotları

4.1 Genel

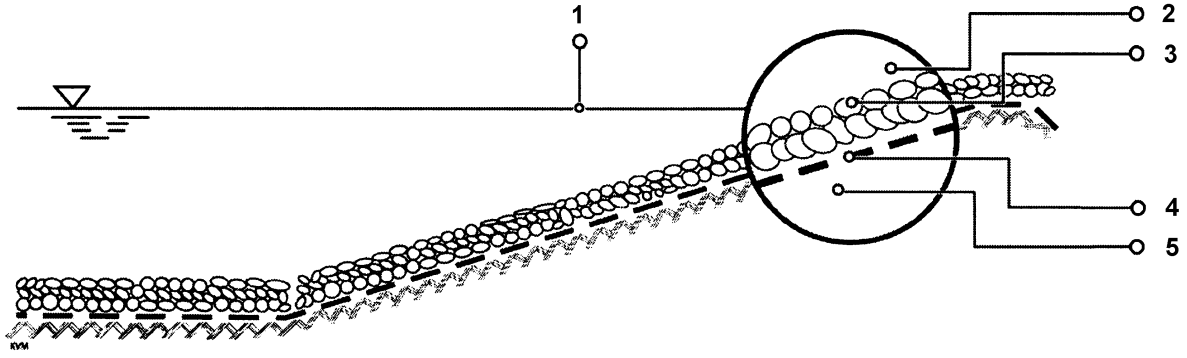
Depolama ve baraj yapılarında kullanılan geosentetik bariyerlerin ana fonksiyonları, akışkanların yapı çeperinden sızmasını önlemek veya azaltmaktır. Bu standardda, geosentetik bariyerlerin döşenmesi esnasında oluşacak hasarlar ele alınmamıştır.

4.2 Uygulama tipleri

Normal şartlarda geosentetik bariyerin, barajın dış yüzüne döşenmesi önerilir. Barajın akış aşağı yüzüne döşenecek herhangi bir geosentetik bariyere özel itina gösterilmelidir. Bu standardda tarif edilen uygulamalar, bu şekildeki uygulamaları kapsamamaktadır.

4.2.1 Uygulama 1: "İşletmede olan depolama veya barajın kaplanması"

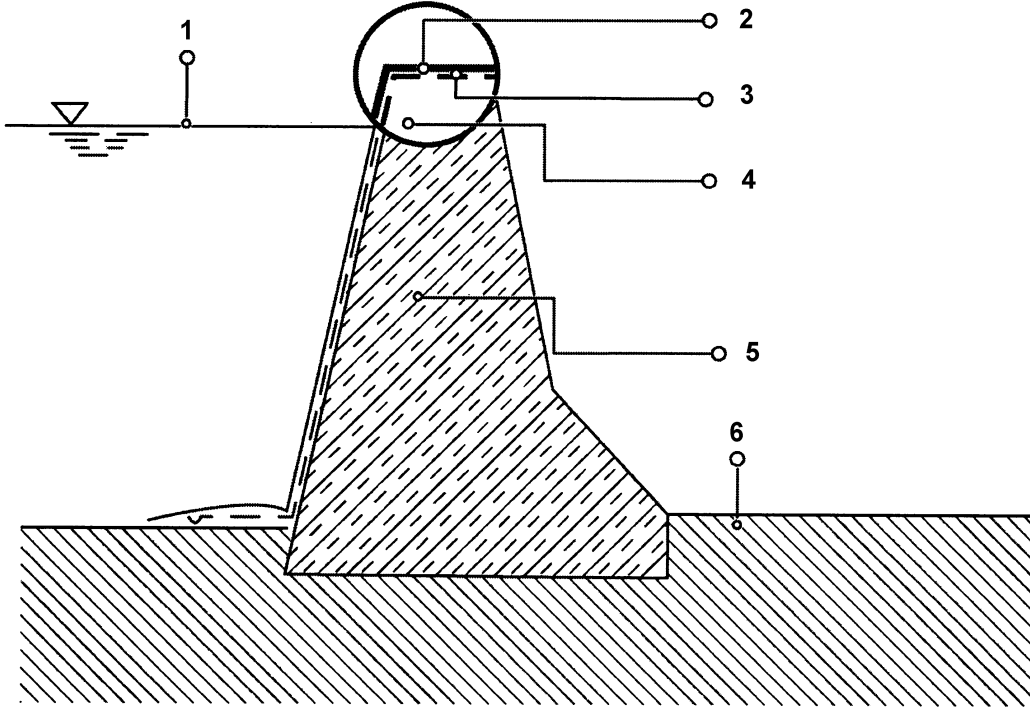
Bu uygulamada, mamul (geosentetik bariyer), kullanılmakta olan depolama veya barajın akış yukarı yüzüne, kaplama veya diğer koruyucu tabaka ile birlikte uygulanır. Bu tür yapılara ait tipik uygulamalar Şekil 1 ve Şekil 2'de gösterilmiştir.



Açıklamalar:

- 1 Su yüzü seviyesi
- 2 Akış yukarı yüz
- 3 Kaplama
- 4 Geosentetik bariyer
- 5 Baraj gövdesi

Şekil 1 - İşletmede olan depolama veya baraj gövdesi yüzeyine kaplanan geosentetik bariyer gösterimi



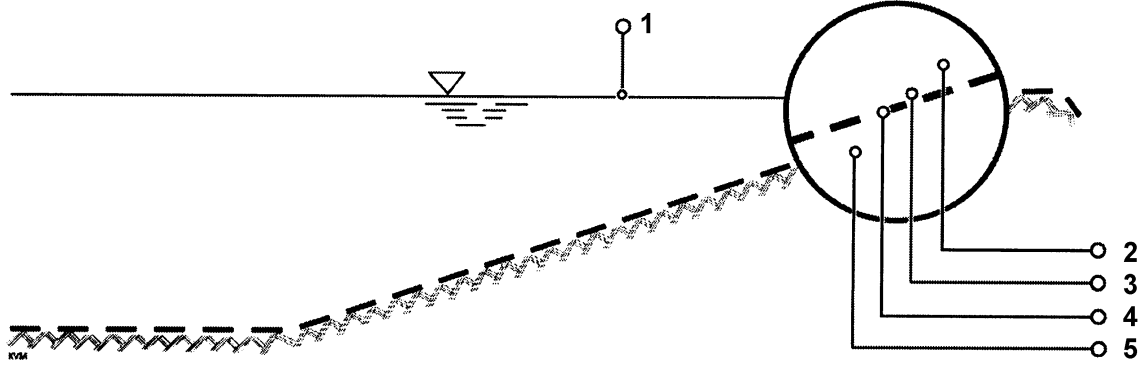
Açıklamalar:

- 1 Baraj su yüzü seviyesi
- 2 Koruyucu tabaka
- 3 Geosentetik bariyer
- 4 Baraj yüzeyi
- 5 Baraj gövdesi
- 6 Zemin

Şekil 2 - İşletmede olan depolama veya baraj gövdesi yüzeyine kaplanan geosentetik bariyer gösterimi

4.2.2 Uygulama 2: “İşletmede olmayan depolama veya barajın kaplanması”

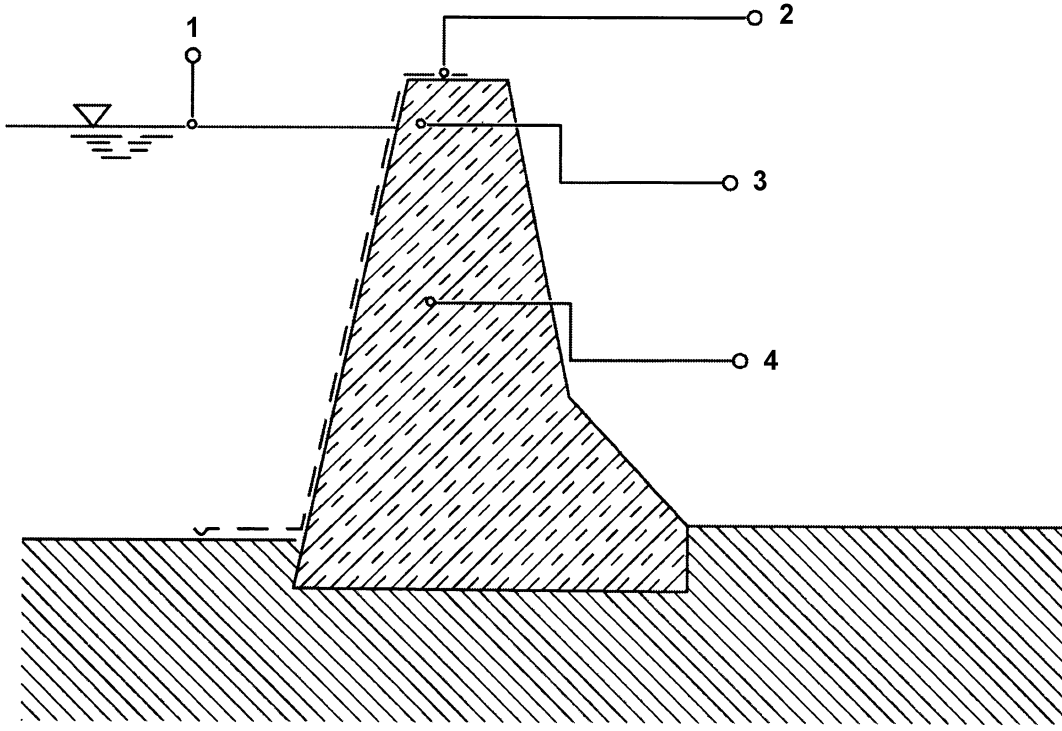
Bu uygulama, Uygulama 1'in benzeridir. Ancak, burada, mamul (geosentetik bariyer), kullanımda olmayan baraja, kaplama veya diğer koruyucu tabaka ile birlikte uygulanır. Bu tür yapıya ait tipik uygulamalar Şekil 3 ve Şekil 4'te gösterilmiştir.



Açıklamalar:

- 1 Su yüzü seviyesi
- 2 Kret
- 3 Akış yukarı yüzey
- 4 Geosentetik bariyer
- 5 Baraj gövdesi

Şekil 3 - İşletmede olmayan depolama veya baraj gövdesi yüzeyine kaplanan geosentetik bariyer gösterimi



Açıklamalar:

- 1 Su yüzü seviyesi
- 2 Geosentetik bariyer
- 3 Akış yukarı yüzey
- 4 Baraj gövdesi

Şekil 4 - İşletmede olmayan depolama veya baraj gövdesinin 35°'den daha dik şev yüzeyine kaplanan geosentetik bariyer gösterimi