



**T.C.
TARIM VE ORMAN BAKANLIğI
DEVLET SU İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜğÜ**

**DSİ GENEL MÜDÜRLÜğÜ TARAFINDAN YAPTIRILACAK REZERVUARLARDA
BARAJLARDA VE KANALLARDA KULLANILACAK
GEOSENTETİK BARIYERLER TEKNİK ŞARTNAMESİ**

**ŞUBAT 2021
ANKARA**

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ.....	4
1.1 Kapsam	4
1.2 Tanımlar	4
1.2.1 Yapı Denetim Görevlisi.....	4
1.2.2 Kalite Kontrol.....	4
1.2.3 DSİ Laboratuvarları.....	4
1.2.4 Yüklenici	4
1.2.5 Üretici.....	4
1.2.6 Şartname	4
1.2.7 Su Yapıları	4
1.2.8 Parti	4
1.2.9 Numune	4
1.2.10 Geosentetik Bariyer (GBR)	5
1.3 Geosentetik Bariyerlerin Kullanım Alanları	6
2. GENEL HÜKÜMLER.....	7
2.1 Üretici.....	9
3. ETİKET BİLGİLERİ.....	10
4. NUMUNE ALMA VE GÖNDERME ŞARTLARI	11
5. GEOSENTETİK BARİYERLERİN SERİLMESİ	12
5.1 Genel Hükümler	12
5.2 Nakliye ve Şantiyede Depolama	15
5.3 Ankraj Hendeği	15
5.4 Ankraj Hendeğinin Doldurulması	15
6. HDPE, LLDPE ve PVC GEOMEMBRANLAR	16
6.1 Geomembranın Saha Kaynak Yöntemleri	16
6.1.1 Kaynak Donanım ve Aksesuarları.....	16
6.1.2 Saha Deneme Kaynakları.....	16
6.1.3 Saha Deneyleri.....	17
6.1.4 Vakum Deneyi.....	18
6.1.5 Hava Basıncı Deneyi (sadece çift dikişli füzyon kaynaklar için)	18
6.2 Tamirat İşlemleri	19
6.2.1 Tamiratların Tahkik Edilmesi.....	19
6.2.2 Sonuçların Kaydedilmesi	20
6.2.3 Dokümantasyon	20
6.3 Düz (Pürüzsüz) HDPE ve LLDPE Geomembran Teknik Özellikleri	21
6.4 Pürüzlü – HDPE ve LLDPE Geomembran Teknik Özellikleri	24
6.5 PVC Geomembran Teknik Özellikleri	29
7. EPDM GEOMEMBRAN	33
7.1 EPDM geomembranın yapıştırılması.....	33
7.2 Deneme amaçlı yapıştırma	33
7.3 Soğuk Yapıştırma	33
7.4 Sıcak Yapıştırma.....	34
7.4.1 Sıcak Yapıştırma Otomati ile Sıcak Yapıştırma Yapılması.....	34
7.4.2 Sahada Yapıştırılan Geomembranın Kaynak Kontrolü	34
7.4.3 Onarım İşlemleri	35
7.5 EPDM Geomembran Teknik Özellikleri	36
8. GEOSENTETİK KİL (DOLGULU) BARİYER	41
8.1 Genel Hükümler	41
8.2 Fabrikada Ambalaj, Nakliye ve İndirme	41
8.3 Serme Donanımı ve Personeli	41
8.4 Serme Şartları	41
8.5 Geosentetik Kil Bariyer Teknik Özellikleri	43
9. GÜVENLİK VE EMNİYET.....	47
9.1 Tel Çit ve Kapı Uygulaması	47
9.2 Kaya Düşmesine Karşı Koruma Duvarı Yapılması	47
9.3 Malzeme Teknik Özellikleri	47
10. ATIF YAPILAN STANDARTLARIN LİSTESİ	48
11. KULLANILACAK FORMLAR.....	50

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 1. 1 Geosentetik Bariyerler ile İlgili Terimler/Tanımlar.....	5
Çizelge 1. 2 Geosentetik Bariyerlerin Kullanım Alanları ve Standartları	6
Çizelge 4. 1 Gönderilecek Numune Sayıları.....	11
Çizelge 6. 1 Saha Deneyleri.....	18
Çizelge 6. 2 Hava Basıncı Deneyi İçin Basınç Değerleri	19
Çizelge 6. 3 Düz (Pürüzsüz) HDPE ve LLDPE Geomembran Teknik Özellikleri.....	21
Çizelge 6. 4 Pürüzlü – HDPE ve LLDPE Geomembran Teknik Özellikleri	24
Çizelge 6. 5 Düz (Pürüzsüz) HDPE ve LLDPE Geomembran Tip Test Teknik Özellikleri	27
Çizelge 6. 6 Pürüzlü – HDPE ve LLDPE Geomembran Tip Test Teknik Özellikleri.....	28
Çizelge 6. 7 PVC Geomembran Teknik Özellikleri	29
Çizelge 6. 8 PVC Geomembran Tip Test Teknik Özellikleri	31
Çizelge 7. 1 EPDM Geomembran Teknik Özellikleri	36
Çizelge 7. 2 EPDM Geomembranın Tip Test Teknik Özellikleri.....	38
Çizelge 8. 1 Geosentetik Kil Bariyer Teknik Özellikleri.....	43
Çizelge 8. 2 Geosentetik Kil Bariyer Tip Test Teknik Özellikleri	45
Çizelge 10. 1 Atıf Yapılan Standartların Listesi	48

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 4. 1 Numune Alma ve Gönderme Şartları En ve Boy Yönleri	11
Şekil 6. 1 Kayma Mukavemeti Deneyi	17
Şekil 6. 2 Soyulma Mukavemeti Deneyi	17

1. GİRİŞ

1.1 Kapsam

Bu şartname, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen geosentetik bariyer uygulamaları içeren işlerde kullanılmak üzere hazırlanmıştır.

Şartname, su yapılarında kullanılacak geosentetik bariyerlerin teknik özellikleri, işaretleme, depolama, nakliye, montaj, kontrol ve muayene yöntemlerini ve kabul şartlarını kapsamaktadır.

1.2 Tanımlar

Şartnamede bahsi geçen tanımlar aşağıda verilmiştir:

1.2.1 Yapı Denetim Görevlisi

İdare tarafından işlerin denetimi için görevlendirilecek bir memur veya bir heyet ve/veya İdare dışından bu işleri yapmak üzere görevlendirilen gerçek veya tüzel kişi veya kişiler.

1.2.2 Kalite Kontrol

Bir yapının amacına uygun şekilde inşa edilmesi amacıyla inşaat işinin tüm aşamalarında kullanılacak malzemelerde dahil olmak üzere kalite güvence için gerçekleştirilen etkili ve planlı teknik faaliyetler bütünüdür.

1.2.3 DSİ Laboratuvarları

DSİ Genel Müdürlüğü, Bölge Müdürlükleri, şube müdürlükleri ve/veya şantiyelerde kurulmuş, yönetimi idareye ait olan ve kalite kontrol amaçlı deney işlemlerinin yapıldığı mekânlar.

1.2.4 Yüklenici

Üzerine ihale yapılan ve sözleşme imzalanan istekli.

1.2.5 Üretici

Bu şartnamede bahsi geçen geosentetik malzemeleri üreten imalatçı.

1.2.6 Şartname

Yapım işine ait genel, özel, teknik, idari esas ve usulleri gösteren belgeleri ifade eder.

1.2.7 Su Yapıları

Baraj, rezervuar, kanal, gölet, regülatör, yükleme havuzu, borulu isale hattı, sulama tesisi, kollektör, içmesuyu isale hattı, su haznesi, terfi merkezi, arıtma tesisi, atıksu toplayıcı hatları ile arıtma tesisi, taşkın kontrol ve nehir yatağı düzenleme tesisleri ve benzeri yapılar.

1.2.8 Parti

Projesinde belirtilen özellikte farklı üretimlere ait geosentetik malzemenin (HDPE, LLDPE vb.) aynı veya farklı zamanlarda inşaatın yapılacağı sahaya sevk edilen miktar.

1.2.9 Numune

Üzerinde deney yapılabilecek özelliklere sahip örnek.

1.2.10 Geosentetik Bariyer (GBR)

Geoteknik ve inşaat mühendisliği uygulamalarında yapı içinden geçen sıvı akışını azaltmak veya önlemek amacıyla kullanılan düşük geçirgenlikli geosentetik malzeme. Geosentetik bariyerler ile ilgili terimler çizelge 1.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 1. 1 Geosentetik Bariyerler ile İlgili Terimler/Tanımlar

Simge	Mamul
GBR	Geosentetik bariyer
GBR-P	Polimerik geosentetik bariyerler
GBR-C	Kil dolgulu geosentetik bariyerler
GBR-B	Bitümlü geosentetik bariyerler

1.2.10.1 Polimerik Geosentetik Bariyer (GBR-P)

Levha halindeki geosentetik malzemelerin fabrikada birleştirilmesiyle elde edilen ve bariyer işlevinin esas olarak polimerler tarafından sağlandığı malzeme.

- HDPE : Yüksek Yoğunluklu Polietilen
- LLDPE : Lineer Düşük Yoğunluklu Polietilen
- EPDM : Etilen Propilen Dien Monomer
- PVC : Polivinil Klorür

1.2.10.2 Kil Dolgulu Geosentetik Bariyer (GBR-C)

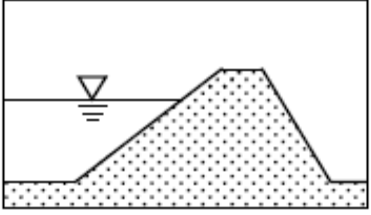
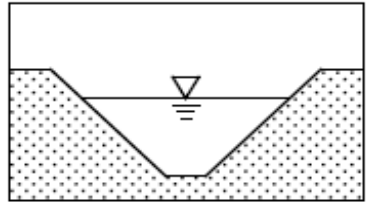
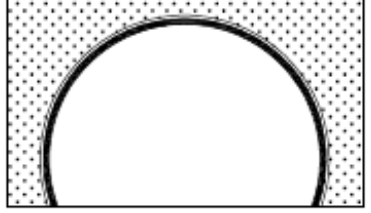
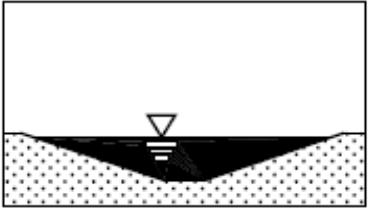
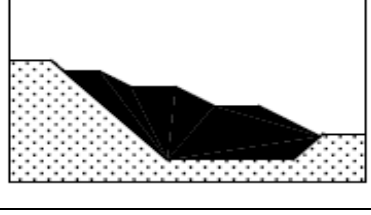

Levha halindeki geosentetik malzemelerin fabrikada birleştirilmesiyle elde edilen ve bariyer işlevinin esas olarak kil tarafından sağlandığı malzeme.

1.2.10.3 Bitümlü Geosentetik Bariyer (GBR-B)

Levha halindeki geosentetik malzemelerin fabrikada birleştirilmesiyle elde edilen ve bariyer işlevinin esas olarak bitüm tarafından sağlandığı malzeme.

1.3 Geosentetik Bariyerlerin Kullanım Alanları

Çizelge 1. 2 Geosentetik Bariyerlerin Kullanım Alanları ve Standartları

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

*Bu şartname kapsamında

2. GENEL HÜKÜMLER

Geosentetik bariyerin teknik özellikleri, uygulama yerindeki şartlara göre projeci tarafından projelendirme aşamasında belirlenecektir.

Et kalınlığı 1,50 mm'den az geomembran (HDPE, LLDPE, PVC ve EPDM) malzeme projelendirilmeyecektir.

Lamine edilmiş geomembran malzemeler DSİ projelerinde kullanılmayacaktır.

Geosentetik bariyer ruloları tek parça halinde üretilecek, rulolarda kaynak, ekleme, renk farklılıkları, yüzey bozuklukları olmayacaktır.

Pürüzlü geomembranlarda; pürüzsüz yüzey (kaynak yerleri hariç), pürüz düzensizlikleri, pürüz yükseklik ve kalınlıklarında farklılıklar olmayacaktır.

Pürüzlü geomembranlarda kaynak yerleri kaynak çizgisinden itibaren pürüzsüz olarak imal edilecektir.

Yüklenici imalatları; proje, şartname ve sözleşme esaslarına uygun olarak yapacaktır.

İmalatın şartnamede istenen kalitede gerçekleştiğinin kontrol edilmesi için gerekli olan her türlü araç, gereç, ekipman, personel ve deney giderleri yüklenici tarafından karşılanacaktır.

Şartnamede standart hükümleri, yapılan atıflar çerçevesinde geçerli olacak, şartname ile standart arasındaki farklılıklarda şartname hükümleri esas alınacaktır. Konu ile ilgili TS, EN, ISO, ASTM vb. standartlarının güncel versiyonu kullanılacak, ilgili standartların yürürlükten kalkması durumunda İdare'ce kabul edilecek eşdeğer standartlar geçerli olacaktır.

İhaleden sonra proje, malzeme ya da yapım ile ilgili ortaya çıkabilecek ihtilâflarda, kurumun değerlendirme ve talepleri esas olup, yüklenici bunları karşılamak ile yükümlüdür.

Yüklenici, deneyleri yapılacak mamulleri, deney süreçlerini de göz önüne alarak inşaata başlamadan **en az 60 gün** önce sahadan numuneleri alarak mühürlü olarak Laboratuvarlara teslim edecektir.

Mamul uygunluk deneyleri DSİ laboratuvarlarında yapılacaktır. Teknik nedenlerden dolayı DSİ laboratuvarlarında yapılamayan deneyler, İdare'nin uygun göreceği TS EN ISO/IEC 17025 kapsamında TÜRKAK tarafından Çizelge 6.3, 6.4, 6.7, 7.1, 8.1'de istenen deneylerden akredite edilmiş, geosentetik üreticisinden bağımsız laboratuvarlarda yapılacaktır.

İdare'nin, malzemeye onay vermesine müteakip, yüklenici iş programını İdare'nin onayına sunacak ve uygulamaya geçecektir.

Deney sonucu uygun olmayan malzemeler idare tarafından hazırlanan, yapı denetim görevlisi, laborant/sürveyan ve yüklenici/yüklenici temsilcisinin imzasının bulunduğu tutanak ile yüklenici tarafından şantiye sahasından uzaklaştırılacaktır. Uygun olmayan malzemeler şantiye sahasından kaldırıldıktan sonra yeni malzeme gelmesine müteakip yeni partiden numune alınacaktır.

İdare'nin bilgisi ve izni dışında yüklenici ve mamul üreticisi inşaat sahasına farklı marka ve kodlarda malzeme sevkiyatı yapmayacaktır.

Yüklenici, geosentetik üreticisinden bağımsız akredite laboratuvarında deneyleri yaptırmış olsa dahi, İdare, inşaat sahasına gelen her bir geosentetik bariyer partisi için yeniden numune alarak, öncelikle DSİ Laboratuvarlarında, teknik nedenlerden dolayı DSİ laboratuvarlarında yapılamayan deneyleri, kendi belirleyeceği TS EN ISO/IEC 17025 standardı kapsamında akredite olmuş laboratuvarlarda tekrar yaptırabilir.

Deney tekrarı talep edilmesi durumunda, deneyler laboratuvarında kalan şahit numune üzerinde yapılacaktır.

Yüklenici firma kullandığı geosentetik bariyer 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, meydana gelebilecek her türlü probleme karşı işin geçici kabul tarihinden itibaren en az 50 (elli) yıl garanti edecektir. Bu yükümlülüğün yerine getirilmesinde işin yüklenici firması sorumlu olup üretici veya tedarikçinin sorumluluğu yükleniciye karşıdır.

Yüklenici, sözleşme ve eklerinde belirtilen veya yapı denetim görevlisinden onayını aldığı bütün donanım ve malzemelerin güvenlik içinde dağıtımından, yatay, düşey taşıma, boşaltma ve depolanmasından sorumludur. Yüklenici, bu konularda geosentetik bariyer üreticisinin teknik dokümanlarında belirttiği hususlara uyacaktır.

Yüklenici, inşaat aşamasında geosentetik bariyerlerin zarar görmemesi için koruyucu önlemleri (geçici çit, aydınlatma vb.) alacaktır. İşyeri ve çevresindeki bölgede, yeterli güvenlik önleminin alınmaması sebebiyle doğabilecek hasar ve zararın ödenmesinden yüklenici sorumludur. Yüklenici, kazaların, zarar ve kayıpların meydana gelmesini önlemek amacı ile gerekli bütün tedbirleri almak ve yapı denetim görevlileri tarafından, kaza, zarar ve kayıp ihtimallerini azaltmak için verilecek talimatlara uymak zorundadır.

Yüklenici, işyerinde kullanılan araç, gereç, makine ve patlayıcı maddelerin yol açabileceği kazalardan korunma usullerini ve tedbirleri konusunda çalışanlara eğitim verecektir. Eğitim verdiği dair kayıtlarını tutacaktır.

Yüklenici; montaja başlamadan önce kaynak işlemlerini yapacak kaynakçının sertifikasının yapılacak kaynak yöntemine uygun olup olmadığı ve benzer işte en az 50.000 m² kaynak yapıp yapmadığına dair belgeyi/sertifikayı yapı denetim görevlisine sunacaktır.

Geosentetik malzeme yurtdışından temin ediliyor ise geosentetik bariyer imalatçısının Türkiye’de temsilcisinin olduğunu gösteren belge idareye verilecektir.

Baraj ve göletlerin rezervuarlarında, geosentetik bariyerin soketlendiği hendekler, maksimum su kotu üzerinde, baraj gövdesinde ise hesaplanan hava payının üzerinde projelendirilecektir.

Baraj ve göletlerde; geosentetik bariyerin soketlendiği hendekleri kesen sürekli veya mevsimlik akışı olan dere yataklarında gerekli projelendirme yapılacak, hendeklere soketlenecek geosentetik bariyerin altına su girmemesi ve zarar görmemesi için gerekli tedbirler projelerinde ayrıntılı bir şekilde gösterilecek ve yağışlarla gelen suları geomembranın altına girmeden rezervuara aktarılması ile ilgili sanat yapıları inşa edilecektir.

Baraj ve göletlerde geosentetik bariyerin inşa edildiği sahada, gerek yeraltı suyundan gerekse yüzey suyundan, geosentetik malzemenin altına sızabilecek suların, geosentetik malzemeye zarar vermemesi için gerekli drenaj projesi hazırlanacak ve inşa edilecektir.

Baraj ve göletlerde geosentetik bariyerlerin inşa edileceği rezervuarlarda jeolojik birimler içerisinde gaz oluşturabilecek yapıların tespiti halinde gerekli drenaj projeleri hazırlanacak ve inşa edilecektir.

Su ve gaz drenaj projeleri DSİ“Drenler Ve Drenaj İşleri Teknik Şartnamesi”ne göre projelendirilecektir.

Barajlarda ve göletlerde geosentetik bariyerlerin serilme esnasında, Yapı Denetim Görevlisi, kontrol teşkilatı, yüklenici, imalatçı ile birlikte geosentetik malzeme göz ile detaylı bir şekilde incelenecektir. Yapılan incelemede, malzemede herhangi bir bozukluk (farklı renk, çizik, çatlak vb.) tespiti halinde diğer işlemlere geçmeden, birlikte tutulacak bir tutanakla sahadan uzaklaştırılacaktır.

2.1 Üretici

Geosentetik bariyer üreticisi asgari aşağıdaki şartlara sahip olacaktır;

- Üretici DSİ tarafından verilecek Üretici Uygunluk Belgesine,
- Temin edilecek Geosentetik bariyerlerin güncel TS EN 13361 ve TS EN 13362 Standart Uygunluk Belgesine,
- TÜRKAK tarafından akredite edilmiş kurumlarca verilmiş, TS EN ISO 9001 Kalite Yönetim Sistemi,
- TÜRKAK tarafından akredite edilmiş kurumlarca verilmiş, TS EN ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi Belgelerine,
- Yetkilendirilmiş kurumlar tarafından verilmiş TS ISO 45001 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi Belgesine,
- Geosentetik bariyerlerin BS 6920 veya eşdeğer standartlara göre $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta içme suyuna uygun olduğunu gösteren TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi'nden (MAM) veya uluslararası akredite bir kurumdan alınmış deney sonuç raporuna,
- Çizelge 6.3, 6.4, 6.7, 7.1, 8.1'de belirtilen bütün deneylerin akreditasyon kapsamında yer aldığı, Türk Akreditasyon Kurumu (TÜRKAK) tarafından akredite edilmiş laboratuvara,
- Üretici firmalar; Geosentetik bariyerler için 4703 sayılı Kanun ve ilgili yönetmelik gereği ürün adına alınmış CE Belgesi ve ISO sertifika belgelerine sahip olacaktır.

Üretici, uygulama kurallarını anlatan “Uygulama Kılavuzu”nu (nakliye, stoklama, serme, kaynak yöntemi ve testi vb.) hazırlayarak yüklenici aracılığıyla İdare'ye sunacaktır.

Geosentetik bariyerlerin mamul markası, tipi ve kodu belirtilerek TS EN 13361 ile TS EN 13362 Standartlarında yer alan Tip Deney (Çizelge 6.5, 6.6, 6.8, 7.2, 8.2) raporları, inşaat sahasına sevkiyatı yapılan ürünle beraber İdare'ye teslim edilecektir.

Üretici, imalata başlamadan önce planlanan üretime başlama ve bitiş tarihlerini İdare'ye bildirecektir. İdare, üretici tesislerinde, imalatın her aşamasında haber vermeksizin denetleme yapabilecektir.

İdare, üretimin tamamını, TS EN 13361 ve TS EN 13362 Sistem 2+ alanında yetkili firmalara ya da üretim aşamasında tesiste görevlendireceği teknik personele kontrol ettirebilecektir.

Geosentetik bariyer üreticisi; fabrikada geosentetik bariyer üretim bandında, en yönünde 1'er metre aralıklarla boyuna ve sürekli olarak et kalınlığını ölçmek üzere ultrasonik, lazer vb. teknolojik sistemlerin kullanıldığı kalınlık ölçüm cihazı bulunduracaktır.

Geosentetik bariyer üreticisi; hammadde üreticisinin vermiş olduğu hammadde bilgi formuna ve TS EN 13361 ve TS EN 13362 standartına göre kalite planı oluşturacak ve üretimi bu kalite planına uygun olarak yaptığını ara kontrollerle teyit edecektir.

Geriye doğru izlenebilirlik için; hammadde parti numarası, giriş kalite kontrol dokümanı, üretim kayıtları (iş emri, üretim, kalite kontrol aşamaları, üretim makinesi, üretim tarihi vb.), süreç kontrol ve performans kayıtları olacaktır.

Yüklenici, serilme işlemini gerçekleştirecek tüm işçileri, üreticinin tesislerinde veya şantiye sahasında 3 (üç) günden az olmamak üzere geosentetik bariyerin temel özellikleri, istiflenmesi, serilmesi, kaynak vb. konularında teorik ve uygulamalı eğitim verecek, eğitimin yapıldığına ilişkin kayıtlar yapı denetim görevlisine verilecektir. Üretici tarafından eğitim sonrasında katılımcılara verilen belgenin geçerlilik süresi 3 (üç) yıldır. Eğitim öncesi İdare'ye haber verilecek, İdare'nin teknik personeli de bu eğitime katılabilecektir.

Geosentetik bariyerlerin üretiminde kullanılan malzemelerin reçetesi İdare'ye sunularak ve orijinal hammadde kullanılarak üretilecektir. Üretim esnasında oluşan kırıntı, kesinti, kalıntı vb. ile geri kazanılmış (hurda) hammadde kullanılmayacaktır.

3. ETİKET BİLGİLERİ

Mamul üzerinde aşağıdaki asgari bilgiler bulunacaktır. Bu bilgiler, silinmez (ultrasonik, lazer vb.) teknolojik yöntemle, mamul boyunca ön (üst) yüzeyde 1,5 m aralıklarla düzenli olarak tekrarlanarak, kaynak çizgisinden en az 10 cm iç kısmında ve 1 m mesafeden kolaylıkla okunabilecek büyüklükte her iki kenarda şaşırtmalı olarak yazılacaktır.

- Proje adı,
- Mamulün standartı,
- Ana polimer tipi (HDPE, LLDPE, EPDM, PVC vb.),
- Mamul biriminin boyutları (metre cinsinden mamulün eni ve boyu)
- Mamulün et kalınlığı,
- Birim alan kütlesi (geosentetik kil bariyerde)
- Mamulün üretim tarihi, (ggaayy)
- Sicil numarası (her bir rulo için ayrı ayrı yazılacak)
- İmalâtçı ismi,
- Kaynak işlemi için bindirme mesafesini gösteren sürekli beyaz veya mamul üstünde 1 m mesafeden gözükebilecek farklı renkte bir çizgi olacaktır.

4. NUMUNE ALMA VE GÖNDERME ŞARTLARI

İdare, geosentetik bariyerlerin muayenesi için biri yapı denetim görevlisi, laborant/sürveyan ve yüklenici/ yüklenici temsilcisinden oluşan en az üç kişilik bir komisyon kuracaktır. Komisyon, şantiye sahasından Çizelge 4.1’de belirtilen miktar, boyut ve şartlara göre numune alarak Çizelge 6.3, 6.4, 6.7, 7.1, 8.1’de istenen deneyler yapılmak üzere Madde 2’de belirtilen laboratuvarlara gönderilecektir.

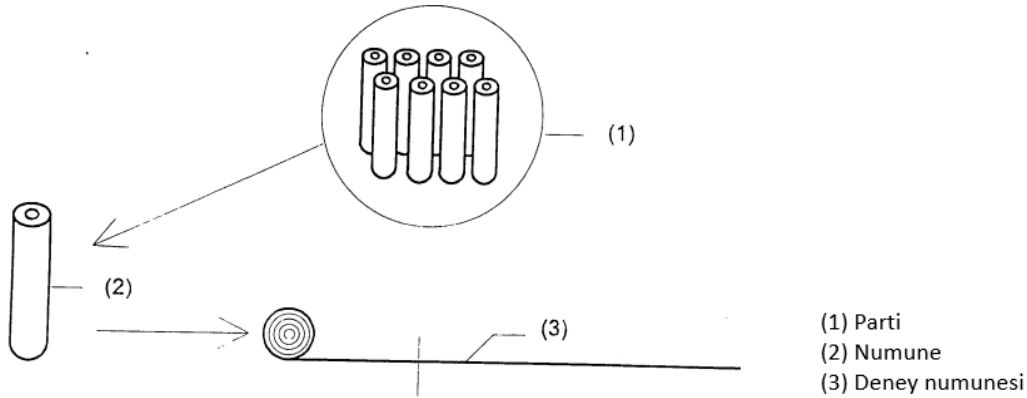
Çizelge 4. 1 Gönderilecek Numune Sayıları

Sevk Edilen Mamul Miktarı (m ²)	Alınacak Numune Sayısı (n)
‘e Kadar	
2.500	1 adet
5.000	2 adet
10.000	3 adet
10.001 ve daha büyük sevkiyatlarda	3 adet ve ilave her 10.000 m ² için 1 adet

Alınacak numune boyutları ve miktarı (her bir numune için):

En Yönü : Numune eninin tamamı

Boy Yönü : En az 2 m (eni 3 m’den daha az olan geosentetik malzemeden alınacak herbir numunenin alanı ise 6 m²’den az olmayacak şekilde alınacaktır.)



Şekil 4.1 Numune Alma ve Gönderme Şartları En ve Boy Yönleri

Rulonun ilk 2 katından numune alınmayacaktır.

Numuneler rulo genişliği boyunca enin tamamını kapsayacak şekilde kesilecektir.

Mamulün imalattan kaynaklanmayan, nakliye esnasında oluşan, zarar görmemiş, ezilmemiş, çizilmemiş, kaynaklı (kaynak deneyi hariç) ve dalgalı olmayan kısmından alınacaktır. Kaynak deneyi talep edilecek numuneler için kaynak bölgesi ortada olacak şekilde 1 m genişliğinde ve 2 m uzunluğunda numune ayrıca gönderilecektir. Numunelerde kir, çamur, düzensizlik, delik vb. olmayacaktır.

Her bir numune kesilmeden, bölünmeden tek parça halinde gönderilecektir.

Birden fazla numune aynı mühür ile mühürlenmeyecektir. Her bir numune tek tek mühürlenecek, her bir numunenin bir köşesi delinerek mühür numune üzerine sabitlenecektir. Mühürler numunenin orta kenarlarına sabitlenmeyecek, sadece köşelerden mühürlenecektir. Numunenin etrafına çelik tel ile sarılarak mühürleme yapılmayacak ve numunelerin dış ambalajları mühürlenmeyecektir. Numuneler mühürlendikten sonra ambalajlanarak (balonlu naylon ile sarılması) koruma altına alınacaktır.

Numunelerin en ve boy yönü, ön yüz (üst yüz) ve arka yüzü (alt yüz) numunelerin mühür olan köşesine görünür bir şekilde renkli silinmez bir kalemle yazılacak ve numune yönleri oklarla (en – boy) gösterilmek suretiyle belirtilecektir. Bu bilgiler numunelerin ortasına ve kenarlarına yazılmayacaktır.

Numuneler yukarıdaki çizelgeye uygun olarak farklı rulodaki geosentetik malzemeden alınacaktır.

Numuneler katlanmadan, rulo yapılarak, ezilme, çizilme ve yırtılmaya sebebiyet vermeyecek şekilde ambalajlanarak gönderilecektir.

Rulo halinde sarılan numuneler çelik tel ile bağlanmayacak ve üzerine ambalaj bandı yapıştırılmayacaktır.

Geosentetik kil bariyerlerde ıslanmış malzemelerden numune alınmayacaktır.

Numuneler F 0 16 00 56 No'lu “Şantiye Numune Alım Tutanağı” ile birlikte laboratuvara gönderilecektir.

5. GEOSENTETİK BARIYERLERİN SERİLMESİ

5.1 Genel Hükümler

Geosentetik bariyerler, projesine uygun ölçülerde üretilecektir.

Yüklenici, bu şartnamede teknik özellikleri açıklanan malzeme, donanım, yardımcı cihazları şantiyeye nakledecek, Çizelge 6.3, 6.4, 6.7, 7.1, 8.1 de belirtilen deneylerini yaptıracaktır.

Yüklenici, Çizelge 6.1’de belirtilen saha deneylerini şantiyede yapacaktır.

Geosentetik bariyerlerin serilmesi ve birleştirilmesi üretici firmanın teknik elemanı nezaretinde yapılacaktır.

Koruma maksadıyla geotekstilin geomembran ile lamine olmadan birlikte kullanıldığı durumlarda iki malzemenin birlikte çalışmasını temin etmek ve kayarak birbirinden ayrılmasını önlemek için projeci uygulama detayını projede verecektir. Projede detay bulunmaması halinde bu konu ile ilgili yüklenici

firma hangi yöntemin uygulanacağına dair projesini sunacak, projenin İdare’ce onaylanmasını müteakip uygulamaya geçilecektir.

Geosentetik bariyerlerin üzerinin beton kaplanması durumunda projeci tarafından detay kesitleri verilecektir.

Geçirimsizliği sağlamak için tesviye edilmiş zemin üzerine, projesinde belirtilmesi durumunda, önce projede belirtilen tipte geotekstil serilecektir. Kullanılacak malzemelerin kalite ve özellikleri Yapı Malzemeleri Yönetmeliği (305/2011/AB) esaslarına uygun olacaktır.

Kaplanacak bütün yüzeyler düz olacaktır. Kesici, delici maddelerden ve molozlardan arındırılacaktır.

Rezervuarda yapılacak kaplama işlemi öncesinde; zeminin jeolojik ve jeoteknik özelliklerini içeren uygun ölçekli mühendislik jeolojisi haritası hazırlanacaktır. Varsa ağaçlar kesilecek, ağaç kökleri ve organik maddeler rezervuar sahasından tabii zemine kadar temizlenecektir (gerekmesi durumunda İdare’nin uygun göreceği zirai ilaçlar kullanılarak bitki kökleri kurutulacaktır).

Geosentetikleri sermeden önce rezervuarda sızdırmazlık için iyileştirme çalışmaları yapılacaktır.

Zeminin karstik ve boşluklu olduğu durumlarda, zemindeki mevcut veya oluşabilecek boşluklardan dolayı geomembranların yırtılmaması için öncelikle bu boşlukların doldurulması ve zamanla tekrar oluşmamasına yönelik projeler geliştirilecek ve projesinde belirtilen esaslara göre iyileştirme yapıldıktan sonra geosentetik malzeme serimine geçilecektir.

Dolgu malzemeleri gaz oluşumu riskine karşı bitkisel atıklar ve turba özellikli malzeme içermecektir.

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 arttırılabilecek ya da azaltılabilecektir.

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.

İmalat esnasında inşaat sahasında biriken veya şevlerden çıkan sular drenaj ve/veya pompaj ile inşaat sahasından uzaklaştırılacaktır.

Proje kapsamında, imal edilecek tüm sanat yapılarıyla (doluşavak, dipsavak-derivasyon kondüvisi, su alma yapısı, vb.) temas edecek geomembran geçişleri ve/veya bağlantılarının detayları projesinde belirtilecek ve imalat detaylarının uygulanması ile ilgili yüklenici firma gerekli donanımları tedarik edecek, yapı denetim görevlisinin onayı ile ilgili imalat veya montaj yapılacaktır.

Kaplama işlemi esnasında yapılacak tüm kazı ve dolgu işleri DSİ Kazı ve Dolgu İşleri Teknik Şartnamesine uygun olarak yapılacaktır.

Baraj/gölet gövdesinde inşaat sonunda geosentetik malzeme kret kotunda ve kret boyunca projesine uygun olarak koruyucu beton yastık içerisine alınacaktır.

Rezervuar sahasında her türlü güçlendirme, drenaj, dolgu ve tesviye sonrası geosentetik serilmesine hazır hale getirilen sahalarda, İdare’nin onayı alındıktan sonra serme işlemine başlanacaktır. Projesinde belirtilmesi durumunda, önce projede belirtilen tipte geotekstil serilecektir.

Ülke koordinat sistemine göre su yapısını gösterir harita CAD ortamında, imalat yapılacak alan uygun parçalara bölünerek geosentetik yerleşim planı çizilip numaralandırılacaktır.

Geosentetik bariyerler, serme planına uygun olarak serilecektir. Rezervuar alanı, maksimum su kotu üzerinde hava payı dahil geosentetik malzeme ile kaplanacaktır.

İlgili geosentetik malzemeler, imalat sicil numaraları birbirini takip edecek şekilde CAD ortamında hazırlanan plana göre serilecektir.

Geomembran üzerinde yapılan bütün onarımların ve tahribatlı testlerin yerini gösteren krokiler hazırlanacak ve krokilerde her panele ait rulo numarası, panel numarası, serim tarihleri, kaynak tamirat numarası, hasar çeşidi (delinme, yırtılma vb.) bilgiler yer alacaktır. Yapılan işlemler CAD ortamında İdare'ye verilecektir.

Serme planı, öngörülen serme çalışmasından en az 2 (iki) hafta önce Yapı Denetim Görevlisinin onayına sunulacaktır. Uygulamaya, serme planının onaylanmasından sonra başlanacaktır.

Şantiyeye gelen geosentetik bariyerlerden alınan numunelerin deney sonuçları ilgili laboratuvardan gelmeden serme işlemine başlanmayacaktır.

Her bir geosentetik tabakasının montaj sonrası kabulü ve onayı alınmadan bir sonraki tabakanın serilmesi yapılmayacaktır.

Geosentetik bariyerler ankraj hendeği içerisine serilecek şekilde uzun tutulacaktır. Ankraj hendeği içerisine yerleştirilen geosentetiklerin üzerine projesine göre dolgu malzemeleri ile doldurularak geosentetiklerin kayması engellenecektir.

Geosentetiklerin serilmesi esnasında çalışma alanına ilgisiz kişilerin girmesi engellenecektir. Hiç bir personel geomembran üzerinde çalışırken, geomembrana zarar vermeyecek özel ayakkabı giyecek ve başka faaliyetlerde bulunmayacaktır. Çalışmalar esnasında geosentetiğe zarar vermemek için her türlü güvenlik önlemleri alınacaktır (sigara içmemek, delici, kesici, parlayıcı ve patlayıcı malzemelere yaklaştırmamak vb.).

Geosentetik serme işlemi esnasında kıvrılmalar, çizilmeler olmayacak ve alttaki geotekstile zarar verilmeyecektir.

Geomembran ve geotekstil serildikten sonra beton dökümü esnasında beton döküm makinaları geomembrana zarar vermeyecektir.

Geosentetikler, çevre sıcaklığının 5 °C ila 40 °C arasında olduğu şartlarda serilecektir. Uygun olmayan hava koşullarında (yağmur, kuvvetli rüzgârlar, kar vb.) serilmeyecektir.

Hiç bir durumda, bütün bir rulo yerçekimi ile rampadan yuvarlanmayacak ve sürüklenmeyecektir.

Geosentetikler üzerinde doğrudan tekerlekli veya paletli hiç bir araç dolaşmayacaktır. Zaruret olması halinde araçlar projeci tarafından belirlenecek minimum bir toprak örtü tabakası serildikten sonra bu bölgede dolaşabilecektir.

Rampalarda geosentetik malzemelerin kaymasını önlemek için paneller hendeklerin içinde geçici olarak sıkıştırılacak veya bir bölümü sabitlenecektir.

Kaplama işlemine önce gövde ve hazırlanan şevlerden başlanacaktır. Şevlerin kaplanmasından sonra rezervuar tabanı kaplanacaktır. Şevlerde serilen geosentetik 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 çukuru gömülecektir. Ankraj çukuru toprak ile kapatılıp üstü geomembran parçası ile kapatılıp kaynak yapılacaktır.

Geosentetik malzemeler rezervuara, boydan gerilme etkisine maruz kalacak şekilde, boylamasına serilecektir.

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

Geosentetik uygulaması yapılırken rüzgâr riskine karşı serilen panellerin üzerine 10 m²'de 1 (bir) adet olacak şekilde karelej yapılarak kum torbaları yerleştirilecektir.

Rezervuar çevresinde açılan sabitleme hendeklerine yerleştirilen geosentetikler, toprak ile doldurularak titreşimli el silindiri ile sıkıştırılacaktır.

5.2 Nakliye ve Şantiyede Depolama

Geosentetik rulolar proje alanına üzeri branda ile kapatılarak taşınacaktır. Ancak geosentetik kil örtü ruloları, konteyner ve kapalı kamyon kasalarında taşınacaktır.

Geosentetik malzeme yüzey drenajı sağlanmış, kuru ve sert zeminde en az 10 cm yükseklikte paletler üzerine depolanacaktır.

En fazla 2 (iki) rulo üst üste olacak şekilde depolanacaktır.

Depolanan ruloların üzerinde yer alan koruma ambalajı dışında üzeri plastik bir örtü veya branda ile kapatılacaktır.

Geosentetik kil örtüler kapalı ortamda depolanacaktır.

Ürün üzerinde bulunan etiket bilgileri silinmeyecek şekilde, PVC esaslı bir etiket ürünün dış ambalajı üzerine yapıştırılacaktır. Depolama esnasında bu etiket bilgileri okunabilecek şekilde yerleştirilecektir.

Depolama alanı, geosentetik rulolarının tamamını depolayacak kapasitede olacaktır.

Ruloların konteyner ve kamyon kasalarından indirilmesi sırasında aşağıdaki donanımlar kullanılacaktır:

- Taşıma / serme barı
- Taşıma / serme barı için iş makinası ve/veya boom ataşmanlı forklift
- Nakliye, indirme sonrasında geosentetik kil örtü ruloların ambalajları kontrol edilecek, ambalaj üzerindeki küçük hasarlar suya dirençli yapıştırma bandı ile kapatılacaktır.

5.3 Ankraj Hendeği

Ankraj hendekleri geomembran serilmeden önce uygulama projelerine göre kazılıp hazırlanacaktır. Minimum hendek boyutları taban genişliği 50 cm, yükseklik 50 cm ve üst açıklık 150 cm olacaktır. Hendek köşeleri hafifçe yuvarlatılarak, geomembranın hendekle birleştiği yerlerde keskin kıvrımlardan kaçınılacaktır. Ankraj hendeği içinde de geotekstil kaplamalı geomembran kullanılacaktır. Üzerine konulacak ağırlık miktarları ve mesafeleri projeci tarafından belirlenecektir.

5.4 Ankraj Hendeğinin Doldurulması

Ankraj hendeği, onaylanmış projesindeki detaylara göre Yapı Denetim Görevlisinin kontrolü sonrasında doldurularak sıkıştırılacaktır.

Ankraj hendeğinin grobeton ile doldurulması durumunda geosentetiklere zarar verilmemesine dikkat edilecektir.

6. HDPE, LLDPE ve PVC GEOMEMBRANLAR

6.1 Geomembranın Saha Kaynak Yöntemleri

1. Çift dikişli füzyon
2. Ekstrüzyon kaynağı (PVC hariç)

Geomembran örtüler, çift dikişli füzyon kaynak için minimum 100 mm, ekstrüzyon kaynak için minimum 75 mm bindirilecektir.

Kaynaklar mümkün olduğunca şeve paralel olarak yapılacaktır. Şeve dik kaynaklardan kaçınılacak, köşelerde ve geometrik şekilli kısımlarda, saha kaynakları en aza indirgenecektir. Tabandaki T kaynakları şev topuğuna 1,5 m'den daha yakın olmayacaktır. Kaynak işleminden sonra kırışıklık ve “balık ağzı (fishmouth)” olmayacaktır.

Yağışlı havalarda ve sabah erken saatlerdeki çiğ esnasında kaynak işlemi yapılmayacaktır.

6.1.1 Kaynak Donanım ve Aksesuarları

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. Robot kullanılmasının uygun olmadığı yerlerde, kaynak işlemi İdare'nin onayı alındıktan sonra uygun cihazla manuel olarak yapılacaktır.
10. Gerekli elektrik kabloları ve diğer aletler.

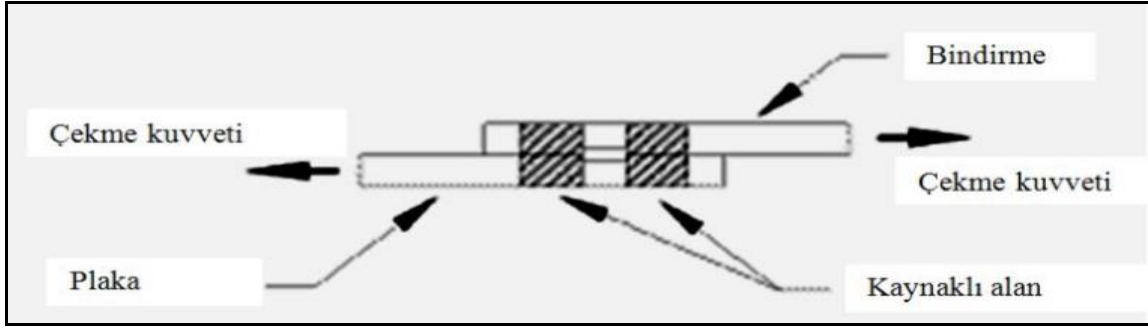
6.1.2 Saha Deneme Kaynakları

Kaynak şartlarının ve kaynak donanımlarının uygunluğunu tahkik etmek amacıyla, saha deneme kaynakları yapılacaktır. Deneme kaynakları, Yapı Denetim görevlisinin gözetiminde yapılacaktır.

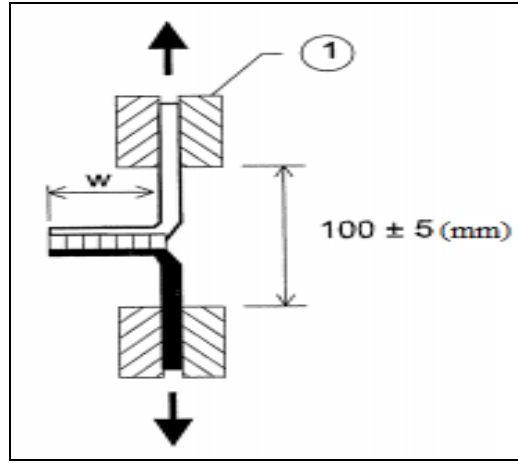
Deneme kaynağı, TS EN 12317-2 ve TS EN 12316-2 standartlarına uygun olarak (kaynak uzunluğu, çift dikişli füzyon kaynak için 3 m, ekstrüzyon kaynak için 1 m) Yapı Denetim görevlisi nezaretinde kayma ve soyulma deneyleri yapılacaktır.

Deneme kaynakları şartname değerlerini karşılamakta yetersiz kalması durumunda, kaynak aletleri ve/veya kaynakçı kabul edilmeyecek, eksiklikler düzeltilmeden ve ardı ardına iki başarılı deneme kaynağına ulaşılmadan, kaynak işlemine başlanmayacaktır.

Kaynak yerlerinde kayma ve soyulma mukavemeti deneyleri 5'er (beşer) eş numune üzerinde yapılacaktır. 5 (beş) eş numunenin deney sonuçları Çizelge 6.3, 6.4 ve 6.7'de belirtilen değerleri sağlayacaktır. 5 (beş) başarılı deney sonucunun elde edildiği kriterler (deney sonuçları, makina sıcaklığı, kaynak hızı ve baskı miktarı) tutanakla kayıt altına alınacak ve kaynak işlemi bu kriterlere göre yapılacaktır.



Şekil 6. 1 Kayma Mukavemeti Deneyi



Şekil 6. 2 Soyulma Mukavemeti Deneyi

Ekstrüzyon kaynak çubukları geomembran üretiminde kullanılan aynı esaslı malzemeden olacaktır.

6.1.3 Saha Deneyleri

Yüklenici saha kaynaklarının tamamını deneye tabi tutacaktır. Çizelge 6.1’de verilen saha deneylerini yapabilecek donanımlar ve bunların dışında da gerekebilecek tüm donanımlar yüklenici tarafından sahada hazır bulundurulacaktır.

Tahribatlı kaynak deneyleri (kayma ve soyulma mukavemet deneyleri) 200 m’de bir yapılacaktır.

Kullanılacak geomembran ve geomembranın kaynak kontrolleri için İdare gerek gördüğü takdirde inşaat sahasından numune alarak, DSİ veya bağımsız akredite laboratuvarlarda yeniden uygunluk deneyleri yaptırılabilir.

Kaynak çekme dayanımı deneyi için çekme cihazı ile birlikte numune kesiminde kullanılan ve istenen standart numunelerin aynı ölçüde olmasını sağlayan numune kesme ekipman ve kalıpları şantiye laboratuvarında hazır bulundurulacaktır.

Çizelge 6. 1 Saha Deneyleri

Deneyler	Standartlar	Kriter Değerleri
Vakum deneyi	ASTM D5641	Kaçak olmaması
Çift dikişli füzyon kaynaklarında hava basıncı deneyi	ASTM D5820	Kaçak olmaması
Kayma mukavemeti	TS EN 12317-2	6.3, 6.4, 6.7, 7.1
Soyulma mukavemeti	TS EN 12316-2	6.3, 6.4, 6.7, 7.1
Kıvılcım testi (geomembran yüzeyinde delik kontrolü)	ASTM D7240	Kaçak olmaması (delik olmaması)

6.1.4 Vakum Deneyi

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

1. Kabin, 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.

Deneyin Yapılışı

1. Bindirmenin fazlalık kısımları kesilecektir.
2. Vakum kutusu izleme penceresi, conta yüzeyleri temizlenerek, kaçak olabilecek yerler kontrol edilecektir.
3. Geomembranın üzeri yaklaşık 300 mm x 1200 mm (kutu boyu kadar) bir şerit halinde köpüklü solüsyon ile ıslatılacaktır.
4. Kutu ıslatılan kısmın üzerine yerleştirilerek bastırılacaktır.
5. Vakum motoru çalıştırılarak ve $\geq 0,3$ bar vakumdaki vakum kutusunun geomembrana vakum yapması sağlanacaktır.
6. Yaklaşık 15 saniye süre ile izleme penceresinden, sabunlu solüsyonda kabarcıkların varlığı araştırılarak geomembran kaynaklarında kaçak olup olmadığı kontrol edilecektir.
7. 15 saniyelik sürede kabarcık görülmez ise, vakum motoru kapatılacak ve deney sonlandırılacaktır. Deney ardışık olarak tekrarlanacaktır.
8. Kabarcık görülen tüm alanlar işaretlenerek, onarılacak ve tekrar deneye tabi tutulacaktır.
9. Kaynakların bu yöntemle deneye tabi tutulamayacağı yerlerde, Yapı Denetim görevlisinin kararına göre farklı yöntemlerle testler yapılarak kontrol edilecektir.

6.1.5 Hava Basıncı Deneyi (sadece çift dikişli füzyon kaynaklar için)

Çift dikişli füzyon kaynakların deneyi için gerekli donanımlar:

1. Geomembranı korumak amacıyla yastık üzerine monte edilmiş, yeterli basıncı sağlayacak kompresör.
2. Üzerine manometre monte edilmiş keskin uçlu, kanallı iğne, ya da onaylı başka bir basınç besleme aleti.

Deneyin Yapılışı

1. Deneye tabi tutulacak kanalın bir ucu kapatılacaktır.
2. İğne ya da onaylanmış basınç besleme aleti, çift dikişli füzyon kaynağı ile oluşturulan kanalın kapatılmış ucundan sokulacaktır.
3. Hava kanalının tamamen temiz olduğunun görülebilmesi için kompresör ile hava basılacaktır.
4. Kanalın diğer ucu da kapatılacaktır.

5. Kompresör ile Çizelge 6.2’de geomembran kalınlıklarına bağılı olarak gösterilen basınç değerleri verilecek, vana kapatılacak ve kanal içindeki basınç iki dakika içinde dengelendikten sonra, basınç değeri yaklaşık 5 dakika süre ile gözlenecektir.
6. Basınç kaybı Çizelge 6.2’de gösterilen değerleri aşarsa ya da basınç sabitlenmez ise hatalı yer bulunacak, onarılıp, tekrar deneye tabi tutulacaktır.
7. İğne ya da onaylanmış basınç besleme aleti çıkarılacaktır.
8. Deneye tabi tutulan kaynak dikişu uzunluğu, azami 25 m olacaktır.
9. Kaynak dikişleri, aralarında basınçlı hava deneyi için bırakılmış kontrol kanalı (≥ 15 mm) ile bütünleşik çift dikişli ($2 \times \geq 15$ mm) olarak yapılacaktır.

Çizelge 6. 2 Hava Basıncı Deneyi İçin Basınç Değerleri

Geomembran kalınlığı	En düşük basınç		En yüksek basınç		Müsaade edilebilir basınç kaybı	
	(mm)	(psi)	(bar)	(psi)	(bar)	(psi)
1,50	27	1,9	35	2,4	3	0,2
2,00	30	2,1	35	2,4	2	0,15
2,50	30	2,1	35	2,4	2	0,15
3,00	30	2,1	35	2,4	2	0,15

6.2 Tamirat İşlemleri

Bozuk ve hatalı kaynak kısımları şartnamede belirtilen şekilde tekrar kaynak işlemine tabi tutulacaktır.

Ekstrüzyon kaynak cihazının uç açıklığından daha büyük olan bütün delikler, yırtılmalar vb. ekstrüzyon kaynaklı yama ile onarılacaktır. Küçük delikler, üzerleri ekstrüzyon kaynağı ile kapatılarak onarılacak ve delik 4 mm’den büyükse yama yapılacaktır.

Yırtıklar yama yapılarak onarılacaktır. Yırtık şev üzerinde veya bir gerilme bölgesinde ise ve sivri ucu varsa, sivri uç yama yapılmadan önce yuvarlatılarak, hasarın ilerlemesi engellenecektir.

Kusurlu geomembranlar serilmeyecektir. Geniş delikler, pürüz ve hammaddenin iyi dağılmamasından dolayı oluşan bozukluklar ve herhangi bir yabancı maddeden dolayı kirlenmiş yerler yama yapılacaktır.

Yama yapılacak geomembran yüzeyi, onarımdan en fazla 10 dakika önce temizlenecek ve taşlanacaktır. Taşlama işlemi sırasında kalınlığın % 10’undan fazlası alınmayacaktır.

Kaynak, taşlamanın başladığı yerden itibaren başlatılacak ve daha önceki kaynak yerine en az 50 mm bindirme yapılacaktır. Tabanda ve şev yüzeylerinde bindirme yönleri kesinlikle akış yönünde olacaktır. Mevcut bir ekstrüzyon kaynağının üzerine tekrar ekstrüzyon kaynağı yapılacak ise eski kaynak yüzeyi taşlanacaktır.

Yamalar yuvarlak ya da oval biçimde olacaktır ve hatalı kısmın kenarını en az 150 mm aşacaktır. Tüm yamalar, kullanılan geomembran ile aynı kalınlıkta ve yapıda olacak, geomembran üzerine yerleştirilmeden önce açılı taşlama aleti ile taşlanarak kenarları eğimli hale getirilecek ve onaylanmış yöntemlerle uygulanacaktır.

6.2.1 Tamiratların Tahkik Edilmesi

Yapı denetim görevlisinin onarılan kaynaktan tahribatlı deney istemediği hallerde, her onarım yerine tahribatsız deney (kıvılcım deneyi vb.) yapılacaktır.

6.2.2 Sonuçların Kaydedilmesi

Yüklenici, Yapı Denetim Görevlisine 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.

6.2.3 Dokümantasyon

Bütün onarımlar için aşağıdaki şekilde dokümantasyon hazırlanacaktır:

Proje Adı

Onarım Numarası

Onarım Konumu

Onarım Tarihi

Deney Tarihi

Deney Sonucu

Onarımı Yapan

Onaylayanlar (Yapı denetim görevlisi, laborant/sürveyan ve yüklenici/yüklenici temsilcisi)

6.3 Düz (Pürüzsüz) HDPE ve LLDPE Geomembran Teknik Özellikleri

Çizelge 6. 3 Düz (Pürüzsüz) HDPE ve LLDPE Geomembran Teknik Özellikleri

SIRA NO	DENEY ADI	BİRİM	DEĞER				DENEY YÖNTEMİ VE AÇIKLAMALAR	
			1,50	2,00	2,50	3,00		
	Mamul Kalınlığı	mm						
1	Kalınlık	mm	≥ 1,50	≥ 2,00	≥ 2,50	≥ 3,00	TS EN ISO 9863-1 (Yöntem C)	
2	Birim alan kütlesi	g/m ²	HDPE	≥ 1410	≥ 1880	≥ 2350	≥ 2820	TS EN 1849-2
			LLDPE	≥ 1380	≥ 1840	≥ 2300	≥ 2760	
3	Statik delinme kuvveti (CBR)	kN	HDPE	≥ 3,75	≥ 5,00	≥ 6,25	≥ 7,50	TS EN 12236
			LLDPE	≥ 2,40	≥ 3,20	≥ 4,00	≥ 4,80	
4	*Kayma mukavemeti	N/50 mm	≥ 750	≥ 1000	≥ 1250	≥ 1500	TS EN 12317-2	
5	*Soyulma mukavemeti	N/50 mm		≥ 525	≥ 700	≥ 875	≥ 1050	TS EN 12316-2
				(Çene arası 100 mm sağlanamadığı durumlarda, numunenin cihaz çenelerine tutturulabildiği serbest aralıkta deney gerçekleştirilir.)				
6	Sıvı geçirgenliği	m ³ /(m ² gün)		≤ 4x10 ⁻⁶			TS EN 14150 (Test sıvısı sudur ve permeabilite değeri raporlanır)	
7	Yoğunluk	g/cm ³	5 ayrı noktada deney yapılacaktır	0,940 - 0,970 (HDPE) 0,920 - 0,939 (LLDPE)			TS EN ISO 1183-1 Yöntem A daldırma yöntemi	
8	Karbon siyahı miktarı	% (Kütlece)	5 ayrı noktada deney yapılacaktır	2,00 - 3,00			TS ISO 6964 Yöntem A	

SIRA NO	DENEY ADI	BİRİM	DEĞER		DENEY YÖNTEMİ VE AÇIKLAMALAR
9	Kül miktarı	% (Kütlece)	5 ayrı noktada deney yapılacaktır	$\leq 0,1$	TS ISO 6964 Yöntem A
10	Kütlesel eriyik akış hızı (MFR)	g/10 dakika		0,10 – 1,00	TS EN ISO 1133 2,16 kg yük altında ve 190 °C sıcaklıkta yapılmalıdır
11	Oksidasyon indüksiyon süresi (OIT)	Dakika	5 ayrı noktada deney yapılacaktır	≥ 150	TS EN ISO 11357-6 (200 °C'ye kadar 20 °C/dakika)
12	Karbon siyahı dağılım derecesi	-		A1, A2, A3 $B \leq 3$	TS ISO 18553
13	Boyut kararlılığı (en ve boy yönünde)	% değişim (en fazla)		$\pm 1,00$	TS EN 1107-2
14	Düşük sıcaklıkta katlanabilirlik (soğukta bükme) (en ve boy yönünde)	°C		- 30	TS EN 495-5 (Tüm yüz, yön ve kesitlerde çatlak ve yarık olmayacaktır)
15	Çevresel gerilme çatlağı	Saat		≥ 336 (HDPE)	TS EN 14576
16	Çekme dayanımı (en ve boy yönünde) K: Kopma A: Akma	N/mm ²		K $\geq 27,0$ (HDPE) K $\geq 20,0$ (LLDPE) A $\geq 16,0$ (HDPE)	TS EN ISO 527-3
17	Uzama Oranı (en ve boy yönünde) K: Kopma A: Akma	%		K $\geq 700,0$ (HDPE ve LLDPE) A $\geq 12,0$ (HDPE)	TS EN ISO 527-3 (L ₀ =25 mm) Ekstansometre ile ölçülecektir.

SIRA NO	DENEY ADI	BİRİM	DEĞER		DENEY YÖNTEMİ VE AÇIKLAMALAR
18	Yırtılma dayanımı (en ve boy yönünde)	kN/m		≥ 125 (HDPE) ≥ 100 (LLDPE)	TS ISO 34-1 Yöntem B, Figür 2, Açılı, Çentiksiz Deney hızı: 50 mm/dakika
19	Isıl genleşme	%		$\leq 2 \times 10^{-4}$	ASTM D 696

6.4 Pürüzlü – HDPE ve LLDPE Geomembran Teknik Özellikleri

Çizelge 6. 4 Pürüzlü – HDPE ve LLDPE Geomembran Teknik Özellikleri

SIRA NO	DENEY ADI	BİRİM	DEĞER				DENEY YÖNTEMİ VE AÇIKLAMALAR	
			1,50	2,00	2,50	3,00		
	Mamul Kalınlığı	mm		1,50	2,00	2,50	3,00	
1	Kalınlık	mm		≥ 1,50	≥ 2,00	≥ 2,50	≥ 3,00	TS EN ISO 9863-1 (Yöntem D) (Not: Bu kalınlık değerlerine pürüz yükseklik ve kalınlıkları dahil değildir)
2	Birim alan kütlesi	g/m ²	HDPE	≥ 1410	≥ 1880	≥ 2350	≥ 2820	TS EN 1849-2
			LLDPE	≥ 1380	≥ 1840	≥ 2300	≥ 2760	
3	Statik delinme kuvveti (CBR)	kN	HDPE	≥ 3,75	≥ 5,00	≥ 6,25	≥ 7,50	TS EN 12236
			LLDPE	≥ 2,40	≥ 3,20	≥ 4,00	≥ 4,80	
4	*Kayma mukavemeti	N/50 mm		≥ 750	≥ 1000	≥ 1250	≥ 1500	TS EN 12317-2
5	*Soyulma mukavemeti	N/50 mm		≥ 525	≥ 700	≥ 875	≥ 1050	TS EN 12316-2 (Çene arası 100 mm sağlanamadığı durumlarda, numunenin cihaz çenelerine tutturulabildiği serbest aralıkta deney gerçekleştirilir.)
6	Sıvı geçirgenliği	m ³ /(m ² gün)		≤ 4x10 ⁻⁶				TS EN 14150 (Test sıvısı sudur ve permeabilite değeri raporlanır)
7	Pürüz yüksekliği	mm		≥ 0,40				ASTM D7466
8	Yoğunluk	g/cm ³	5 ayrı noktada deney yapılacaktır	0,940 - 0,970 (HDPE) 0,920 - 0,939 (LLDPE)				TS EN ISO 1183-1 Yöntem A daldırma yöntemi

SIRA NO	DENEY ADI	BİRİM	DEĞER		DENEY YÖNTEMİ VE AÇIKLAMALAR
9	Karbon siyahı miktarı	% (Kütlece)	5 ayrı noktada deney yapılacaktır	2,00 - 3,00	TS ISO 6964 Yöntem A
10	Kül miktarı	% (Kütlece)	5 ayrı noktada deney yapılacaktır	≤ 0,1	TS ISO 6964 Yöntem A
11	Kütlesel eriyik akış hızı (MFR)	g/10 dakika		0,10 – 1,00	TS EN ISO 1133 (Deneyler 2.16 kg yük altında ve 190 °C sıcaklıkta yapılmalıdır)
12	Oksidasyon indüksiyon süresi (OIT)	Dakika	5 ayrı noktada deney yapılacaktır	≥ 150	TS EN ISO 11357-6 (200 °C'ye kadar 20 °C/dakika)
13	Karbon siyahı dağılım derecesi	-		A1, A2, A3 B ≤ 3	TS ISO 18553
14	Boyut kararlılığı (en ve boy yönünde)	% değişim (en fazla)		± 1,00	TS EN 1107-2
15	Düşük sıcaklıkta katlanabilirlik (soğukta bükme) (en ve boy yönünde)	°C		- 30	TS EN 495-5 (Tüm yüz, yön ve kesitlerde çatlak ve yarık olmayacaktır.)
16	Çevresel gerilme çatlağı	Saat		≥ 336 (HDPE)	TS EN 14576
17	Çekme dayanımı (en ve boy yönünde) K: Kopma A: Akma	N/mm ²		K ≥ 10,0 (HDPE ve LLDPE) A ≥ 15,0 (HDPE)	TS EN ISO 527-3 Deney numuneleri pürüzleri içerecek şekilde alınır.

SIRA NO	DENEY ADI	BİRİM	DEĞER	DENEY YÖNTEMİ VE AÇIKLAMALAR
18	Uzama oranı (en ve boy yönünde) K: Kopma A: Akma	%	$K \geq 400,0$ (HDPE ve LLDPE) $A \geq 12,0$ (HDPE)	TS EN ISO 527-3 Deney numuneleri pürüzleri içerecek şekilde alınır. ($L_0=25$ mm) Ekstansometre ile ölçülecektir.
19	Yırtılma dayanımı (en ve boy yönünde)	kN/m	≥ 125 (HDPE) ≥ 100 (LLDPE)	TS ISO 34-1 Yöntem B, Figür 2, Açılı, Çentiksiz Deney hızı: 50 mm/dakika
20	Isıl genleşme	%	$\leq 2 \times 10^{-4}$	ASTM D 696

Çizelge 6. 5 Düz (Pürüzsüz) HDPE ve LLDPE Geomembran Tip Test Teknik Özellikleri

SIRA NO	ÖZELLİKLER	BİRİM	DEĞERLER				DENEY YÖNTEMİ VE AÇIKLAMALAR
			1,50	2,00	2,50	3,00	Not – Aşağıda deney yöntemi belirtilmeyen deneyler için TS EN 13361 ile TS EN 13362'ye bakılmalıdır
	Mamul Kalınlığı	mm	1,50	2,00	2,50	3,00	
1	Açık hava şartlarına karşı direnç	%	≥ 75				TS EN 12224 (Üreticiden istenecek her formül değiştiğinde veya 5 yılda bir yapılacak) deney süresi 3000 saat
2	Oksidasyon (yükseltgenme)	%	Kopma uzaması ≥ 75 Kopma dayanımı (σ) ≥ 75				TS EN 14575 (Üreticilerden istenecek deney süresi 180 gün (80±1) °C'de eskitme sonrası mekanik testler yapılacak) Deney sonucu ölçülen kopma uzama değeri ilk kopma uzama değerinin % 75'inden ve ölçülen kopma dayanımı ilk kopma dayanımı değerinin %75'inden büyük eşit olacaktır. Yaşlandırma sonrası OIT deneyinde ≥ 15 dakika (200 °C)
3	Kimyasal direnç (en ve boy yönünde) K: Kopma	%	$K \geq 75$				TS EN 14414 Geomembranın temas edeceği ortam kimyasal etkiye sahip olması durumunda projeci tarafından belirtilmelidir. Projede verilen değer tahkiki. 56 gün Beton ile temas eden ürünler EN 14030 Alkali Dayanım Testine tabi tutulmalıdır. Bu test sonrası değişim Çekme Dayanımı ve Kopma Uzaması Değişimi %50 den az olmalıdır.
4	Çözünme (suda çözünebilen)	%	Kopma uzaması ≥ 75 Kopma dayanımı (σ) ≥ 75				TS EN 14415 (56 gün 80 °C) Deney sonucu ölçülen kopma uzama değeri ilk kopma uzama ve kopma dayanımı değerinin % 75'inden büyük eşit olacaktır. Yaşlandırma sonrası OIT deneyinde ≥ 25 dakika (200 °C)
5	Bitki kökünün nüfuz etmesi	Nüfuz Eder / Etmez	Nüfuz etmeyecek				CEN/TS 14416 (8 Hafta)

Çizelge 6. 6 Pürüzlü – HDPE ve LLDPE Geomembran Tip Test Teknik Özellikleri

SIRA NO	ÖZELLİKLER	BİRİM	DEĞERLER				DENEY YÖNTEMİ VE AÇIKLAMALAR Not – Aşağıda deney yöntemi belirtilmeyen deneyler için TS EN 13361 ile TS EN 13362'ye bakılmalıdır
			1,50	2,00	2,50	3,00	
	Mamul Kalınlığı	mm	1,50	2,00	2,50	3,00	
1	Açık hava şartlarına karşı direnç	%	≥ 75				TS EN 12224 (Üreticiden istenecek her formül değiştiğinde veya 5 yılda bir yapılacak) deney süresi 3000 saat
2	Oksidasyon (yükseltgenme)	%	Kopma uzaması ≥ 75 Kopma dayanımı (σ) ≥ 75				TS EN 14575 (Üreticilerden istenecek deney süresi 180 gün (80±1) °C'de eskitme sonrası mekanik testler yapılacak) Deney sonucu ölçülen kopma uzama değeri ilk kopma uzama değerinin % 75'inden ve ölçülen kopma dayanımı ilk kopma dayanımı değerinin %75'inden büyük eşit olacaktır. Yaşlandırma sonrası OIT deneyinde ≥ 15 dakika (200 °C)
3	Kimyasal direnç (en ve boy yönünde) K: Kopma	%	$K \geq 75$				TS EN 14414 Geomembranın temas edeceği ortam kimyasal etkiye sahip olması durumunda projeci tarafından belirtilmelidir. Projede verilen değer tahkiki. 56 gün Beton ile temas eden ürünler EN 14030 Alkali Dayanım Testine tabi tutulmalıdır. Bu test sonrası değişim Çekme Dayanımı ve Kopma Uzaması Değişimi %50 den az olmalıdır.
4	Çözünme (suda çözünebilen)	%	Kopma uzaması ≥ 75 Kopma dayanımı (σ) ≥ 75				TS EN 14415 (56 gün 80 °C) Deney sonucu ölçülen kopma uzama değeri ilk kopma uzama ve kopma dayanımı değerinin % 75'inden büyük eşit olacaktır. Yaşlandırma sonrası OIT deneyinde ≥ 25 dakika (200 °C)
5	Bitki kökünün nüfuz etmesi	Nüfuz Eder / Etmez	Nüfuz etmeyecek				CEN/TS 14416 (8 Hafta)

6.5 PVC Geomembran Teknik Özellikleri

Çizelge 6. 7 PVC Geomembran Teknik Özellikleri

SIRA NO	DENEY ADI	BİRİM	DEĞER				DENEY YÖNTEMİ VE AÇIKLAMALAR
			1,50	2,00	2,50	3,00	
	Mamul Kalınlığı	mm					
1	Kalınlık	mm	≥ 1,50	≥ 2,00	≥ 2,50	≥ 3,00	TS EN ISO 9863-1 Yöntem C
2	Birim alan kütlesi	g/m ²	≥ 1905	≥ 2540	≥ 3175	≥ 3810	TS EN 1849-2
3	Statik delinme kuvveti (CBR)	kN	≥ 1,50	≥ 2,00	≥ 2,50	≥ 3,00	TS EN 12236
4	*Kayma mukavemeti	N/50 mm	≥ 600	≥ 800	≥ 1000	≥ 1200	TS EN 12317-2
5	*Soyulma mukavemeti	N/50 mm	≥ 420	≥ 560	≥ 700	≥ 840	TS EN 12316-2 (Çene arası 100 mm sağlanamadığı durumlarda, numunenin cihaz çenelerine tutturulabildiği serbest aralıkta deney gerçekleştirilir)
6	Sıvı geçirgenliği	m ³ /(m ² gün)		≤ 4x10 ⁻⁶			TS EN 14150
7	Yoğunluk	g/cm ³	5 ayrı noktada deney yapılacaktır	1,270 - 1,330			TS EN ISO 1183-1, Yöntem A daldırma yöntemi
8	Düşük sıcaklıkta katlanabilirlik (soğukta bükme) (en ve boy yönünde)	°C		- 20			TS EN 495-5 (Tüm yüz, yön ve kesitlerde çatlak ve yarık olmayacaktır)
9	Çekme dayanımı (en ve boy yönünde) K: Kopma	N/mm ²		K ≥ 15,0			TS EN ISO 527-3 Deney hızı: 100 mm/dakika (%400'den daha büyük bir kopma uzaması değeri beyan edilen mamuller için deney hızı 500 mm/dakika olacaktır.)

SIRA NO	DENEY ADI	BİRİM	DEĞER	DENEY YÖNTEMİ VE AÇIKLAMALAR
10	Uzama oranı (en ve boy yönünde) K: Kopma	%	$K \geq 250,0$	TS EN ISO 527-3 Deney hızı: 100 mm/dakika (%400'den daha büyük bir kopma uzaması değeri beyan edilen mamuller için deney hızı 500 mm/dakika olacaktır.)
11	Yırtılma dayanımı (en ve boy yönünde)	kN/m	≥ 60	TS ISO 34-1 Yöntem B, Figür 2, Açılı, Çentiksiz Deney hızı: 50 mm/dakika
12	Isıl genleşme	%	$\leq 12 \times 10^{-5}$	ASTM D696

Çizelge 6. 8 PVC Geomembran Tip Test Teknik Özellikleri

SIRA NO	ÖZELLİKLER	BİRİM	DEĞERLER				DENEY YÖNTEMİ VE AÇIKLAMALAR Not – Aşağıda deney yöntemi belirtilmeyen deneyler için TS EN 13361 ile TS EN 13362'ye bakılmalıdır
			1,50	2,00	2,50	3,00	
	Mamul Kalınlığı	mm	1,50	2,00	2,50	3,00	
1	Açık hava şartlarına karşı direnç	%	Kopma uzaması ≥ 75 Kopma dayanımı (σ) ≥ 75				TS EN 12224 (Her formül değiştiğinde veya 5 yılda bir yapılacak) deney süresi 430 saat Deney sonucu, ölçülen kopma uzama ve kopma dayanımı değerleri ilk kopma uzama ve kopma dayanımı değerlerinin % 75'ine eşit veya daha büyük olacaktır.
2	Oksidasyon (yükseltgenme)	%	Kopma uzaması ≥ 75 Kütle kaybı ≤ 10				TS EN 14475 (360 gün 70 °C) Deney sonucu ölçülen uzama değeri ilk kopma uzama değerinin % 75'inden büyük eşit olacaktır. Kütle kaybı %10'dan küçük eşit olacaktır.(TS EN 1849-2)
3	Çözünme (suda çözünebilen)	%	Kopma uzaması ≥ 75 Kütle kaybı ≤ 10				TS EN 14415 (Yöntem A) (360 gün 70 °C suda) Deney sonucu ölçülen kopma uzama değeri ilk kopma uzama değerinin % 75'inden büyük eşit olacaktır. Kütle kaybı %10'dan küçük eşit olacaktır.(TS EN 1849-2)
4	Mikroorganizmalar	%	Kopma uzaması ≥ 75 Kopma dayanımı (σ) ≥ 75 Kütle kaybı ≤ 10				TS EN 12225 Deney sonucu, ölçülen kopma uzama ve kopma dayanımı değerleri ilk kopma uzama ve kopma dayanımı değerlerinin % 75'ine eşit veya daha büyük olacaktır. TS EN 1849-2 ye göre numune hazırlanacak ve kütle kaybı % 10'dan küçük eşit olacaktır.
5	Bitki kökünün nüfuz etmesi	Nüfuz Eder / Etmez	Nüfuz etmeyecek				CEN/TS 14416 (8 Hafta)

NOTLAR (Çizelge 6.3, Çizelge 6.4, Çizelge 6.5, Çizelge 6.6, Çizelge 6.7 ve Çizelge 6.8 için)

1. Kalınlık, Birim alan kütlesi, Statik delinme kuvveti (CBR), *Kayma mukavemeti, *Soyulma mukavemeti, Sıvı geçirgenliği, Çekme dayanımı, Uzama Oranı, Yırılma dayanımı, Isıl genleşme deney sonuçları ortalama olarak kriter değeri sağlayacak ve ölçülen en küçük bireysel değer şartname değerinin % 5'inden küçük olmayacaktır.
2. Tüm deneylerde bireysel deney sonuçları deney raporlarında verilecektir.
3. Deney sonuçları ve uygunluk değerlendirmelerinde, projede verilen mamul kalınlığı değeri esas alınacaktır.
4. Projeci, yukarıdaki çizelgelerde belirtilen mamul kalınlık değerleri arasındaki ara değerleri projelendirmeyecektir. Ancak en büyük değerden daha büyük kalınlıkları, gerekçesini ve teknik detaylarını belirtmek şartıyla projelendirebilir.
5. Yüklenici işin başlangıcında teslim edeceği mamul ile ilgili FTIR, TGA ve DSC deney sonuçlarını İdare'ye teslim edecektir. Bu değerler her partide folmülasyonun değişmediğini anlayabilmek ve işin hızlandırılması bakımından kontrol edilecektir. Diğer fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikler, standartında ve iş bu şartnamenin 4. Maddesinde belirtilen sıklıkta kontrol edilecektir. Kontrol teşkilatı gerekli görmesi halinde deney sıklıklarını arttırabilir ancak azaltamaz.
6. Pürüzlü geomembranlarda yukarıdaki kayma mukavemeti ve soyulma mukavemeti haricindeki tüm deneyler pürüzlü yüzeylerde yapılacaktır.
7. Deneyler için laboratuvara gelen numuneler gözle muayene edildiğinde, numune yüzeyindeki çizikler, sıyrılmalar, dalgalanmalar, renk farklılıkları, çukurlar, kabarcıklar, bombe, balon ve boşluklar, delikler, yüzey bozuklukları, silindir kusurları, varsa ek ve kaynak, pürüzlü geomembranlarda yüzeydeki pürüzlerde süreksizlikler, pürüz bozuklukları ve pürüzlü yüzeyde pürüzsüzlükler görülmesi halinde bu hususlar deney raporlarında belirtilecek ve mümkünse fotoğraflanarak deney raporlarına eklenecektir.
8. Tip test deney sonuçları her parti ile birlikte İdare'ye verilecektir
9. Tip test deneyleri her formül değiştiğinde ve en geç 5 yılda bir yapılacaktır.
10. Pürüzlü geomembranlar şevli yüzeylerde projecinin proje kriterlerine göre uygulanacaktır.
11. (*) işaretili deneyler şantiyede yapılacaktır (Kayma Mukavemeti ve Soyulma Mukavemeti).
12. Pürüzlü geomembranlarda, pürüz tipi, pürüz boyutları, birim alandaki pürüz sayısı projeci tarafından belirlenecektir.
13. Her parti için formül değiştiğinde mamul ile ilgili bilgiler verilecektir.

7. EPDM GEOMEMBRAN

7.1 EPDM geomembranın yapıştırılması

- 1- Soğuk yapıştırma
- 2- Sıcak yapıştırma

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

7.2 Deneme amaçlı yapıştırma

Yapıştırma şartlarının ve yapıştırma donanımlarının uygunluğunu tahkik etmek amacıyla, sahada deneme yapıştırmaları yapılacaktır. Deneme yapıştırmaları, o gün kullanılan tüm yapıştırma donanımları için, her gün yapı denetim görevlisinin gözetiminde yapılacaktır.

Deneme kaynağı, TS EN 12317-2 ve TS EN 12316-2 standartlarına uygun olarak sıcak ve soğuk yapıştırma uzunluğu 2 m olacaktır. Tensometre kullanılarak kayma ve soyulma deneyleri Yapı Denetim Görevlisi gözetiminde yapılacaktır.

Kaynak kayma deneyi ve soyulma deneyleri 5 (beşer) eş numune üzerinde yapılacaktır. Beş numunenin bireysel sonuçları şartnamede belirtilen değerin altında olmayacaktır. Her iki kaynak için kaynakta ya da kaynak geomembran birleşiminde meydana gelen kopma, kaynak işleminin başarısız olduğunu gösterir. Kaynak değerleri, Çizelge 7.1 (EPDM) kaynak değerlerini sağlayacaktır.

7.3 Soğuk Yapıştırma

EPDM geomembran panelleri birbiri üstüne kenarlardan en az 200 mm bindirilecektir.

EPDM geomembranların yüzeyleri üzerinde kir olmayacak şekilde silinerek temizlenerek kurutulacaktır.

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 sürülecektir.

Astar boya yeterince kurduğunda özel yapıştırma bandı, altta kalan geomembrana ek yeri boyunca en az 75 mm genişlikte yapıştırılacaktır. Bu işlem sırasında yapıştırma bandı ek yerinin birleşim yerinden en az 15 mm ve en fazla 30 mm taşacaktır.

Üstte kalan geomembranın iç kısmına tekrar astar boya sürülerek, üstteki geomembran yapıştırma bandının üstüne itina ile kapatılacaktır (band üzerindeki koruyucu tabaka, üstteki geomembranın kapatılması esnasında çıkartılmalı, önceden kaldırılmamalıdır).

Ek yerinin üstü 100 mm kalınlıkta silindir ile merdanelenerek yapışma aralığındaki hava kabarcıklarının çıkması ve partiküllerin yapışması sağlanacaktır.

Ek yeri boyunca uygulanan bantın bitmesi durumunda yeni bant eski bantın 100 mm üstüne bindirilerek uygulama devam ettirilecektir.

Hava kabarcığı kalması durumunda, hava kabarcığı olan bölge delinerek havası alınacak ve delik etrafında en az 75 mm pay bırakılarak EPDM yamaları ile tamir edilecektir.

Geomembranların 3 veya daha fazla birleşim yerlerine özel EPDM yamaları yapılacaktır. Kullanılan her yamanın etrafı imalatçının önerdiği geomembran ile uyumlu dikiş yapıştırıcısı ile yapıştırılacaktır.

7.4 Sıcak Yapıştırma

EPDM geomembranı sıcak yapıştırmak için, genişliği Yapı Denetim görevlisi ve yüklenici tarafından karar verilerek bu genişliğe uygun termik bant kullanılacaktır.

Sıcak hava ile veya sıcak kamalı otomatik makinalarla yapıştırılacaktır.

EPDM Geomembranların yüzeyleri üzerinde kir olmayacak şekilde silinecek, temizlenecek ve kurutulacaktır. Temizleme için tiner ve benzeri organik çözücüler kesinlikle kullanılmayacaktır.

Geomembran kenarındaki termik bant, sıcak hava ile erime noktasına yakın derecede ısıtılacaktır.

Bindirme yüzeylerine, merdane ile basınç uygulanarak yapışması sağlanacaktır.

Sıcak hava ile yapıştırma için sıcak yapıştırma otomatı, sıcak yapıştırma otomatının arazide uygulanmadığı bölgelerde el ile yapıştırmaya uygun fön makinası kullanılacaktır. Her iki alette de sıcak hava ayar tertibatı olacaktır.

Sıcak yapıştırma işlemi kesintisiz şekilde uygulanacaktır.

Fön makinasının sıcak hava ağız genişliği termik bant genişliğine uygun olacaktır.

7.4.1 Sıcak Yapıştırma Otomatı ile Sıcak Yapıştırma Yapılması

Sıcak yapıştırma otomatı, hızı ayarlanabilen özellikte olacaktır.

Sıcak hava üfleme ağız bindirme yüzeyleri arasına girecek şekilde en az 40 mm genişliğinde olacaktır.

Baskı merdanesi en az 40 mm genişliğinde olacaktır. Yapıştırma sıcaklığı ve makina hızı, birbirine uyumlu olacak, yapıştırma boşluğu ve malzemede deformasyon olmayacak şekilde ayarlanacaktır.

Tüm T-birleşim yerlerindeki yapıştırma ağızları EPDM geomembran ile uyumlu dikiş yapıştırıcı pastası ile emniyete alınacaktır.

7.4.2 Sahada Yapıştırılan Geomembranın Kaynak Kontrolü

1. Geomembranın sahada yapıştırılan tüm birleşim yerleri için vakum deneyi uygulanacaktır.
2. Vakum testi, yapıştırma işleminden en az 6 saat sonra yapılacaktır.
3. Vakum deneyi için gerekli tüm ekipmanlar saha da hazır olacaktır (plastik kova ve geniş ebatlı fırça, köpüklü solüsyon, kabin, şeffaf izleme penceresi, vakum pompası ve alt kısmına monte edilmiş yumuşak lastik contadan oluşan vakum kutusu vb.)
4. Bindirmenin fazlalık kısımları kesilecektir.
5. Vakum kutusunun izleme penceresi ile conta yüzeyleri temizlenerek, kaçaklar kontrol edilecektir.
6. Geomembran birleşim bölgelerine şerit halinde köpüklü solüsyon sürülecektir.
7. 15 kPa lık vakum, 15 saniye süre ile uygulanarak izleme penceresinden hava kabarcıkların oluşup oluşmadığı kontrol edilecektir.
8. Deney esnasında kabarcık görülen tüm alanlar işaretlenecek, onarılmasına müteakip tekrar deneye tabi tutularak kaynak kontrol edilecektir.

7.4.3 Onarım İşlemleri

1. Yırtıklar yama yapılarak onarılacaktır. Yama şev üzerinde veya bir gerilme bölgesinde ise zemin düzeltikten sonra yama yapılacaktır.
2. Tamir edilecek EPDM geomembran bölgeleri zımpara makinası ile temizlendikten sonra yama bantları ile sıcak yapıştırma veya soğuk yapıştırma yöntemi uygulanacaktır.
3. Yamalar yuvarlak veya oval biçimde tamir edilen kısmın kenarları en az 150 mm taşacak büyüklükte olacaktır. İlave olarak, yama kenarlarındaki yapıştırma ağızları, EPDM geomembran ile uyumlu dikiş yapıştırıcı pastası kullanılarak güçlendirilecektir.
4. Maksimum yama boyutu belirlenecektir. Bu boyuttan büyükse tüm rulo kaldırılacaktır.

Tüm deneylerin sonuçlarını gösteren dokümanlar günlük olarak kaydedilecektir.

7.5 EPDM Geomembran Teknik Özellikleri

Çizelge 7. 1 EPDM Geomembran Teknik Özellikleri

SIRA NO	DENEY ADI	BİRİM	DEĞER			DENEY YÖNTEMİ VE AÇIKLAMALAR	
			1,50	2,00	2,50		
	Mamul Kalınlığı	mm		1,50	2,00	2,50	
1	Kalınlık	mm		≥ 1,50	≥ 2,00	≥ 2,50	TS EN ISO 9863-1 (Yöntem C)
2	Birim alan kütlesi	g/m ²		≥ 1650	≥ 2200	≥ 2750	TS EN 1849-2
3	Statik delinme kuvveti (CBR)	kN		≥ 0,75	≥ 1,00	≥ 1,25	TS EN 12236
4	*Kayma mukavemeti	N/50 mm		≥ 360	≥ 480	≥ 600	TS EN 12317-2
5	*Soyulma mukavemeti	N/50 mm		≥ 180	≥ 240	≥ 300	TS EN 12316-2 (Çene arası 100 mm sağlanamadığı durumlarda, numunenin cihaz çenelerine tutturulabildiği serbest aralıkta deney gerçekleştirilir.)
6	Sıvı geçirgenliği	m ³ /(m ² gün)		≤ 4x10 ⁻⁶			TS EN 14150
7	Düşük sıcaklıkta katlanabilirlik (soğukta bükme) (en ve boy yönünde)	°C		- 40			TS EN 495-5 (Tüm yüz, yön ve kesitlerde çatlak ve yarık olmayacaktır)
8	Karbon siyahı miktarı	%	5 ayrı noktada deney yapılacaktır	≥ % 25,00			TS ISO 6964 Yöntem A ≤ 25,00 % mineral dolgu; karbon siyahı ve mineral dolgunun toplamı ≤ % 55,00 olacaktır.

SIRA NO	DENEY ADI	BİRİM	DEĞER		DENEY YÖNTEMİ VE AÇIKLAMALAR
9	Yoğunluk	g/cm ³	5 ayrı noktada deney yapılacaktır	1,100 - 1,200	TS EN ISO 1183-1, Yöntem A daldırma yöntemi
10	En büyük kuvvetteki çekme dayanımı (en ve boy yönünde)	N/mm ²		≥ 8,0	TS EN 12311-2 Yöntem B (Deney hızı: 500 mm/dakika olacaktır)
11	En büyük kuvvetteki uzama oranı (en ve boy yönünde)	%		≥ 500,0	TS EN 12311-2 Yöntem B (Deney hızı: 500 mm/dakika olacaktır)
12	Yırtılma dayanımı (en ve boy yönünde)	kN/m		≥ 40	TS ISO 34-1 Yöntem B, Figür 2, Açılı, Çenteksiz Deney hızı: 50 mm/dakika
13	Boyut kararlılığı (en ve boy yönünde)	% değişim (en fazla)		± 0,50	TS EN 1107-2
14	Diferansiyel taramalı kalorimetri termogramı (DSC) - Kristallenme ve erime sıcaklığı			230 °C'ye kadar ısıtma ve soğutmada erime/katılaşma piki göstermeyecektir.	TS EN ISO 11357-1 TS EN ISO 11357-3 (Sıcaklık taraması: + 30 °C ile +230 °C arasında ısıtma ve soğutma olacak Azot gazı kullanılarak yapılan ısıtma ve soğutma hızı: 10 Kelvin/ dakika olacaktır.)
15	Diferansiyel taramalı kalorimetri termogramı (DSC) - Camsı geçiş sıcaklığı			Camsı geçiş başlangıç sıcaklığı -58 °C ila -42 °C arasında olmalıdır.	TS EN ISO 11357-2 (Sıcaklık taraması: -70 °C ile +30 °C arasında ısıtma ve soğutma olacak Azot gazı kullanılarak yapılan ısıtma ve soğutma hızı: 10 Kelvin/ dakika olacaktır.)

Çizelge 7.2 EPDM Geomembranın Tip Test Teknik Özellikleri

SIRA NO	ÖZELLİKLER	BİRİM	DEĞERLER			DENEY YÖNTEMİ VE AÇIKLAMALAR Not – Aşağıda deney yöntemi belirtilmeyen deneyler için TS EN 13361 ile TS EN 13362'ye bakılmalıdır
			1,50	2,00	2,50	
	Mamul Kalınlığı	mm	1,50	2,00	2,50	
1	Açık hava şartlarına karşı direnç	%	İlk çekmeye göre ≥ 75			TS EN 12224 (Üreticiden istenecek her formül değiştiğinde ve her 5 yılda bir yapılacak) deney süresi (3000 saat) TS EN 12226'ya göre performansındaki (kopma dayanımı ve kopma uzaması) değişimin %25'ten küçük eşit olduğu (en ve boy yönünde) kanıtlanmalıdır
2	Mikroorganizmalar	%	En büyük kuvvetteki uzama ≥ 75 En büyük kuvvetteki çekme dayanımı ≥ 75			TS EN 12225 Deney sonucu, ölçülen En büyük kuvvetteki uzama değerleri ve en büyük çekme dayanımı değerlerinin % 75'ine eşit veya daha büyük olacaktır. Yırtılma dayanımı (TS ISO 34-1 Yöntem B, Figür 2, Açılı, Çentiksiz) numune ve yüzey çatlaması raporda belirtilecektir.
3	Oksidasyon (yükseltgenme)	%	En büyük kuvvetteki uzama ≥ 50 En büyük kuvvetteki çekme dayanımı ≥ 75			TS EN 14475 (180 gün 80 °C) Yırtılma dayanımı (TS ISO 34-1 Yöntem B, Figür 2, Açılı, Çentiksiz) ve yüzey çatlaması raporda belirtilecektir.

SIRA NO	ÖZELLİKLER	BİRİM	DEĞERLER	DENEY YÖNTEMİ VE AÇIKLAMALAR Not – Aşağıda deney yöntemi belirtilmeyen deneyler için TS EN 13361 ile TS EN 13362'ye bakılmalıdır
4	Kimyasal direnç (en ve boy yönünde)	%	En büyük kuvvetteki uzama ≥ 60 En büyük kuvvetteki çekme dayanımı ≥ 75	TS EN 14414 Geomembranın temas edeceği ortam kimyasal etkiye sahip olması durumunda projeci tarafından belirtilmelidir. (56 gün) Beton ile temas eden ürünler TS EN 14030 Alkali Dayanım Testine tabi tutulmalıdır. Bu test sonrası değişim En büyük kuvvetteki uzama ve çekme dayanımı Değişimi %50 den az olmalıdır. (Katı atık ve sıvı atık projelerinde istenecektir)
5	Çözünme (suda çözünebilen)	%	En büyük kuvvetteki uzama ≥ 70 En büyük kuvvetteki çekme dayanımı ≥ 80	TS EN 14415 (Yöntem A) (56 gün 80 °C) Yırtılma dayanımı (TS ISO 34-1 Yöntem B, Figür 2, Açılı, Çentiksiz) ve yüzey çatlaması raporda belirtilecektir.
6	Bitki kökünün nüfuz etmesi	Nüfuz Eder / Etmez	Nüfuz etmeyecek	CEN/TS 14416 (8 Hafta)

NOTLAR (Çizelge 7.1 ve Çizelge 7.2 için)

1. Kalınlık, Birim alan kütlesi, Statik delinme kuvveti (CBR), *Kayma mukavemeti, *Soyulma mukavemeti, Sıvı geçirgenliği, Çekme dayanımı, Uzama oranı, Yırtılma dayanımı deney sonuçları ortalama olarak kriter değeri sağlayacak ve ölçülen en küçük bireysel değer şartname değerinin % 5'inden küçük olmayacaktır.
2. Tüm deneylerde bireysel deney sonuçları deney raporlarında verilecektir.
3. Deney sonuçları ve uygunluk değerlendirmelerinde, projede verilen mamul kalınlığı değeri esas alınacaktır.
4. Projeci, yukarıda çizelgelerde belirtilen mamul kalınlık değerleri arasındaki ara değerleri talep edemez. Ancak en büyük değerden daha büyük kalınlıkları, gerekçesini ve teknik detaylarını belirtmek şartıyla talep edebilir.

5. 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, mekanik ve kimyasal özellikler standartında ve şartnamede belirtilen sıklıkta kontrol edilecektir.
6. Deneyler için laboratuvara gelen numuneler gözle muayene edildiğinde, numune yüzeyindeki çizikler, sıyrılmalar, dalgalanmalar, renk farklılıkları, çukurlar, kabarcıklar, bombe, balon ve boşluklar, delikler, yüzey bozuklukları, silindir kusurları, varsa ek ve kaynak görülmesi halinde bu hususlar deney raporlarında belirtilecek ve mümkünse fotoğraflanarak deney raporlarına eklenecektir.
7. Tip test deney sonuçları her parti ile birlikte İdareye verilecektir.
8. (*) iŐaretli deneyler Şantiyede yapılacaktır. (Kayma Mukavemeti ve Soyulma Mukavemeti)

8. GEOSENTETİK KİL (DOLGULU) BARIYER

8.1 Genel Hükümler

Geosentetik kil bariyer, doğal sodyum-bentonit içerikli olacaktır.

Geosentetik kil bariyer ruloları tek parça halinde, kaynak, ekleme, birleştirme içermeyecektir.

Alt ve üst tarafında geotekstil tabakalar birbirine iğneleme (needle-punching) yöntemiyle tutturulacaktır.

Teknik özellikler Çizelge 8.1’de verilen değerlere uygun olacaktır.

Üstteki tabaka örgüsüz yüzeyle geotekstil, alt kısımdaki tabaka ise örgülü geotekstil olacaktır.

8.2 Fabrikada Ambalaj, Nakliye ve İndirme

Geosentetik kil örtü ruloları fabrikada kapalı kuru bir depolama alanında yatay bir şekilde muhafaza edilecektir.

Rulolar fabrikada, boom ataşmanlı forklift ile taşınacaktır.

Taşıma ve nakliye sırasında malzemenin zarar görmemesi için gerekli tedbirler alınacaktır.

Tüm rulolar UV ışını etkisiyle oluşacak fotodegradasyona dayanıklı ambalajlar içerisinde paketlenmiş ve etiketlenmiş olacaktır.

8.3 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.

8.4 Serme Şartları

Geosentetik kil örtünün serilmesi sırasında imalatçı firmanın talimatlarına göre uygulama yapılacaktır.

Serme çalışmaları, Yüklenici tarafından hazırlanacak ve Kontrol Teşkilatı’na onaylatılacak olan serme planına göre yapılacaktır.

Ülke koordinat sistemine göre su yapısını gösterir harita CAD ortamında, imalat yapılacak alan uygun parçalara bölünerek geosentetik kil bariyerin yerleşim planı çizilip numaralandırılacaktır.

Geosentetik kil bariyer, serme planına uygun olarak serilecektir. Serme planı, öngörülen serme çalışmasından en az 2 (iki) hafta önce Yapı Denetim Görevlisinin onayına sunulacaktır. Uygulamaya serme planının onaylanmasından sonra başlanacaktır.

İlgili geosentetik kil bariyerin imalat sicil numaraları birbirini takip edecek şekilde CAD ortamında hazırlanan plana göre serilecektir.

Serme ve montaj işlemleri aynı atmosferik şartlar altında yapılacaktır.

Her bir geosentetik kil bariyer tabakasının montaj sonrası kabulü ve onayı alınmadan bir sonraki imalatlar yapılmayacaktır.

Serilen geosentetik kil bariyerin üzeri aynı gün projede belirtilen dolgu veya geomembran malzemesiyle kaplanacak şekilde iş programı yapılacaktır.

Geosentetik kil örtülerinin serme işi kuru hava koşullarında yapılacak, rüzgârlı havada serme işlemi yapılmayacaktır.

Geosentetik kil örtü ruloları şantiye içerisinde taşıyıcı bar ile taşınacaktır.

Sahada yüzey hazırlıkları projesine göre yapılacaktır.

Rulolar serildikten sonra üzerinde iş makinası hareket etmeyecektir.

Geosentetik Kil Bariyer üzerinde doğrudan tekerlekli veya paletli hiç bir araç dolaşmayacaktır. Zaruret olması halinde araçlar projeci tarafından belirlenecek minimum bir toprak örtü tabakası serildikten sonra bu bölgede dolaşabilecektir.

Kuru ve sıcak iklimlerde kil örtü üzeri dolgu veya geomembran ile kapatılmadan hemen önce imalatçının tavsiyelerine göre nemlendirilecektir.

Bindirme yerleri kum çuvalları veya benzeri (kil örtüye zarar vermeyecek şekilde) ağırlıklarla korunacaktır.

Kil bariyer birleşme yerleri projede başka şekilde gösterilmemiş ise en az 30 cm genişliğinde bindirme olacaktır. Bindirme işlemi için bindirme mesafesini 30 cm içerde bindirme bölgesinde iki geosentetik kil örtü katmanı arasına en az 0,5 kg/m miktarda bentonit tozu/granülü ile doldurulacaktır.

Şevlerde ruloların bindirme yerleri şev yönüne paralel olacaktır, rulolar yan yana serilecektir. Şev uzunlukları rulo boylarından daha uzun olduğu yerlerde (ortalama 25 m'den uzun şevlerde) ara düzlükler oluşturulacak ve kil örtü bu düzlükte açılan ankraja kilitlenerek serilecektir.

Ankraj ve geçiş (boru) noktalarında proje detaylarına ve imalatçı talimatlarına kesinlikle uyulacaktır.

Serme çalışmaları tamamlanan bölümler, yapı denetim görevlisi tarafından tetkik edilecektir. Bu tetkikte, serme planına uygunluk, serme yüzeyinin düzgünlüğü, bindirme bölümlerinin doğruluğu, muhtemel delinme, hasar veya varsa yapılan tamiratları kontrol edilecektir.

8.5 Geosentetik Kil Bariyer Teknik Özellikleri

Çizelge 8. 1 Geosentetik Kil Bariyer Teknik Özellikleri

SIRA NO	DENEY ADI	BİRİM	DEĞER	DENEY YÖNTEMİ VE AÇIKLAMALAR
1	Kalınlık	mm	$\geq 6,00$	TS EN ISO 9863-1 Yöntem-A
2	Birim alan kütlesi	g/m ²	$\ddot{U} \geq 200$ $A \geq 100$ $B \geq 5000$ $GBR-C \geq 5300$	TS EN 14196 Ü: Üst tabaka (polipropilen, örgüsüz geotekstil) A: Alt tabaka (polipropilen, örgülü geotekstil) B: Bentonit tabakası (nihai mamuldeki) GBR-C: Kil Bariyer (nihai mamul) (Projesinde GBR-C'nin birim alan kütlesinin farklı olması durumunda değerlendirmede proje değeri esas alınacaktır.)
3	En büyük yükteki çekme dayanımı (en ve boy yönünde)	kN/m	$\geq 11,00$	TS EN ISO 10319
4	En büyük yükteki uzama oranı (en ve boy yönünde)	%	10,0 - 16,0 (Boy yönü) 6,0 - 10,0 (En yönü)	TS EN ISO 10319
5	Statik delinme kuvveti (CBR) (Ön yüz ve arka yüz)	kN	$\geq 1,80$	TS EN ISO 12236
6	Soyulma mukavemeti (en ve boy yönünde)	N/m	$\geq 360,0$	ASTM D6496
7	Su geçirgenliği (Sıvı sızdırmazlığı)	m/s	$\leq 5 \times 10^{-11}$	TS EN 16416
8	Akı indeksi	m ³ /(m ² s)	$\leq 1 \times 10^{-8}$	TS EN 16416 A.4.6.2.1 Durability of clay of a GBR-C başlığında detaylı açıklamalar değerlendirilmelidir.

SIRA NO	DENEY ADI	BİRİM	DEĞER	DENEY YÖNTEMİ VE AÇIKLAMALAR
9	Şişme indisi	mL/2g	≥ 24	ASTM D5890
10	Akışkan kaybı	mL	$\leq 18,0$	ASTM D5891

Çizelge 8. 2 Geosentetik Kil Bariyer Tip Test Teknik Özellikleri

SIRA NO	DENEY ADI	BİRİM	DEĞER	DENEY YÖNTEMİ VE AÇIKLAMALAR
1	Açık hava şartlarına karşı direnç	%	Maksimum yükteki çekme dayanımı ≥ 50 Akı indeksi (ilk değere göre en fazla 5 katı geçirimsizliğe müsaade edilir)	TS EN 12224
2	Oksidasyon	%	Maksimum yükteki çekme dayanımı ≥ 50 Akı indeksi (ilk değere göre en fazla 5 katı geçirimsizliğe müsaade edilir)	TS EN ISO13438
3	Mikroorganizmalar	%	Maksimum yükteki çekme dayanımı ≥ 50 Akı indeksi (ilk değere göre en fazla 5 katı geçirimsizliğe müsaade edilir)	TS EN 12225
4	Kimyasal direnç		Maruz kalacağı ortama göre	ASTM D6141
5	Çözünme (suda çözünebilen)	%	Maksimum yükteki çekme dayanımı ≥ 50	TS EN 14415
6	Bitki kökünün nüfuz etmesi	Nüfuz Eder / Etmez	Nüfuz etmeyecek	TSE CEN/TS 14416

NOTLAR

1. Kalınlık, Birim alan kütlesi, Statik delinme kuvveti (CBR), Soyulma mukavemeti, Çekme dayanımı, Uzama oranı deney sonuçları ortalama olarak kriter değeri sağlayacak ve ölçülen en küçük bireysel değer şartname değerinin % 5'inden küçük olmayacaktır.
2. Tüm deneylerde bireysel deney sonuçları deney raporlarında verilecektir.
3. Deney sonuçları ve uygunluk değerlendirmelerinde, projede verilen mamul birim alan kütlesi değeri esas alınacaktır.
4. Projeci, birim alan kütlesi değerinden daha küçük GCL projelendirmeyecektir. Ancak gerekçesini ve teknik detaylarını belirtmek şartıyla daha büyük birim alan kütlelerine sahip GCL yi talep edebilecektir.
5. Tip test deney sonuçları her parti ile birlikte İdareye verilecektir.

6. 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.). Katyon değişimi kil örtülerde performans düşüklüğüne sebebiyet vereceğinden bu kriter dikkate alınarak projelendirilecektir.
7. Direkt kesme; TS EN ISO 12957-1, Eğik düzlemde ise; TS EN ISO 12957-2 standartları göz önünde bulundurularak projesi proje tarafından hazırlanacaktır.

9. GÜVENLİK VE EMNİYET

9.1 Tel Çit ve Kapı Uygulaması

- 1) Can emniyeti ve geomembran kaplamanın güvenliği için baraj/gölet rezervuar çevresinde, detayları ve uzunluğu projelerde gösterilen tel çit 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 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.

9.2 Kaya Düşmesine Karşı Koruma Duvarı Yapılması

Geomembran serilme işleminin tamamlanmasından sonra ankraj (sabitleme) hendeklerinin dolgu ve tesviye işlerinin bitimine müteakip proje ve detaylarda gösterilen rezervuar çevresinde tel kafes uygulaması yapılacaktır.

Tel kafes projesinde belirtilen boyutlarda ve göz açıklığında çift burgulu altıgen galvanizli çelik telden imal edilecektir.

9.3 Malzeme Teknik Özellikleri

1. Galvanizli çelik tel kalınlıkları
 - Gözenek teli 3,0 mm,
 - Kenar teli 3,9 mm,
 - Bağ teli 2,4 mm olacaktır.
2. Tellerin galvaniz kaplama miktarı en az 275 g/m² olacaktır.
3. Tel kafes imalatında kullanılan bütün teller ve bağ tellerinin kopma dayanımı TS EN 10223-3, tellerin galvaniz kaplaması ise TS EN 10244-2 standartlarına uygun olacaktır.
4. Tel kafes dolumunda kullanılacak kayaçlar temiz, sert, dayanıklı, bozulmamış en az aşınır gözeneksiz her türlü hava koşullarına (donma çözölmeye karşı vs.) karşı dayanıklı taş veya kaya parçaları olacaktır.
5. Söz konusu tel kafes dolgusu için kullanılacak malzeme, Doğal Yapı Gereçleri Şartnamesi'nde yer alan riprap özelliğinde olacaktır.
6. Kullanılacak kayaçların boyutları tel örgü gözenek çapından küçük olmamalı ve gözenek çapının en fazla 2,5 katına sahip olacaktır.

Deformasyonu ve şişmeyi önlemek için sandıkların doldurulması aşamalar halinde yapılacaktır. Taşla doldurma sonrasında tel kafeslerin deforme olmasını önlemek için görünen her bir dış hücrenin düşey yüzleri arasına bağlama tellerinden tel kuşaklar ile gerdirilecektir.

10. ATIF YAPILAN STANDARTLARIN LİSTESİ

Çizelge 10.1 Atıf Yapılan Standartların Listesi

Sıra No	Standart Numarası	Standart Adı
1	TS EN ISO 9863-1	Yöntem C Geosentetikler - Belirtilen basınçlarda kalınlık tayini - Bölüm 1: Tek tabakalar
2	TS EN 1849-2	Su yalıtımı için esnek levhalar - Kalınlığın ve birim alan kütlelerinin tayini - Bölüm 2: Plastik ve lastik su yalıtım levhaları
3	TS EN ISO 12236	Jeotekstil ve jeotekstille ilgili mamuller-Statik delme deneyi (cbr-Deneyi)
4	TS EN 12317-2:2010	Su sızdırmazlık amaçlı esnek levhalar - Yapışık bağlantıların kayma mukavemetinin tayini - Bölüm 2: Çatı sızdırmazlığı için plastik ve kauçuk levhalar
5	TS EN 12316-2	Esnek su yalıtım levhaları - Birleşim yerlerinin soyulmaya karşı direncinin tayini - Bölüm 2: Çatı su yalıtımı için plastik ve lastik levhalar
6	TS EN 14150	Geosentetik bariyerler - Sıvı geçirgenliğinin tayini
7	TS EN ISO 1183-1	Plastikler - Gözeneksiz plastiklerin yoğunluk tayin yöntemleri - Bölüm 1: Daldırma yöntemi, sıvı piknometre yöntemi ve titrasyon yöntemi
8	TS ISO 6964	Polyolefin boru ve ek parçaları - Kalsinasyon ve piroliz yoluyla karbon siyahı içeriğinin belirlenmesi - Deney yöntemi
9	TS EN ISO 1133-1	Plâstikler - Erimiş termoplâstiklerin kütleli akış hızının (mfr) ve hacimsel akış hızının (mvr) tayini -Bölüm 1:Standard yöntem
10	TS EN ISO 11357-6	Plastikler- Diferansiyel taramalı kalorimetri (DSC)- Bölüm 6: Oksidasyon indüksiyon süresi (izotermal OIT) ve oksidasyon indüksiyon sıcaklığının (dinamik OIT) belirlenmesi
11	TS ISO 18553	Poliiolefin borular, boru bağlantı parçaları ve bileşiklerde pigment veya karbon siyahı dağılımı derecesinin değerlendirilmesi için deney yöntemi
12	TS EN 1107-2	Su yalıtımı için esnek levhalar- Boyut kararlılığının tayini- Bölüm 2: Çatılarda su yalıtımı için plâstik ve lâstik levhalar
13	TS EN 495-5	Esnek levhalar - Su yalıtımı için – Düşük sıcaklıkta katlanabilirliğin tayini – Bölüm 5: Çatı su yalıtımı için plastik ve lastik levhalar
14	TS EN 14576	Geosentetikler - Deney metodu - Polimerik geosentetik bariyerlerin çevresel gerilme çatlaklarına karşı direncini tayini
15	TS ISO 34-1:2015	Kauçuk, vulkanize veya termoplastik - yırtılma mukavemetinin belirlenmesi - Bölüm 1: Pantolon, açığı ve hilal test parçaları
16	TS EN 12224	Jeotekstil ve jeotekstille ilgili mamuller-Açık hava şartlarına karşı direncin tayini
17	TS EN 12225	Jeotekstil ve jeotekstil ile ilgili mamuller - Toprağa gömülme deneyi ile mikrobiyolojik dayanımın tayini metodu
18	TS EN 14414	Geosentetikler - Dolgularda kimyasal direncin tayini için tarama deney metodu
19	TS EN 14415	Geosentetik bariyerler - Sızma direncinin tayini için deney metodu

20	TSE CEN/TS 14416	Geosentetik bariyerler - Kök nüfuziyetine direncin tayini için deney yöntemi
21	TS EN 14575	Geosentetik bariyerler - Oksidasyona direnç tayini için tarama deney yöntemi
22	TS EN 12311-2	Su yalıtımı için esnek levhalar - Çekme özelliklerinin tayini - Bölüm 2: Çatılarda su yalıtımı için kullanılan plastik ve kauçuk levhalar
23	TS EN ISO 11357-1	Plâstikler- Diferansiyel taramalı kalorimetri (dsc)- Bölüm 1: Genel prensipler
24	TS EN ISO 9863-1	Geosentetikler - Belirtilen basınçlarda kalınlık tayini - Bölüm 1: Tek tabakalar
25	TS EN 14196	Geosentetikler - Geosentetik kil örtü birim alan kütlelerinin tayini deneyi
26	TS EN ISO 10319	Geosentetikler - Genişliğin tamamını kapsayan çekme deneyi
27	TS EN 16416	Geosentetik kil bariyerler-Su akışı indeksinin belirlenmesi-Sabit seviyede esnek duvar permeametre metodu
28	TS EN ISO 12957-1	Geosentetikler - Sürtünme karakteristiklerinin tayini - Bölüm 1: Doğrudan kesme deneyi
29	TS EN ISO 12957-2	Geosentetikler - Sürtünme özelliklerinin tayini - Bölüm 2: Eğimli düzlem deneyi
30	TS EN ISO 13438	Geotekstiller - Geotekstiller ve geotekstille ilgili mamullerin oksitlenmeye karşı direncin tayini için deney yöntemi
31	ASTM D696 – 16	Standard Test Method for Coefficient of Linear Thermal Expansion of Plastics Between –30°C and 30°C with a Vitreous Silica Dilatometer
32	ASTM D7466 / D7466M 10(2015)e1	Standard Test Method for Measuring Asperity Height of Textured Geomembranes
33	ASTM D5641	Standard Practice for Geomembrane Seam Evaluation by Vacuum Chamber
34	ASTM D5820	Standard Practice for Pressurized Air Channel Evaluation of Dual-Seamed Geomembranes
35	ASTM D7240	Standard Practice for Electrical Leak Location Using Geomembranes with an Insulating Layer in Intimate Contact with a Conductive Layer via Electrical Capacitance Technique (Conductive-Backed Geomembrane Spark Test)
36	ASTM D6496	Standard Test Method for Determining Average Bonding Peel Strength Between Top and Bottom Layers of Needle-Punched Geosynthetic Clay Liners
37	ASTM D5890	Standard Test Method for Swell Index of Clay Mineral Component of Geosynthetic Clay Liners
38	ASTM D6141	Standard Guide for Screening Clay Portion and Index Flux of Geosynthetic Clay Liner (GCL) for Chemical Compatibility to Liquids

11. KULLANILACAK FORMLAR

	DSİ Laboratuvarları	Doküman No	F 0 16 10 25
	Dokümanın Adı	Yürürlük Tarihi	Şubat 2021
	Geosentetik Malzeme Envanter Kayıt Formu	Sayfa	1 / 1

Tutanak No	
Bölgesi/Şubesi	
Proje Adı	

Sıra No	Numune Cinsi (HDPE, LLDPE vb.)	Sicil Numarası	Geliş Tarihi	Gözle Muayene	Kullanım Tarihi	Açıklamalar

Yüklenici/ Yüklenici Temsilcisi

Laborant/Sürveyan

Yapı Denetim Görevlisi

	DSİ Laboratuvarları	Doküman No	F 0 16 10 22
	Dokümanın Adı	Yürürlük Tarihi	Şubat 2021
	Geosentetik Malzemenin Serim Öncesi Zemin Kontrol ve Kabul Tutanağı	Sayfa	1 / 1

Tutanak No	
Bölgesi/Şubesi	
Proje Adı	

Tarih: _____
Konumu: _____

İşlemler	Evet	Hayır	Açıklama
Serme yapılacak Zemin Kazı-Dolgu şartnamesine göre sıkıştırıldı mı?			
Kaplanacak bütün yüzeyler düz oldu mu?			
Kesici, delici maddelerden ve molozlardan arındırıldı mı?			
Ağaç kökleri ve organik maddeler rezervuar sahasından tabii zemine kadar temizlendi mi?			
Zeminin karstik ve boşluklu olduğu durumlarda projesinde belirtilen esaslara göre iyileştirme yapıldı mı?			
Rezervuar alanında projesinde belirtildiği gibi su ve gaz drenaj sistemi yapıldı mı?			

Kabul Numarası: _____ Alan kabulü: _____m² Toplam Kabul Edilen Alan: _____m²

Yüklenici/ Yüklenici Temsilcisi

Laborant/Sürveyan

Yapı Denetim Görevlisi

	DSİ Laboratuvarları	Doküman No	F 0 16 10 27
	Dokümanın Adı	Yürürlük Tarihi	Şubat 2021
	Geosentetik Panel Yerleştirme Kayıt Formu	Sayfa	1 / 1

Tutanak No	
Bölgesi/Şubesi	
Proje Adı	

Sıra No	Sicil Numarası	Serilme Tarihi	Atmosferik Şartlar	Boyutları (m)		Alan (m ²)	Açıklama
				Uzunluk	Genişlik		
				Toplam Alan			

Yüklenici/ Yüklenici Temsilcisi

Laborant/Sürveyan

Yapı Denetim Görevlisi



DSİ Laboratuvarları

Doküman No

F 0 16 10 23

Dokümanın Adı

Yürürlük Tarihi

Şubat 2021

Geomembran Deneme Kaynağı Kayıt Formu

Sayfa

1 / 1

Tutanak No

Bölgesi/Şubesi

Proje Adı

Deneme Kaynak Numarası	Kaynak Tarihi ve Saati	Kaynak Türü	Deney Tarihi	Makine Numarası	Makine Sıcaklığı	Kaynak Hızı (m/dakika)	Atmosferik Şartlar	Kaynakçı	Soyulma Mukavemeti						Kayma Mukavemeti						Yorumlar (Geçti / Kaldı)		
									1	2	3	4	5	Ortalama	1	2	3	4	5	Ortalama			

Yüklenici/ Yüklenici Temsilcisi

Laborant/Sürveyan

Yapı Denetim Görevlisi

F 0 16 10 23 Rev:00/

	DSi Laboratuvarları	Doküman No	F 0 16 10 26
	Dokümanın Adı	Yürürlük Tarihi	Şubat 2021
	Geosentetik Onarımları Kayıt Formu	Sayfa	1 / 1


Tutanak No	
Bölgesi/Şubesi	
Proje Adı	

Onarım Numarası	Onarım Tipi	Onarım Boyutu	Onarım Tarihi	Ortam Sıcaklığı	Onarım Teknisyeni	Test Metodu		Onarımın konumu	Yorumlar
						Gözle Muayene	Vakum		

Yüklenici/ Yüklenici Temsilcisi

Laborant/Sürveyan

Yapı Denetim Görevlisi

	DSİ Laboratuvarları	Doküman No	F 0 16 10 24
	Dokümanın Adı	Yürürlük Tarihi	Şubat 2021
	Geomembran Kaynak Yeri Basınç Test Kayıt Formu	Sayfa	1 / 1

Tutanak No	
Bölgesi/Şubesi	
Proje Adı	

Kaynak Yeri Numarası	Kaynak Tarihi	Makine Numarası	Ortam Sıcaklığı	Operatör	Basınç		Zaman		Test Sonuçları (Geçti/ Kaldı)	Yorumlar
					Başlangıç	Bitiş	Başlangıç	Bitiş		

Yüklenici/ Yüklenici Temsilcisi

Laborant/Sürveyan

Yapı Denetim Görevlisi

	DSİ Laboratuvarları	Doküman No	F 0 16 00 56
	Dokümanın Adı	Yürürlük Tarihi	Aralık 2013
	Şantiye Numune Alım Tutanağı	Sayfa	

Tutanak No	
Bölgesi/Şubesi	
Proje Adı	

Sıra No	Numune Cinsi	Numune Adedi	Miktarı	AÇIKLAMALAR

Yukarıda belirtilen numuneler yerinde ve usulüne uygun olarak alınarak, üzerlerinde gerekli deneyler yapılmak üzereteslim edilmiştir. İşbu tutanak tarihinde 3 nüsha olarak tanzim edilmiştir.

Şantiye Yetkilisi

Laborant/Sürveyan

Yapı Denetim Görevlisi

Notlar:

- 1) Şantiye Yetkilisi ve Yapı Denetim Görevlisi idari sorumlular sıfatıyla tutanağı imzalar
- 2) Laborant, Sürveyan vb. bizzat numuneyi alan sıfatıyla tutanağı imzalar
- 3) Bu tutanak ıslak imzalı 3 nüsha olarak düzenlenir; bir nüshası alınan numune ile birlikte laboratuvara teslim edilir, bir nüshasının ilgili yapı denetim görevlisi tarafından saklanır, bir nüshası da şantiye yetkilisi tarafından saklanır

F 0 16 00 56 Rev. 01/0120