

İLLER BANKASI ANONİM ŞİRKETİ

GEOTEKSTİLLERİN İNCELENMESİ VE UYGULANDIĞI YERLER

Ali SAĞIROĞLU

UZMANLIK TEZİ

EKİM 2015



İL BANK
TÜRKİYE'NİN YAPICI GÜCÜ

İLLER BANKASI ANONİM ŞİRKETİ

GEOTEKSTİLLERİN İNCELENMESİ VE UYGULANDIĞI YERLER

Ali SAĞIROĞLU

UZMANLIK TEZİ

Dr. Elif PUL

Doç. Dr. Mustafa ŞAHMARAN

ETİK BEYAN

İLLER BANKASI ANONİM ŞİRKETİ Uzmanlık Tezi Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Ali SAĞIROĞLU

Geotekstillerin *İncelenmesi ve Uygulandığı Yerler*
(Uzmanlık Tezi)

Ali SAĞIROĞLU

İLLER BANKASI ANONİM ŞİRKETİ
Ekim 2015

ÖZET

Geotekstiller son yıllarda inşaat sektöründe yoğun ilgi gören ürünler olmuştur. Kullanıldıkları ilk projelerde deneme yanılma yönteminden faydalanarak kullanılmışlardır. Ancak, söz konusu ürünlerin fonksiyonları ve beklenen davranışları ileriki süreçte daha iyi açıklanmıştır. Özellikle son yıllarda, arazi koşullarını gerçeğine çok yakın tanımlayabilen teorik modeller geliştirilmiştir. Geogridleri, geomembranları, geotekstilleri, geonetleri, geosentetik kil kaplamaları, geokompozitleri ve benzeri ürünlerin hepsini içeren geosentetiklerin faydalarından bazıları; yer kazanma, malzeme ve imalat kalite kontrolü, düşük maliyet, teknik üstünlük, azalan inşaat süresi, malzemede gelişim ve tedarik edilebilirlik ve çevresel duyarlılık. İlk olarak tekstil üreticilerinin yeni pazarlar bulma çabasıyla inşaat sektörüne giren geotekstiller geleneksel inşaat malzemelerine ve uygulamalarına sadece alternatif olabilmişlerdir. Esas gelişim sentetik fiberlerin bulunmasıyla meydana gelmiştir. Geotekstillerin uygulama alanları geçmişe kıyasla artmış hatta özel ve nitelikli uygulamalar olarak anılmaya başlanılmıştır. Geotekstil uygulamalarının süregelen gelişimini düşünenecek olursak teknolojinin de desteğiyle ileriki yıllarda bu gelişimin hayal gücümüzle yarışacağı düşünülebilir.

Anahtar Kelimeler : Geosentetik, Geogrid, Geomembran, Geotekstil, Fiber
Sayfa Adedi : 61
Tez Danışmanı (Kurum) : Dr. Elif PUL
Tez Danışmanı (Üniversite) : Doç. Dr. Mustafa ŞAHMARAN

Examination of Geotextiles and Where Applicable
(M.S. Thesis)

Ali SAĞIROĞLU

ILLER BANKASI A. Ş.
October 2015

ABSTRACT

Geotextiles has seen intense interest in the construction products sector in recent years. Geotextiles are used in the first projects utilizing the trial and error method they used. However, the functions and the expected behavior of such products is described that the process of better. Especially in recent years, which can identify the fact that the terrain is very close to theoretical models have been developed. Geosynthetics, including geogrids, geomembranes, geotextiles, geonets, geosynthetic clay liners, geocomposites and similar materials, offer the following advantages; space savings, quality control of material and manufacturing, cost savings, technical superiority, construction timing, environmental awareness and development and availability of material. Firstly, geotextiles, within the construction sector through textile manufacturers to find new markets, may only alternative to traditional building materials and practices. The Main development occurred with the invention of synthetic fibers. Applications of geotextiles has increased compared to the past and even has started to be called qualified special applications. In the years to support the development of geotextiles if we consider the ongoing implementation of the development of technologies considered will compete with our imagination.

Key Words : Geosynthetic, Geogrid, Geomembrane, Geotextile, Fiber
Page Number : 61
Supervisor (İnstitution) : Dr. Elif PUL
Supervisor (University) : Assoc. Prof. Mustafa ŞAHMARAN

TEŞEKKÜR

GerçekleŐtirilen bu çalışma sırasında değerli bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yardımlarını ve vaktini hiçbir zaman esirgemeyen, içten ve pozitif yaklaŐımları ile enerji veren danışmanlarım Sayın Doç. Dr. Mustafa ŞAHMARAN'a ve Sayın Dr. Elif PUL'a teŐekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xi
RESİMLERİN LİSTESİ	xii
KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ	1
2. GEOSENTETİK MALZEMELERE GENEL BAKIŞ.....	3
2.1. Geosentetiklerin Hammaddeleri	3
2.1.1. Fiber (Filament), İplik	3
2.1.2. Polimerler	3
2.2. Geosentetik Çeşitleri	6
2.3. Geotekstil	7
2.3.1. Örgüsüz geotekstilller	7
2.3.2. Örgülü geotekstilller	11
3. GEOTEKSTİLLERİN ÖZELLİKLERİ.....	15
3.1. Fiziksel Özellikler	15
3.1.1. Boyutlar	15
3.1.2. Ağırlık.....	16
3.1.3. Yoğunluk	16
3.2. Mekanik Özellikler.....	16
3.2.1. Gerilme	19
3.2.2. Sünme	21

	Sayfa
3.3. Deformasyon Sebepleri	22
3.3.1. Yerleştirme kusurları	22
3.3.2. Sıcaklık	22
3.3.3. Kimyasal	23
3.3.4. pH	23
3.3.5. Güneş ışığı	23
3.4. Deformasyon Süresi	24
4. GEOTEKSTİLLERİN FONKSİYONLARI	26
4.1. Ayırma.....	26
4.2. Filtrasyon	28
4.3. Drenaj.....	29
4.4. Güçlendirme.....	30
4.5. Koruma.....	31
4.6. Yalıtım	31
4.7. Erozyon Kontrolü.....	32
5. GEOTEKSTİLLERİN KULLANIM ALANLARINA GÖRE AVANTAJLARI	34
5.1. Yollarda Kullanımının Avantajları	34
5.2. Demiryollarında Kullanımının Avantajları	35
5.3. Toprak Dolgu Barajlarda Kullanımının Avantajları	35
5.4. Şevlerde Kullanımının Avantajları	36
5.5. Dayanma Yapılarında Kullanımının Avantajları	37
5.6. Dinamik Yüklere Karşı Kullanımının Avantajları.....	37
5.7. Hidrolik İmalat Uygulamalarında Kullanımının Avantajları.....	38
6. GEOTEKSTİL İLE TASARIM	40
6.1. Tasarım Yöntemleri	40
6.1.1. Maliyet ve uygunluğa dayalı tasarım.....	41

	Sayfa
6.1.2. Belirli standartlara dayalı tasarım	41
6.1.3. Kullanım amacına dayalı tasarım	42
7. ZEMİN FİLTRESİ OLARAK GEOTEKSTİL TERCİH EDİLMESİ.....	45
7.1. Filtrasyon	46
7.2. Taşınma, Bloklanma, Köprülenme	46
7.3. Uygulama Sahaları	51
7.3.1. Drenaj borularının etrafında kullanımı	51
7.3.2. İstinat duvarlarının arkasında kullanımı	53
7.3.3. Çamur fensi olarak kullanımı	54
7.3.4. Erozyon önleme yapılarında kullanımı.....	55
7.3.5. Kaplamasız yol ve balast altında kullanılması (killi çözelti taşınımının önlenmesi)	56
8. SONUÇ VE ÖNERİLER	60
KAYNAKLAR	64
ÖZGEÇMİŞ	68

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Geosentetiklerin hammaddeleri	6
Çizelge 2.2. Polimer grupların özellikleri	6
Çizelge 3.1. Dokuma kalınlığına göre basınç aralıkları.....	15
Çizelge 3.2. Geotekstillerin bozulma sürelerinin tahmininde kullanılan yöntemler	24
Çizelge 6.1. Geotekstille tasarımda üretim yöntemi seçim aşamaları	40
Çizelge 6.2. Önerilen güvenlik katsayıları.....	44

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.2. Elyaf ile imalat.....	9
Şekil 2.3. İğneleme ve tipik iğneler	10
Şekil 2.1. Örgülü geotekstilin hazırlanması.....	13
Şekil 3.1. Üretim yöntemine göre çekme mukavemetleri.....	18
Şekil 3.2. Deney yönüne göre çekme mukavemetleri.....	19
Şekil 3.3. Gerilme şekil değiştirme diyagramı.....	20
Şekil 3.4. Geotekstillerin çekme şekil değiştirme davranışları.....	21
Şekil 3.5. Sünme ve gerilme boşalması davranışları	22
Şekil 4.1. Geotekstillerin fonksiyonları	26
Şekil 6.1. Katalog değeri ile standart değerın kıyaslanması	41
Şekil 7.1. Köprülenme oluşumu.....	47
Şekil 7.2. Akış yukarı doğrultuda kendiliğinden oluşan doğal zemin filtresi.....	48
Şekil 7.3. Elekten olan uzaklık ile dane dağılımı arasındaki ilişki	49
Şekil 7.4. Bloklanma - Tıkanma	50
Şekil 7.5. Yer altı drenaj borularındaki örnek uygulamalar.....	52
Şekil 7.6. Havaalanı ve kaplamalı yollarındaki uygulama	52
Şekil 7.7. Spor sahalarındaki uygulama.....	53
Şekil 7.8. Örnek Geotekstil uygulamaları.....	54
Şekil 7.9. Örnek çamur fensi uygulaması	55
Şekil 7.10. Erozyondan korunma yapılarında geotekstil kullanımı.....	56
Şekil 7.11. Geotekstil filtre kullanımı (kaplamasız yol ve balast altında).....	57
Şekil 7.12. Çözelti oluşumu ve geotekstil filtre ile kontrolü	58

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Mikrofilm (polipropilen)	4
Resim 2.2. Mikrofilmi (polyester)	5
Resim 2.5. İğneleme ile oluşturulmuş örgüsüz geotekstil mikrofilmi	10
Resim 2.6. Isıl olarak birleştirilmiş örgüsüz geotekstil mikrofilmi	11
Resim 2.3. Kesikli şerit üzerinde kesikli şerit.....	12
Resim 2.4. Monofilamant şerit üzerinde monofilamant şerit	12

KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklamalar
HDPE	Yüksek Yoğunluklu Polietilen
ISO	Uluslararası Standardizasyon Örgütü
MDPE	Orta Yoğunluklu Polietilen
PA	Sentetik Polimer
PE	Polietilen
PET	Polyester
PP	Polipropilen
PVA	Polivinil Alkol

1. GİRİŞ

ASTM (American Society for Testing and Materials); zemin, kaya ya da diğer geoteknikle ilgili malzemelerle birlikte kullanılabilen ve polimerik malzemelerin fabrikalarda işlenmesiyle elde edilen düzlemsel ürünler olarak geosentetikleri tanımlamaktadır. Fabrika koşullarında üretilen, günümüzde geoteknik mühendisliğinde sık sık kullanılan ve gelişimini hızlı gerçekleştiren polimerik malzemeler yani geosentetikler zemin ile birlikte kullanıldıklarında, tabii zemin performansının artırılmasında ve maliyetin düşürülmesinde etkin rol oynamakta ve geleneksel yöntemlere kıyasla daha estetik çözümler sunabilmektedir.

Geotekstil, geomembran ve inşaat sektöründe kullanılan benzer sentetik ürünleri kapsayan geosentetik terimi, sentetik olmayan geotekstillere de düşünülecek olursa geoproduct kelimesi ile de ifade edilebilir. Üreticiler, söz konusu ürünlerdeki gelişimin hızlı ve üreticiler arasında da üretim tekniği farklılıkları olması sebebiyle farklı isimler kullanabilmektedir.

Geotekstillerin yeni ve hızlı gelişen ürünler olmasına paralel ilgili standartlarında gelişmesi gerekirken bugün bakıldığında söz konusu standartların tekstil sektöründe ki standartlardan esinlenerek oluşturulduğu görülmektedir. 1985 yılında ISO, geotekstillere ait uluslararası bir standart oluşturmak için çalışmalar yapmıştır.

Ülkemizde, geotekstil kullanımı ekstra maliyet olarak düşünülse de uygulamaları günden güne artmakta ve yaygınlaşmaktadır. Bizler böyle düşünürken gelişmiş ülkelerdeki geotekstil kullanımının artış hızı ancak geometrik dizi şeklinde tanımlanabilirdi. Bu yüksek artış hızından çıkarmamız gereken ise; böyle bir malzemenin geleneksel malzemelere göre uygulanabilirlik, maliyet ve vb. yönlerden mutlaka avantajlı olduğudur. Ülkemizde geotekstillerin üretim ve tüketiminin az olması sebebiyle, örgüsüz geotekstillerin yurt içinde üretilmesi örgülülerin ise yurt dışından ithal edilmesi daha ekonomik olmaktadır. Elbette ileriki dönemlerde geotekstil tüketiminin artmasına paralel olarak, örgülü geotekstillere ülkemizde de üretilmeye başlanılacaktır. Şu anda ülkemizde bulunan tekstil üreticisi firmalarından yaklaşık yirmi tanesi örgüsüz geotekstil üretebilecek tekniğe sahipken bunlardan sadece bir kaçı inşaat sektörüne yönelik üretim yapmaktadır.

Geotekstillerin sahip olduğu; sağamlık, esneklik, filtre özelliği, sıvı çekebilme yeteneği, gerginliğinin ve sıklığının istenilen oranda ayarlanabilmesi, ultiyivole ışınlaraya karşı dayanımı, bakteri üremesini engellemesi, geç tutuşması ve insan sağlığına zarar vermemesi gibi özellikler bu ürünlerin kullanımı yaygınlaşmaktadır.

2. GEOSENTETİK MALZEMELERE GENEL BAKIŞ

Yapı malzemelerindeki teknolojinin gelişimine paralel olarak; inşaat mühendisliği alanında önemli gelişmeler meydana gelmiştir. Betonarme imalata geçilmesi ile daha büyük ve kullanışlı yapıların inşası sağlanmıştır [18]. İnşaat makineleri ile malzemelerinin gelişimiyle, zemin sıkıştırma ve iyileştirme yöntemlerinde meydana gelen önemli gelişmelere çekme mukavemeti olmayan tabii zeminlerin, geosentetik ve çelik sayesinde çekme mukavemeti kazanmasını örnek gösterebiliriz [14]. 1970'li yıllarda yalnızca 5 - 6 çeşit geosentetik mevcut iken, kullanımlarının artmasına paralel olarak ürün sayısında da kayda değer bir artış gözlenmiş ve günümüzde yaklaşık 600'ün üzerinde farklı geosentetik ürünü kullanılmaktadır [18].

Geosentetiklerin faydalarından bazıları; güvenlik katsayısı arttırmak, zemin performansını geliştirmek ve geleneksel yöntemlere göre ise maliyetleri düşürmektir [14].

2.1. Geosentetiklerin Hammaddeleri

2.1.1. Fiber (Filament), İplik

Geosentetiğin yapısını ıcelediğimizde; çapı 1 mm'den küçük olan filaman, kalınlığı 1 mm'den küçük eni ise birkaç mm olan ince yassı şerit, kalınlığı 1 mm'den küçük olan ince film tabaka, kalınlığı birkaç mm olan kalın tabaka ya da iplik karşımıza çıkar [30]. Filaman; boy/kalınlık oranı yüksek, ince ve bükülebilen bir malzemedir. İplik; belirli bir uzunluğu olan, ufak kesitli eğilmiş ya da eğilmemiş filamanların geosentetik imalatına hazır hale getirilmiş biçimidir [10].

2.1.2. Polimerler

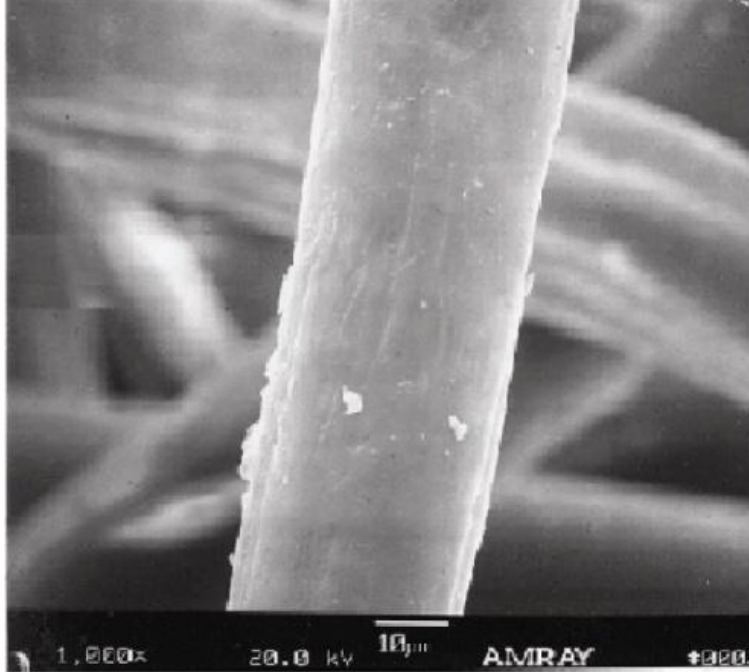
Monomerler polimerizasyon işlemi sonucunda polimerlere dönüşmektedirler. Molekül ağırlığı polimerin davranış şeklinde etkin rol oynamaktadır. Polimerin molekül ağırlığının artmasına paralel olarak;

- Dayanımı artar,
- Uzayabilme kabiliyeti artar,

- Darbe mukavemeti artar,
- Gerilme çatlağı dayanımı artar,
- Isıya dayanımı artar,
- İşlenebilme özelliği azalır [14].

Geosentetiklerin üretiminde yaygın olarak kullanılan polimerler şunlardır:

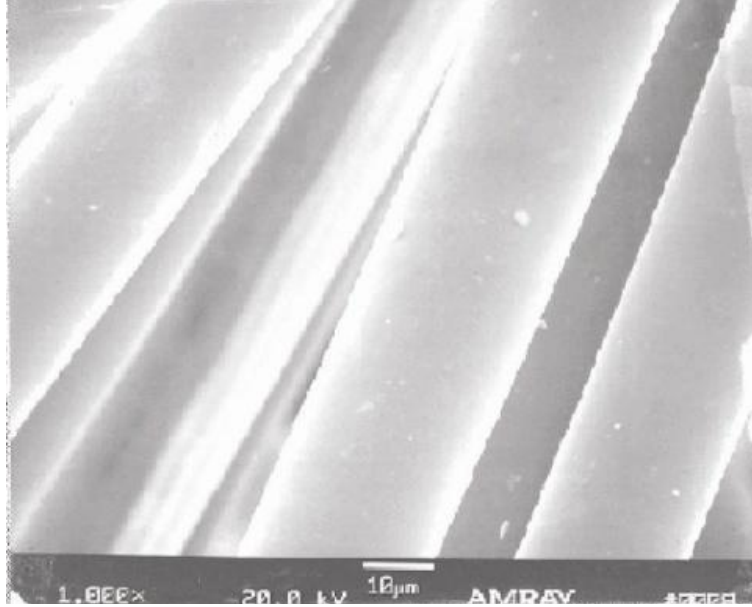
Polipropilen (PP) : Geosentetik üretiminde en çok kullanılan ve kimyasal dayanımı yüksek olan polipropilen; asitlere ve pH'ı 13'e kadar olan alkalilere karşı oldukça dayanıklı ve 165°C erime sıcaklığına sahip olan malzemedir. Yüksek sıcaklık, nem ve uzun süre ışık maruz kalması halinde yapısında deformasyonlar meydana gelebilir. Dolayısıyla, güneş ışığı ile doğrudan temas ettiğinde ilave bir koruyucu malzemeye ihtiyaç duyulmaktadır. Sünme dayanımı çok düşük olduğundan, yük altında zamana bağlı olarak fazla deformasyon gösterir. Sürekli gerilmeye maruz kaldığında, yorulma dayanımı çok yüksek olduğundan kısa sürede yorulmaz [18]. Polyester, polipropilenden pahalı olduğundan tercih edilmez.



Resim 2.1. Mikrofilm (polipropilen) [11]

Polyester (PET) : Bükülüp eğilmesi kolay ve sünmeye karşı dayanıklıdır. 200 °C'ye kadar mekanik özelliklerini korurken, erime sıcaklığı 260 °C'dir. Asitler ile deniz suyuna

dayanıklı ve pH'ı 11'den büyük ise de bazik maddelere duyarlılık gösteren fakat katkı maddeleri ile malzeme özellikleri iyileştirilebilen malzemedir [10].



Resim 2.2. Mikrofilmi (polyester) [11]

Poliamid (PA) : Sulu ortamlara karşı duyarlı olan poliamid, düşük yanabilirlik derecesine sahiptir. Uzun süre suya maruz bırakılan poliamidlerin mekanik özelliklerinde %20 ile %30 arasında bir düşüş görülmektedir. Aşınmaya karşı dayanımları yüksektir. Işık ve ısı etkisiyle bozulmaların önüne geçilebilmesi için katkı maddeleri kullanılabilir. [10].

Polietilen (PE) : Düşük sünme dayanımı ile yüksek yorulma dayanımına sahiptir. Lifler arasında 110°C'lik erime sıcaklığı sayesinde bağlayıcı olarak kullanılmaktadırlar. Güneş ışığına dayanımsız olduğundan ekstra koruyucuya ihtiyaç duyulur [25].

Geotekstil üretiminde kullanılan polietilenler:

LDPE: Düşük yoğunluklu (Yoğunluğu 920– 930 kg/m³),

HDPE: Yüksek yoğunluklu (Yoğunluğu 940–960 kg/m³) [6].

Çizelge 2.1. Geosentetiklerin hammaddeleri [28]

<u>Geosentetik</u>	<u>Hammadde</u>
Geotekstil	PP, PET, PA, PE
Geogrid	HDPE, PET, PP
Geonet	MDPE, HDPE
Geomembran	PE, PVC

LDPE; bükülebilirliğin ve su buharına karşı dayanımın önemli olduğu durumlarda tercih edilirler. HDPE LDPE'ye kıyasla daha katı ve sert bir yapıya sahiptir ve kimyasal dayanımı da LDPE'den yüksektir [6]. Çizelge 2.1'de geosentetik üretiminde kullanılan hammaddeler Çizelge 2.2'de ise polimer gruplarının özellikleri verilmiştir.

Çizelge 2.2. Polimer grupların özellikleri [28]

		Polipropilen	Polyester	Poliamid	Polietilen
Dayanım		Düşük	Yüksek	Orta	Düşük
Elastisite Modülü		Düşük	Yüksek	Orta	Düşük
Kopmada Uzama		Yüksek	Orta	Orta	Yüksek
Sünme		Yüksek	Düşük	Orta	Yüksek
Birim Ağırlık		Düşük	Yüksek	Orta	Düşük
Maliyet		Düşük	Yüksek	Orta	Düşük
U.V. Dayanımı	Stabilize	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Yüksek
	Stabilize edilmemiş	Orta	Yüksek	Yüksek	Düşük
Alkalilere Dayanımı		Yüksek	Düşük	Yüksek	Yüksek
Mikroorganizmalara Dayanımı		Orta	Orta	Orta	Yüksek
Benzin vb. Dayanımı		Düşük	Orta	Orta	Düşük
Deterjan vb. Dayanımı		Yüksek	Yüksek	Düşük	Yüksek

2.2. Geosentetik Çeşitleri

- Geotekstil,
- Geogrid,
- Geonet,
- Geomembran,
- Geosentetik kil kaplama,
- Geoboru,
- Geokompozit

- Geofam,
- Geotüp,
- Geohücre,
- Geo diğerleri.

2.3. Geotekstil

Geotekstillerin üretiminde fiber, filament veya iplikler kullanılır. Fiber, kesilmiş film şeritlerini de içeren, bükülebilirliğe, inceliğe ve yüksek boy/kalınlık oranına sahip malzemelerdir. Filament ise belirli uzunluğa sahip fiberdir. İplik terimi ise yine belli bir uzunluğa sahip, nispeten küçük kesit alanlı, bükülmüş veya bükülmemiş fiber veya filamentlerin montajlanmış, geotekstil üretimine hazır hale getirilmiş hali için kullanılır [14].

Geotekstiller çeşitli özelliklerine göre alt sınıflara ayrılabilir: Yapım tekniği, polimer bileşeni, ağırlığı ve mühendislik fonksiyonu. Yapım tekniğine göre sınıflandırmada genel olarak iki ana sınıf vardır: örgülü (woven) ve örgüsüz (nonwoven) ürünler. Bu gruplar da kendi aralarında yapıldıkları ipliğın ve fiberin türüne göre alt gruplara ayrılabilirler [6].

2.3.1. Örgüsüz geotekstiller

Örgüsüz geotekstiller; henüz iplik halini almamış ve farklı yollarla birleştirilmiş, uzunluğu değişken olabilen ve geotekstillerin dünya pazarındaki gelişiminin en önemli sebebi olan ürünlerdir. EDENA, örgüsüz geotekstilleri, mekanik, kimyasal ya da fiziksel yöntemlerle birbirlerine bağlanmış, tek yönlü ya da gelişi güzel olarak dizilmiş elyaflardan üretilen tabaka, ađ ya da keçe olarak tanımlamaktadır [10].

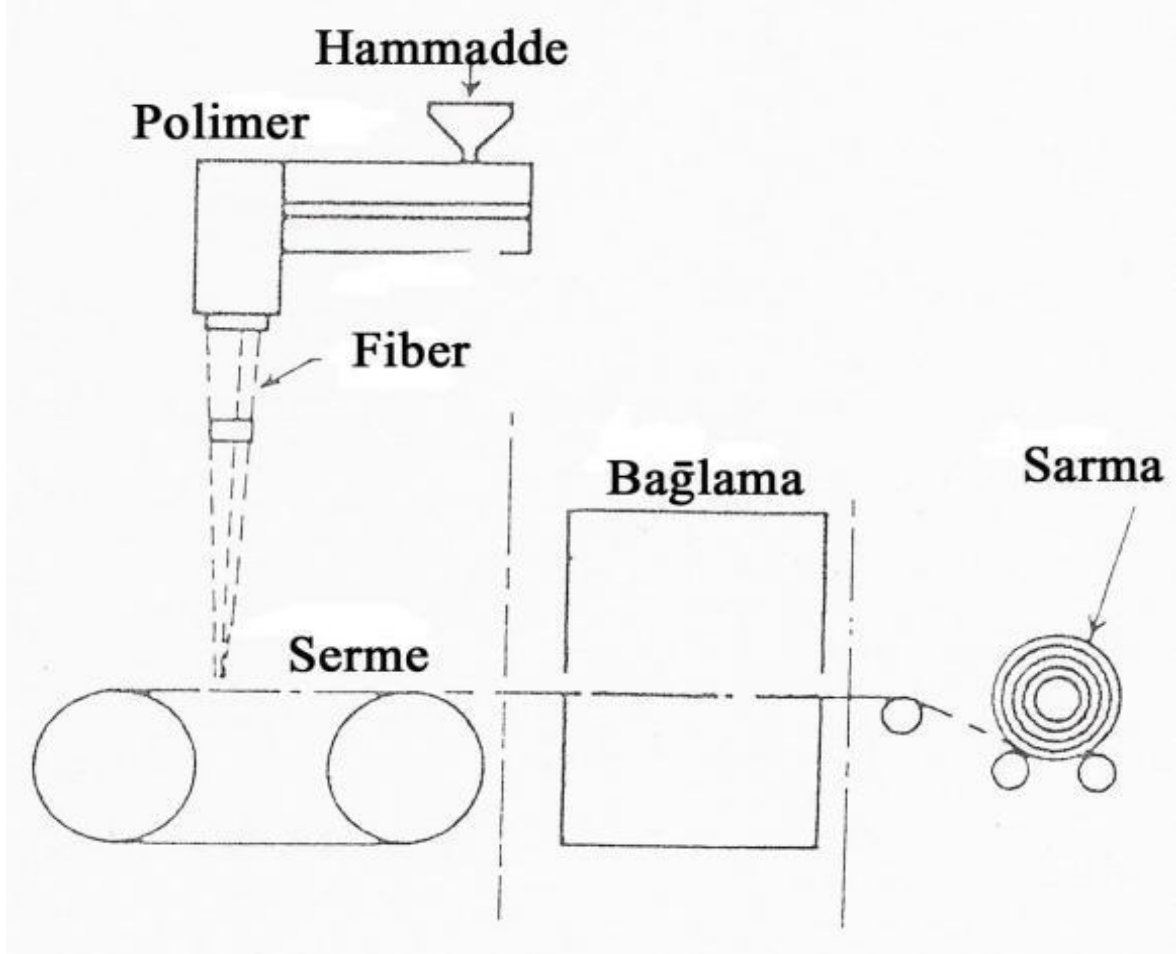
Örgüsüz geotekstillerin kalitelerini etkileyen faktörler:

- Hammaddenin (Elyaf) cinsi,
- Üretim tekniği.

Üretiminde kullanılan elyafa göre örgüsüz geotekstiller; kesik ve sonsuz elyafli üretim olarak ikiye ayrılırlar [10].

Örgüsüz geotekstillerin imalat aşamaları; doku oluşturma, dokuyu sabitleme ve son işlemlerdir. Doku elde edebilmek için öncelikle; boy, kalınlık, kıvrım ve kimyasal yapısı gibi özellikleri göz önüne alınan elyaflardan harman oluşturulmalıdır. İşlem sonunda elde edilen ürününü istenilen özelliğe sahip olabilmesi açısından son derece önemlidir [10].

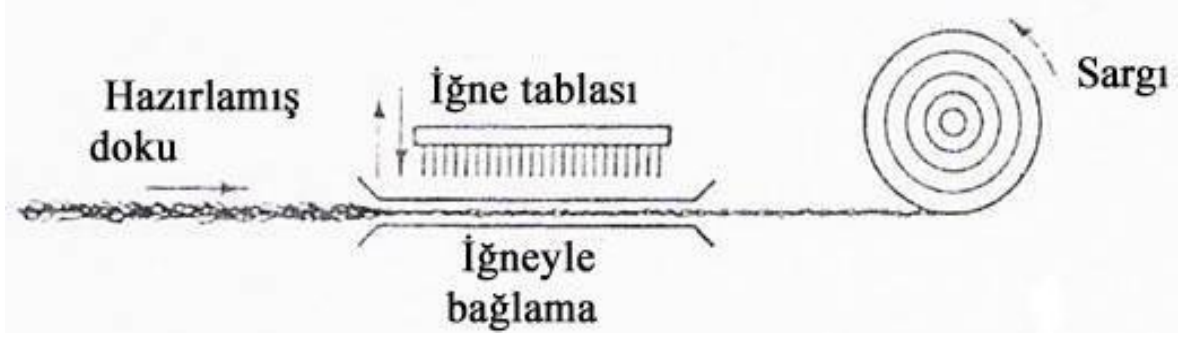
Elyafların belirli bir yönü olmadığından ısı şartları değişince elyafların yönü de değişebilir. Bu nedenle, son ürün için elyaf yönünde devamlılık ve teknik özellik gibi konularında garanti verilememektedir. Sonsuz elyafli üretim yönteminde (Şekil 2.2) ise; baştan sona uygulanan işlemlerin hepsi bir seferde uygulanır. Diğer bir ifadeyle; eriyikten çekilen filamentlerin taşıyıcı bir band üzerinde yerleştirildikten sonra üzeylerin katılaşmasıdır. Buradan çıkarmamız gereken; elyafların birbirine bağlanmasının kendi kendine gerçekleşmesidir. Dokusuz yüzeylerin hammaddesi olan polimerlerden en çok tercih edilenleri; polipropilen, polyester ve poliamiddir [2].



Şekil 2.2. Elyaf ile imalat [22]

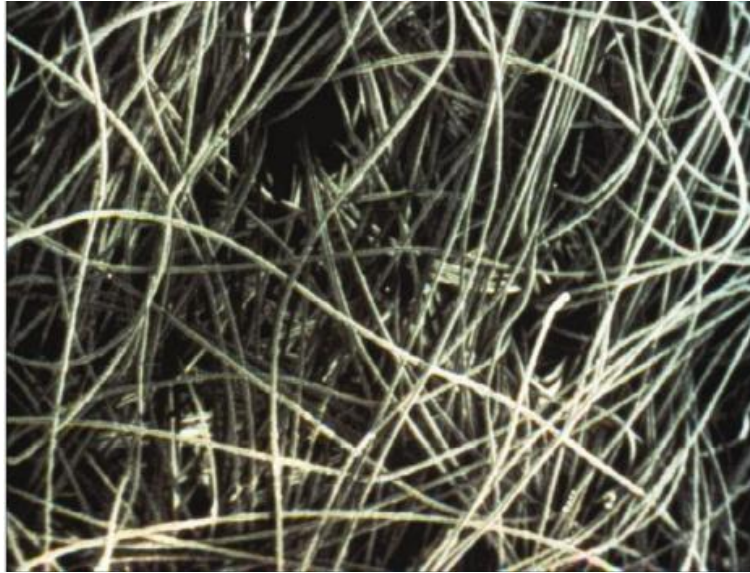
Dokuların, sonsuz elyafly üretim haricindeki yöntemlerde mekanik, ısı veya kimyasal uygulamalar yardımı ile çekme dayanımlarının arttırılarak güçlendirilmeleri sağlanır [10].

Şekil 2.3’de gösterilen iğneleme yönteminde; iki tambur arasından geçirilen kalın elyaf tabakası henüz bağlanmamış elyaf tabakası kalınlığı doğrultusunda iğnelenir. Elyafların bir bölümü uygulama esnasında kancalı iğnelere takılarak yukarı çıkar, her batışta aşağıya doğru ilerlemesi ile elyaflar ile iplikler arasındaki mekanik birleşim sağlanmış olur [18].



Şekil 2.3. İğneleme ve tipik iğneler [22]

Bol miktarda iğne ucundan oluşan iğne tabakasındaki iğnelerin miktarı kumaşın birim ağırlığı ve sıklığı ile ilişkilidir. Elyafar arası sürtünme, yoğunluk, sıklık, uzunluk ile iğneleme hızı da örgüsüz kumaşın mekanik özellikleri üzerinde etkilidir. İğne ile delme yöntemiyle üretilen malzemelerin sert olmaması sebebiyle, deformasyon enerjileri yüksektir. Yüksek çekme dayanımına sahip dokusuz yüzeyler üretebilmek amacıyla sonsuz elyaf malzemeler hammadde olarak kullanılmalıdır [2]. Resim 2.5’de iğneleme ile oluşturulmuş geotekstil mikrofilmi gösterilmiştir.

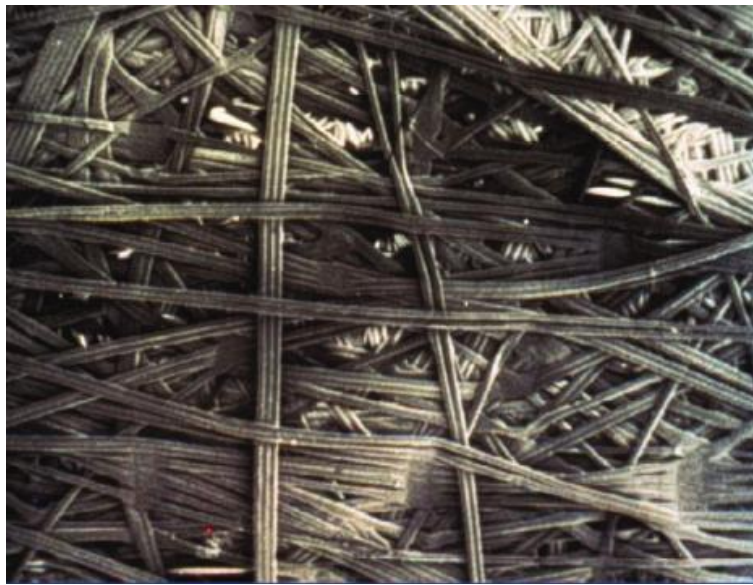


Resim 2.5. İğneleme ile oluşturulmuş örgüsüz geotekstil mikrofilmi [29]

Elyafarın arasındaki birleşimin sağlamlığını arttıran yöntem kimyasal yapıştırıcıların kullanıldığı yöntem olarak adlandırılır. İğneleme veya elyaf yöntemi aracılığıyla üretilen dokusuz yüzeye emülsiyon (kendi içinde çözünmeyen sıvı karışımı) yapıştırıcılar uygulanır ve kurutma yöntemi ile mevcut sudan arındırılır. Bu sayede mevcut

su uzaklaştırılırken yapıştırıcı da pişirilmektedir. İğneleme ile oluşturulmuş örgüsüz geotekstillerin uzama deformasyon enerjileri bağların rijit olması sebebiyle düşükken aşınma dayanımı aksine yüksektir [2].

Isıl yöntemde (Resim 2.6) ise; liflerin birleşmesi amacıyla aralarına koyulan, ısı ile yumuşayabilen soğutulduklarında da sertleşebilen plastik malzemeler aracılığıyla lifler arası bağlantı sağlanmış olur. Naylon 6, polyester ve PVA gibi malzemeler yapıştırıcı lif olarak kullanılabilirler [2].



Resim 2.6. Isıl olarak birleştirilmiş örgüsüz geotekstil mikrofilmi [29]

Ekli kullanımlarda ek yerlerindeki bindirme kayıpları açısından geotekstillerin en genişliği önemlidir ve Türkiye’de maksimum 6,5m genişliğinde üretim yapılmaktadır [10].

2.3.2. Örgülü geotekstiller

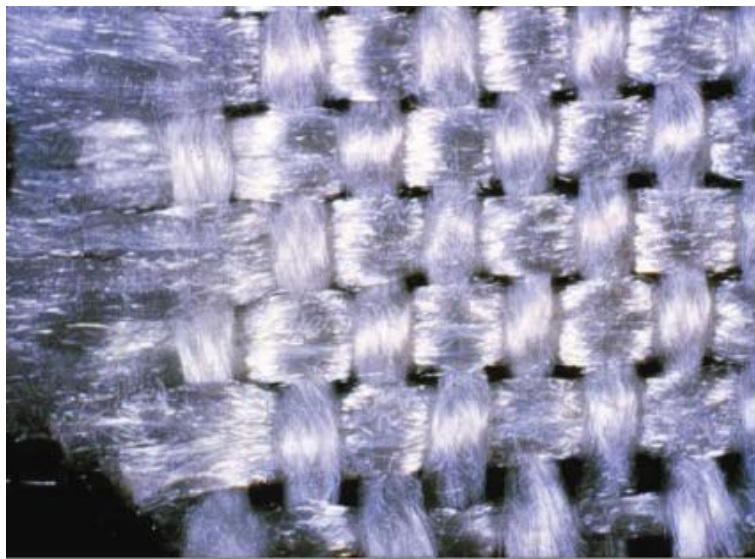
Birbirine dik doğrultuda uzatılan iplikler ile örülen örgülü geotekstiller genellikle yüksek çekme dayanımı elde edilmek istenildiği durumlarda kullanılırlar [14].

Örgülü geotekstil çeşitleri: Tek ya da çok filamentli, şerit esaslı ve kesikli film [14].



Resim 2.3. Kesikli şerit üzerinde kesikli şerit [29]

Tek filamentli iplikler (Resim 2.3); yuvarlak kesitli, en az 0,1 mm çapında, ısı çekim ve son işlem uygulanmış ve geleneksel üretim yöntemleri ile üretilmiş malzemelerdir. Geçirgenlikleri yüksek olan geotekstillerin üretiminde kullanılırlar. Çok filamentli iplikler (Resim 2.4); belli bir uzunluğu olan, kalınlığı az eğilmemiş iplik topluluğudur. Şerit ürünler; bükülmemiş, yassı ve çok uzun filmlerden çekilmiş olan şeritlerden imal edilirler. Genişliği 5 mm'den az olan şeritlerden örülen geotekstillerin su geçirgenliği düşük olur. Kesikli film tipi geotekstillere (Resim 2.3) ise; liflendirilmiş film ipliklerinden imal edilirler [14].

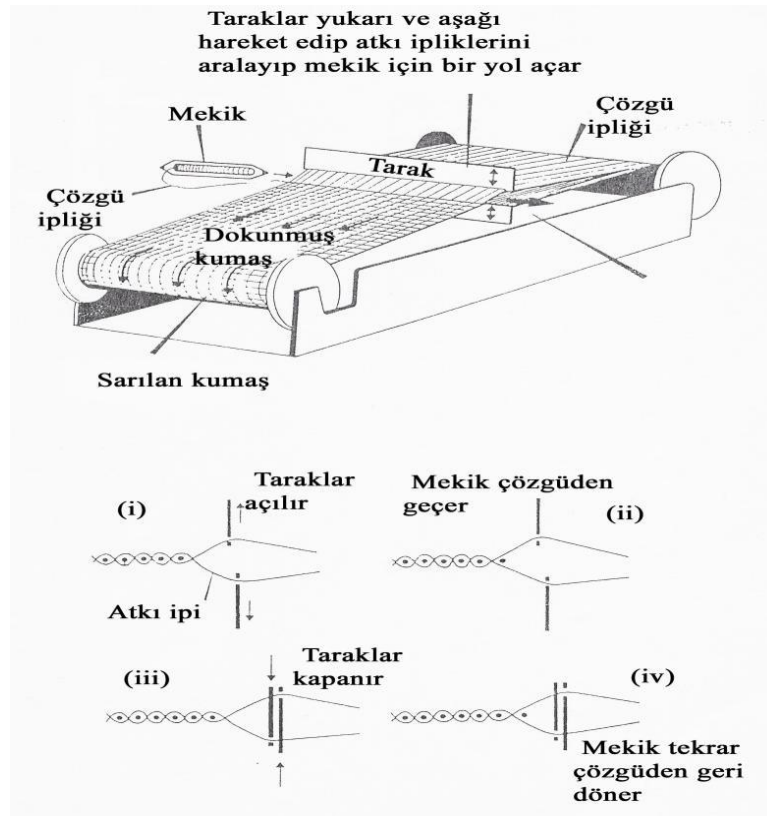


Resim 2.4. Monofilament şerit üzerinde monofilament şerit [29]

Şekil 2.1'de görülen örme işlemi kısaca şu sırayla gerçekleşir:

- Boş deliklerden iplikler geçirilir,
- Tarak hareketleriyle boyuna iplikler aralanarak mekik vasıtası ile yeni bir iplik bu açıklığa girer,
- Tarak ve mekik hareketleriyle mekiğin diğer ipliğe geçmesi sağlanır,
- Tarak hareketleri tekrarlanırken bu işlem de bir döngü şeklinde devam eder [10].

Dokuma tezgâhında tamamlanan ürünler rulo şeklinde sarılırlar. Genişliği 4 m ile 5 m arasında değişmekle birlikte ihtiyaç duyulması istenilen genişlikte hazırlanabilir. Uygulama sahasında ek yapılacak ise 0,50 m ilave bindirme genişliğine ihtiyaç duyulur [10].



Şekil 2.1. Örgülü geotekstilin hazırlanması [22]

3. GEOTEKSTİLLERİN ÖZELLİKLERİ

3.1. Fiziksel Özellikler

3.1.1. Boyutlar

Örgülü ve örgüsüz geotekstiller için genişlik; üretimi yapan makinenin kapasitesi ile ilgili olup, maksimum 5,5 m ile 6,0 m civarındadır. Fakat boyu ile ilgili herhangi bir standart bulunmamaktadır. Ancak gerilmesiz koşullar dikkate alındığı takdirde malzemenin eni ve boyu hassas olarak belirtilebilir [6].

Belirli basınç altında, geotekstilin yüzeyleri arasındaki uzaklık kalınlık olarak adlandırılır. ASTM D1777 [7] seçilen dokuma kalınlığına göre olması gereken basınç değerlerini Çizelge 3.1’de belirtmektedir. Geotekstillerin kalınlıkları 0,2 mm ile 10,0 mm arasında değişmekle birlikte arazideki uygulama sonrasında oluşan farklı gerilmeler nedeniyle geotekstillerin gerçek kalınlığının tespiti zordur [6].

Çizelge 3.1. Dokuma kalınlığına göre basınç aralıkları [7]

Malzeme Türü	Basınç Aralığı (gr/cm ²)
--------------	--------------------------------------

Yumuşak	0,035 - 35,0
Orta	1,4 - 144,0

3.1.2. Ağırlık

Geotekstille ilgili ağırlık ifadesi ile anlatılmak istenen birim alana düşen ağırlıktır. Bu değer 1 m²'deki gram cinsinden geotekstil malzemesi miktarıdır. ASTM D1910 [8] ile D3776 [9] deneyleri ağırlık ile ilgilidir. Geotekstilin ağırlığı; dokumanın deney sırasında ölçülen ağırlığının, dokumanın sıfır gerilme altında hesaplanan alanına bölünerek bulunur ve bu değer genellikle 135 gr/m² ile 680 gr/m² arasındadır. Örgülü geotekstiller çoğunlukla ağır ve yüksek dayanıma sahiptirler [6].

3.1.3. Yoğunluk

Geotekstilin hammaddesi olan polimerik malzemelerin yoğunlukları şöyledir:

- Polipropilen 910 kg/m³,
- Polyester 1220-1380 kg/m³,
- Naylon 1050-1140 kg/m³,
- Polietilen 920-960 kg/m³,
- Polivinilklorid 1690 kg/m³ [6].

Yoğunluğu suyunkinden düşük olan polimerlerin su altında kullanılmaları problem yaratabilir [6].

3.2. Mekanik Özellikler

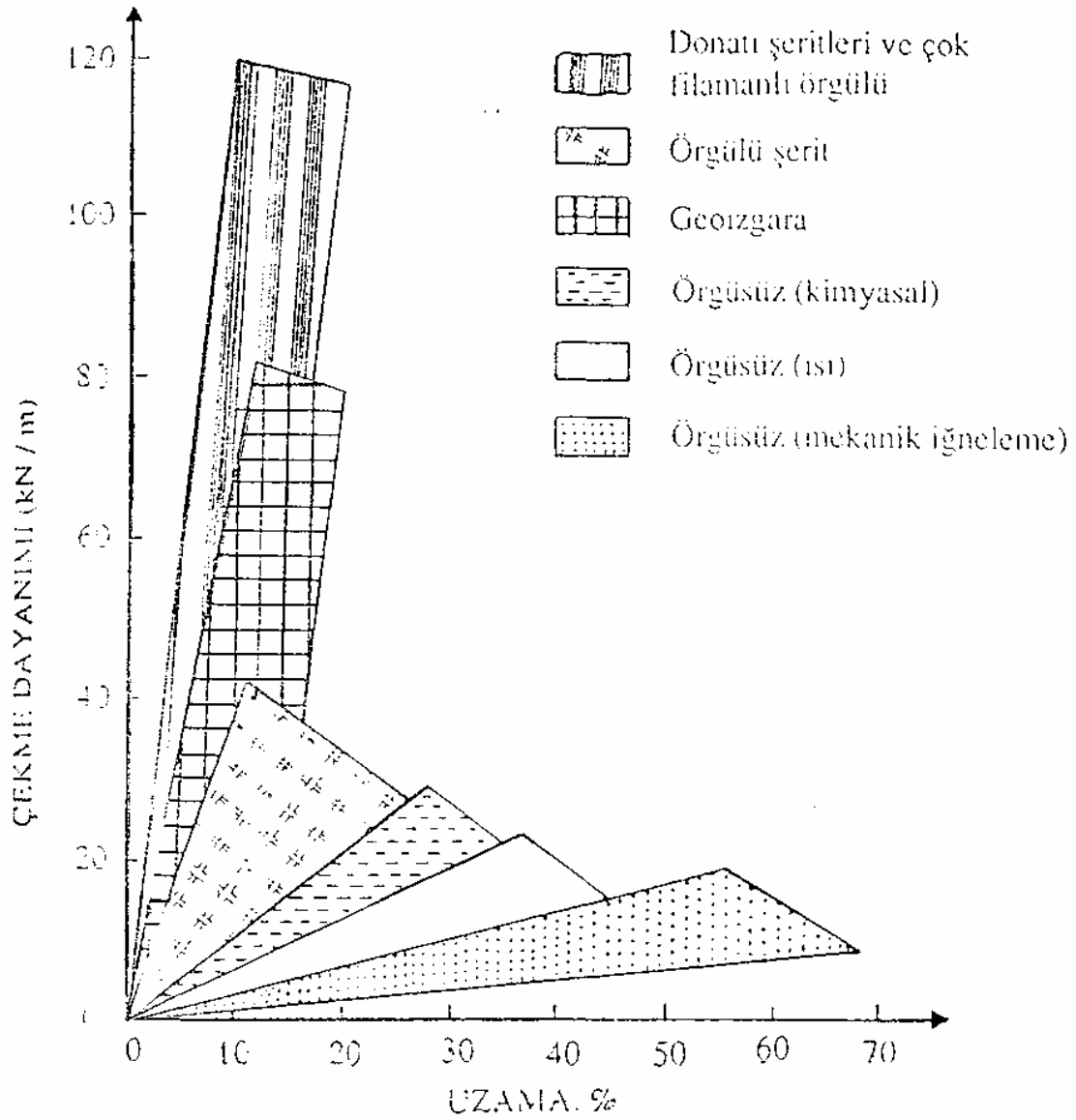
Mekanik özellikleri, yük ile deformasyon arasındaki ilişki olarak tanımlayabiliriz. Yük, geotekstil düzleminde veya düzleme dik olarak etki edebilir. Geotekstili oluşturan elyafın ve ipliğin kolayca eğilip bükülebilmesi nedeniyle kendi düzleminde sıkışma kuvvetine karşı direnci düşük olur [6].

Kuvvetler zemin kütlesi, sürtünme vb. şekilde alansal olarak, ek yerlerinde ya da taşlar, çıkıntılar vb. şekilde de noktasal olarak etki edebilirler. Bu etkilerin homojenliği

önemlidir. Yükün, homojen oluşmaması sonucunda oluşacak deformasyonlar gerilme yığılmalarına sebep olabileceği için, söz konusu etkilerin üniform olup olmaması önemlidir [6].

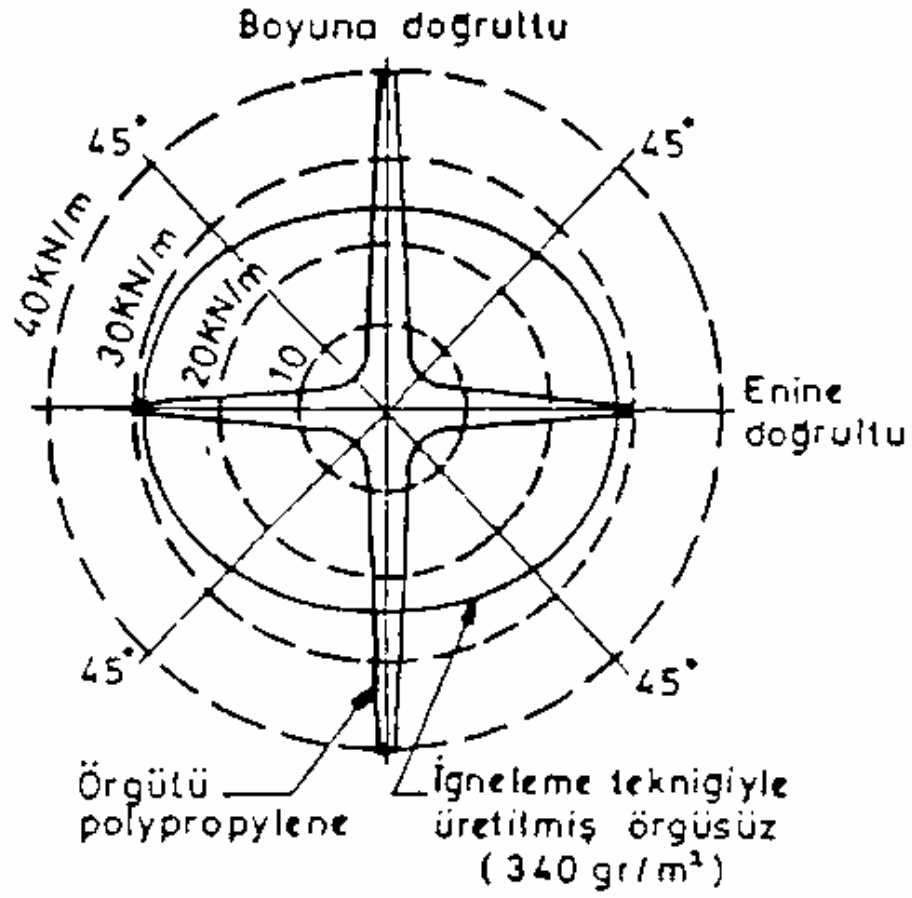
Geotekstiller, uygulama esnasında servis ömrü boyunca karşılaşacağından daha fazla gerilmeye maruz kalmaktadır. Geotekstilin, uygulama esnasında oluşan yükler ve darbeler nedeniyle deforme olmaması ve güneş ışığı, hava sıcaklığı, fiziksel bozulmalar ve kimyasal atıklar gibi dış etkilere karşı da dayanıklı olması gerekir [6].

Fiber yapışma, ipliklerin çapı ve üretim şekline bağlı olarak örgülü geotekstillerin mekanik özellikleri farklılık gösterebilir. Şekil 3.1'de üretim yöntemine göre çekme mukavemetleri kıyaslanmaktadır [6].



Şekil 3.1. Üretim yöntemine göre çekme mukavemetleri [6]

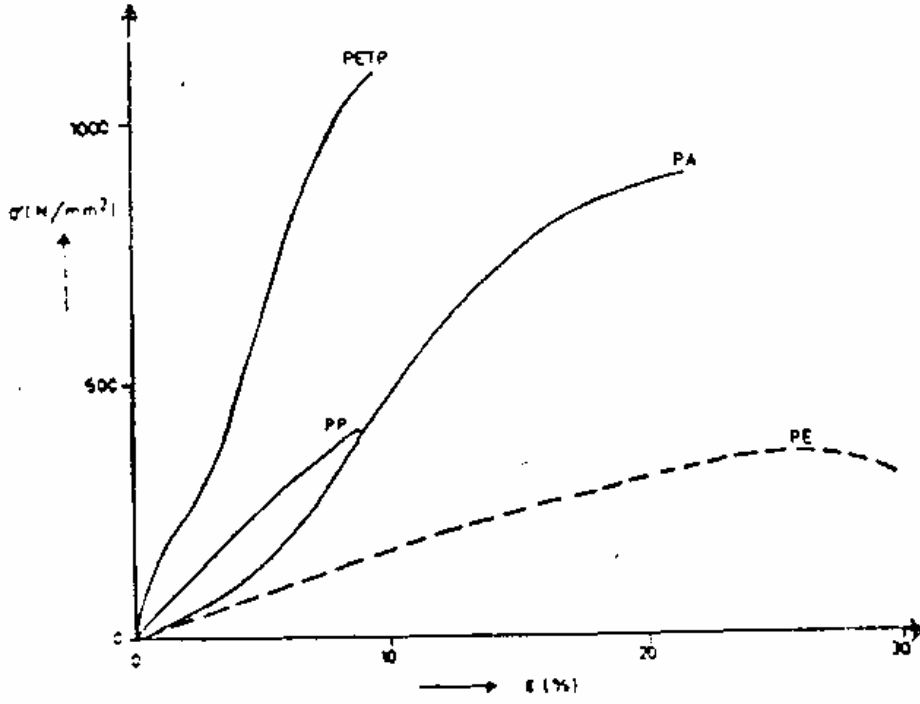
Örgülülere kıyasla daha izotrop olan örgüsüz geotekstillerin fiziksel ve mekanik özelliklerinde, yöne bağlı olarak farklılıklar olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından yapılan deneysel çalışmalarla ifade edilmiştir (Şekil 3.2) [31].



Şekil 3.2. Deney yönüne göre çekme mukavemetleri [31]

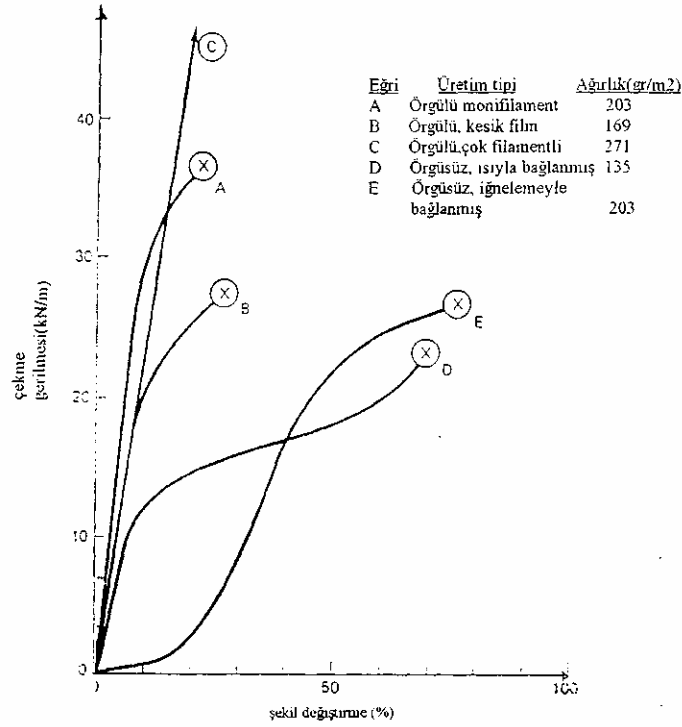
3.2.1. Gerilme

Gerilme-deformasyon ilişkisi, iplik türüne ve üretim yöntemine bağlıdır (Şekil 3.3) [6].



Şekil 3.3. Gerilme şekil değiştirme diyagramı [12]

(Şekil 3.3) Polyester ve polyamid birden fazla, polietilen tek ve polipropilen ise kesikli film filamentleri kullanılarak hazırlanmıştır. Kullanılan polimer türü aynı olsa da, üretim tekniği ile fiberlerin birbirlerine bağlanma sürecindeki değişiklikler nedeniyle geotekstillerin özelliklerinde farklılık gözlenebilir. Şekil 3.4’de farklı yöntemlerle üretilen geotekstillerin çekme şekil değiştirme davranışları gösterilmiştir [20].



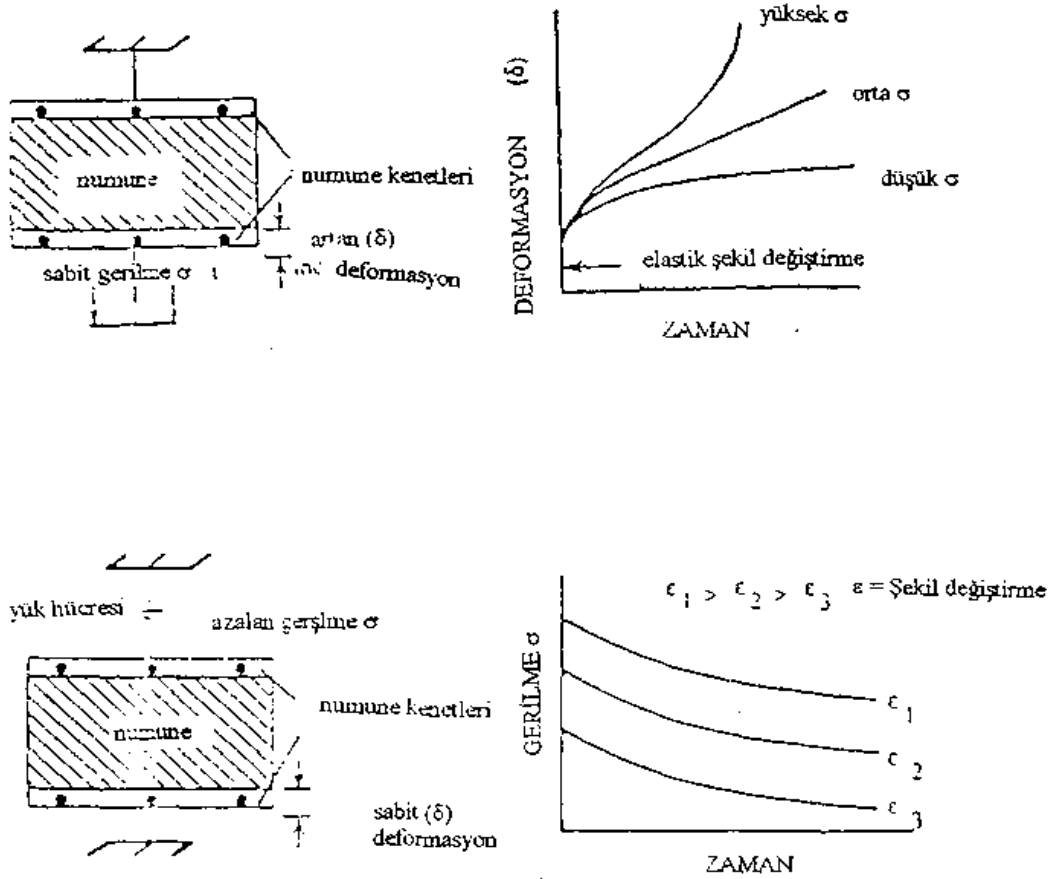
Şekil 3.4. Geotekstillerin çekme şekil değiştirme davranışları [20]

A, B ve C daha büyük, E ve D ise nispeten daha küçük gerilmelere dayanırken; A, B ve C daha küçük, E ve D ise nispeten daha büyük şekil değiştirmeler göstermektedir. Deney sıcaklığı, uygulama hızı ve rutubet gibi etkenler çekme deneyinde bulunan sonuçlar üzerinde farklılıklara yol açabilir [6].

3.2.2. Sünme

Geotekstillerdeki sünme davranışı konusunda Shrestha ve Bell [27] 1982 yılında ilk araştırmayı yapmışlardır.

Geotekstillerin gösterdiği diğer viskoelastik davranış ise sabit bir uzama değeri (kopma uzamasından daha küçük) altında, şekil değiştirme sabit iken gerilmenin azalarak sıfır olması olarak tanımlanan gerilme boşalmasıdır. Gerilme boşalması ile ilgili ilk çalışmalar 1986 yılında Greenwood ve Myles [15] tarafından yapılmıştır. Sünme ve gerilme boşalması davranışları şekil 3.5'de gösterilmiştir.



Şekil 3.5. Sünme ve gerilme boşalması davranışları [6]

3.3. Deformasyon Sebepleri

3.3.1. Yerleştirme kusurları

Geotekstillerin yerleştirilmesi ile ilgili standart bir yöntem olmamasına rağmen; bazı durumlarda yerleştirme esnasında ortaya çıkacak gerilmeler, servis ömrü boyunca karşılaşamayacağı büyüklükte olabileceği için yerleştirmeye özen göstermemiz gerektiğini bilmemiz gerekmektedir. Koerner [20], yerleştirdikten hemen sonra sahadan alınan farklı geotekstillere yapılan deneyler ile kullanılmamış benzer numuneler üzerinde yapılanları kıyaslayarak dayanımlarında önceden hesaplanamayan azalma gözlemlemiştir [6].

3.3.2. Sıcaklık

ASTM D794 [5]; plastiklerin yüksek sıcaklık altındaki davranışını öğrenmek amacıyla; kontrollü hava akımı vasıtasıyla malzemeye sıcak hava uygundur. Malzemenin

sıcaklığı, bozulma meydana gelene kadar, sürekli ya da tekrarlı olarak artırılır. Uygulamada geotekstile sıcaklığı yüksek malzeme dökülecek ise, Geotekstil hammaddelerin bozulma sıcaklıklarına da dikkat edilmesi gerekir [6].

ASTM D746 [4]; sıcaklığın az olması nedeniyle malzemede meydana gelecek gevrekleşmeyi kontrol eder. Bozulma sıcaklığı; aynı türdeki deney numunelerinin yarısında gevrekleşmeye sebep olan sıcaklık olarak tanımlanır [6].

3.3.3. Kimyasal

ASTM D543[3]; geotekstilin ağırlığında, boyutunda, görünüşünde ya da mukavemetinde değişikliğe sebep olacak kimyasal maddeler belirlendikten sonra geotekstillerin kimyasal reaksiyon oluşturan malzemelere karşı gösterdiği direncini test etmektedir. Geotekstile sıcaklık sabit iken bir kimyasal uygulanır ve söz konusu kimyasaldan etkilenen ya da etkilenmeyen mekanik geotekstil özellikleri kıyaslanırlar [6].

Zemindeki geotekstillere ortamda var olan birçok farklı sıvıyla karışabileceğinden, oluşması muhtemel kimyasal reaksiyonlar için uygulama öncesinde özel deneyler yapılmalıdır [6].

3.3.4. pH

Bünyelerine az ya da çok mutlaka su alan polimerik malzemeleri, yüksek hassasiyet gösterenden düşüğe doğru poliamid, polyolefin ve polyester olarak sıralayabiliriz. Bünyesine giren suyun pH seviyesi geotekstilin mekanik özellikleri üzerinde etkilidir. Yapılan deneylerde [20], poliamid düşük pH'a hassas iken polyester ise yüksek pH'a hassasiyet göstermiştir. Kullanılacak geotekstilin, arazide karşılaşılabileceği pH seviyesine göre önceden mukayese edilmesi gerekir [6].

3.3.5. Güneş ışığı

Mevsim, coğrafya, hava sıcaklığı, bulutluluk, rüzgâr ve nem gibi etkenler güneş ışınlarının şiddeti ile dalga boyları üzerinde etkilidir. Dolayısıyla bütün bu şartların arazide modellenmesi zor olduğundan, uygulama arazisinin fiziki şartlarına uygun ayrı ayrı çalışma yapılması gerekir [6].

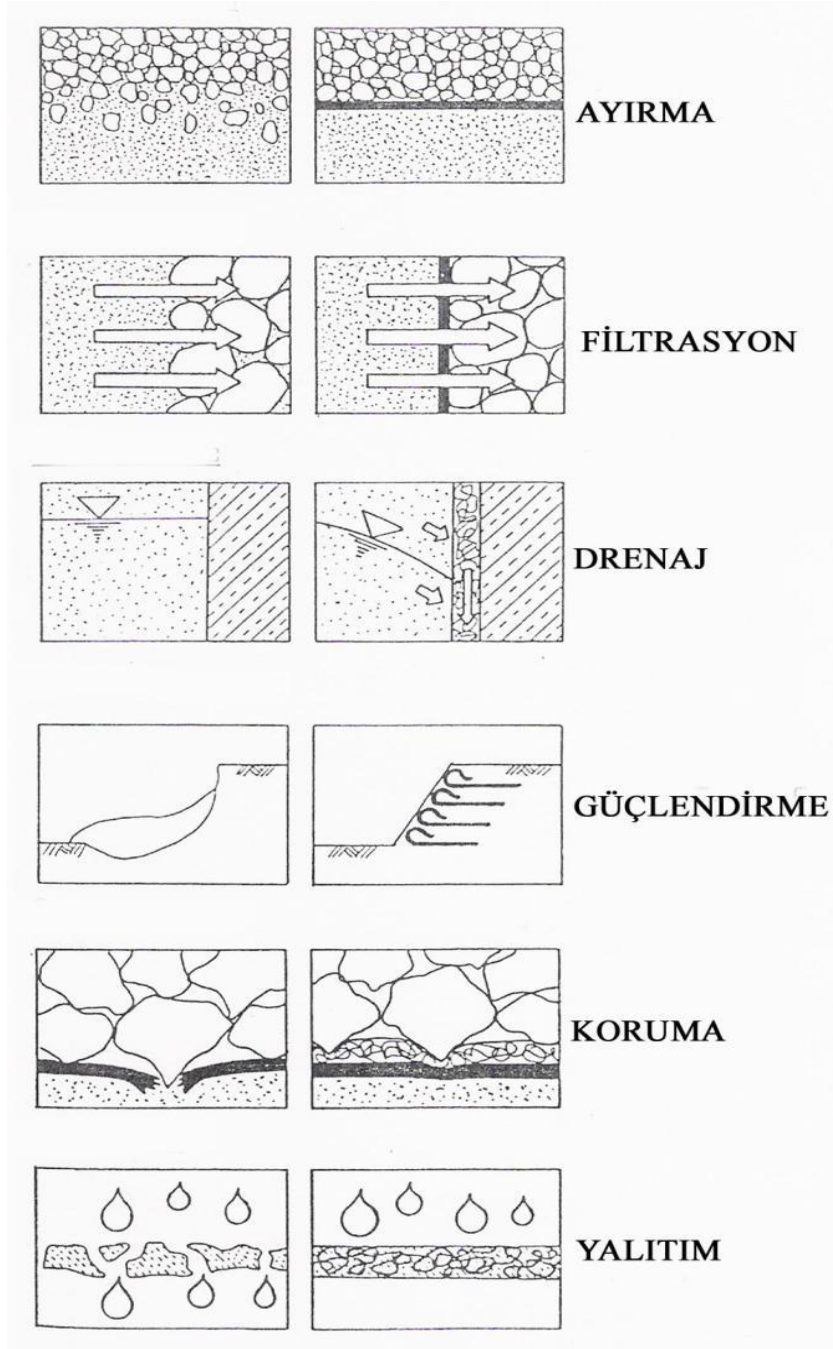
3.4. Deformasyon Süresi

Geotekstilin kullanımı sırasında, beklenen mühendislik fonksiyonunun elde edilemediği süreç bozulma süresi olarak tanımlanabilir. Objektif olmayan ve genellikle tasarımı yapan mühendisin vereceği kararlarla belirlenen bir kavram olan bozulma süresine örnek verecek olursak; başlangıç uzamasının yarısına ulaşıldığı durumda geçen deformasyon süresi geotekstilin yarı ömrü olarak ifade edilir. Çizelge 3.2'de geotekstillerin bozulma sürelerinin tahmininde kullanılan yöntemler ile sahip oldukları avantaj ve dezavantajları birlikte ifade edilmiştir. Arrhenius modelinin, geotekstillerin bozulma sürelerinin tahmininde en iyi sonuç veren yöntem olduğu belirtilmektedir [21].

Çizelge 3.2. Geotekstillerin bozulma sürelerinin tahmininde kullanılan yöntemler [21]

<u>YÖNTEM</u>	<u>PRENSİP</u>	<u>AVANTAJLARI</u>	<u>DEZAVANTAJLARI</u>
Gerilme Limit Deneyi	Kaplanmış boru kesitleri değişik basınçlar altında göçme meydana gelene kadar test edilir.	- ISO, Alman, ASTM normlarında yer almaktadır, - Belirli servis ömrü için elde edilen tasarım basınçları, - Tasarım basıncı için güvenlik sayısı uygulanabilir.	- Sadece plastik borular için kullanılabilir, - Gerilme durumu ve büyüklüğü bilinmemiştir, - Göçme süreleri çok uzun, - Dataların ekstrapole edilmesi gereklidir.
Proses Hızı Yöntemi	Kaplanmış boru kesitleri çeşitli basınçlarda test edilir ve göçme meydana gelene kadar sıcaklık artırılır.	- Geosentetiklere adapte edilebilir, - Her sıcaklık için esneklikten kırılma eğrileri, - İstenilen servis ömrü ve kabul edilebilir gerilmeler elde edilir.	- Sadece polyolefinlerle ilgilidir, - İstenen sıcaklıktaki davranışı elde etmek için ekstrapolasyon gerekmektedir.
Hoechst Çok Parametrelili Yöntem	Sünme ve gerilme ilişkisi verileri, arazi şekil değiştirme değerleriyle üst üste konur.	- Geosentetiklere uygulanabilir, - Yüksek gerilmeler altında polimerlerin davranışları araştırılabilir, - Arazi verilerini de içerir.	- Sadece HDPE ye uygulanır, - Çok miktarda laboratuvar verileri gereklidir, - Arazideki şekil değiştirmelerin izlenilmesi zordur.
Arrhenius Modeli	Arazinin özel koşullarına göre yüksek sıcaklıklarda ekstrapole edilmiş eğriler kullanarak dengelenmiş servis ömürleri elde edilir	- Geosentetiklere uygulanabilir, - Arazi koşullarının tam olarak temsil edilmesine imkân sağlar, - Tüm polimerlere uygulanabilir.	- Deney düzeneğinin kurulması zordur, - Lineer aktivasyon enerjisi kabul edilir (Uzun deney süresi gereklidir), - Verilerin ekstrapole edilmesi gereklidir.

4. GEOTEKSTİLLERİN FONKSİYONLARI



Şekil 4.1. Geotekstillerin fonksiyonları [1]

4.1. Ayırma

Geotekstiller; küçük ile büyük daneli zeminlerin arasına koyulduğunda, üst yapıdan gelen dinamik yük sebebiyle oluşacak malzeme karışımını önleyen bir ayraç vazifesi

görürler. Geotekstiller aşağıda sıralanan özellikleri sayesinde doğal su dolaşımını etkilemeden farklı iki zemini birbirinden ayırabilirler [14]:

- Kenarı keskin malzemelere karşı yüksek yırtılma dayanımı,
- Önemli yerel deformasyonlara karşı dayanım,
- Kopma oluşuncaya kadar yeterli bir uzama,
- Etkilere karşı koyma amacıyla yüksek dayanım,
- İnce zemin danelerini tutarak, borulanmaya izin vermeden su akımına izin vermek [25].

Geotekstillerin ayırma maksadıyla kullanıldıklarında uzama oluşmaması sebebiyle elastisite modülü büyük olmalıdır. Seçilen geotekstil nispeten küçük elastisite modülüne sahip ise, büyük kopma gerilmelerini taşıyabilmelidir [14].

Geotekstillerin ayırma amacı ile kullanımına örnek verecek olursak; yol ve hava alanlarında temel ile taş dolgu tabakasını ayırma maksadıyla kullanıldıklarında temiz taş dolgusunun arasının dolmasını ve elastik özelliğini kaybetmesi önlenmiş olurlar. Demiryollarında balast tabakasını temel tabakasından ayırmak için kullanıldıklarında ise balastın ömrünü uzamaktadırlar [14].

Geotekstillerin ayırma amacıyla kullanımına örnekler:

- Yol ve havaalanında, alt temel ile taş temel arasında,
- Demiryolunda, alt temel ile balast arasında,
- Dolguda, taş temeldeki geomembranlar ile kum drenaj arasında,
- Sürşarj yükleri için temel ile zemin dolgusu arasında,
- Yol dolgusunda, temel ile zemin dolgusu arasında,
- Toprak ve kaya barajda, temel ile zemin dolgusu arasında,
- Sarılmış zemin ile temel arasında,
- Temel ile rijit istinat duvarı arasında,
- Temel ile depo yığını arasında,
- Şevler ve mansap stabilite bentleri arasında,
- Kaldırım döşemesi altında,

- Otoparkın altında,
- Spor sahasının altında,
- Estetik kaplama elde edebilmek amacıyla, prekast blok ile panellerin altında,
- Drenaj tabakalarının arasında,
- Dolgu barajda farklı bölgeler arasında,
- Eski ile yeni asfalt arasında [22].

4.2. Filtrasyon

Geotekstiller, su akımına karşı yerleştirilip suyun geçişine bir filtre gibi davranarak izin verirler fakat en küçük dane çaplı zemini tutarak sürüklenmesine izin vermezler. Geotekstiller filtrasyon amacıyla kullanılacak ise; yeterli gözenek açıklığı ve su geçirgenliği, sıkışmaya karşı dayanım ve yüksek porozite gibi özellikleri olmalıdır. Geotekstilin karşısında içerisinde ince daneli malzemenin bulunmadığı bir tabaka oluşabilmesi için taşınan ince daneli zeminin geosentetikten mutlaka geçmesi gerekir. Doğal olarak elenmiş ve filtre tabakası işlevi gören bu tabaka, küçük parçacıkların geotekstile hareketini önler. Eğer bu ince daneler geotekstil bünyesinde tutulursa, geçirimsizliği az olan bir tabaka oluşur ve suyun akışı engellenir. Geotekstilin geçirgenliği, su akışına engel olmamak ve boşluk suyu basıncının oluşumunu önlemek amacıyla en az zeminin geçirgenliğine eşit olmalıdır. Güvenlik faktörü, tıkanma riskini ve geotekstilin sıkışabilirliğini de göz önüne alacak olursak; 10 ya da 100 (önemli barajlarda) olarak alınmalıdır [1].

Geotekstiller ucuz ve sağlıklı olmaları sebebiyle granüler filtrelere tercih edilirler.

Geotekstillerin filtrasyon amacıyla kullanımına örnekler:

- Granüler zemin filtresinde,
- Yol ve havaalanında taş temel altında,
- Demiryolunda balast altında,
- Alt dren boruları etrafında,
- Dolgudaki tas ile delikli boruların etrafında,
- Sızıntı olan dolgu altında,

- Hidrolik dolguda filtre olarak,
- Bozulan dolguların yeniden inşası ve erozyon kontrol sisteminde esnek kalıp malzemesi olarak,
- Baca dren ve drenaj galerisi malzemesi muhafazasında,
- İstinat duvarındaki boşluk ile arka dolgu arasında,
- Gabion ve arka dolgu arasında,
- Zeminin geonetlere ve geokompozitlere girmesini engelleme maksadıyla,
- Kum drendeki kum sütununun etrafında,
- Taş rıprapların ve prekast bloğun altında filtre olarak [22].

4.3. Drenaj

Tabii zemin geotekstile kıyasla daha az geçirgendir. Geotekstil gözenek ve yeterli eğime sahip olduğu takdirde, kendi düzlemi boyunca su akımını sağlayabilir. Temel duvarları, düşey dren, tünel ve rezervuar kaplamaları gibi yapılarda drenaj maksadıyla kullanılırlar [14]. Sıvı ve gaz geotekstil düzleminde istenilen çıkışa doğru taşınırken geotekstil bünyesinde toplanır ve düzlem içerisinde aktarılır [1].

Drenaj maksadıyla kullanılacak geotekstillerde olması gereken özellikler:

- Kendi düzleminde yüksek geçirgenlik,
- Basınca karşı yüksek dayanım,
- İyi filtre özelliği [14].

Genellikle küçük ve biraz da büyük parçacıklardan oluşan zeminlerde geotekstil kullanıldığı takdirde, iri daneli zemindeki hareketli ince zemin daneleri geotekstili tıkar. Suyun geçişine az izin veren üniform ve ince parçacıklı siltli zeminlerde su akışı geotekstil kullanımı ile oldukça azaltılabilir ancak kaba kum ile siltli zemin karıştırılırsa ya da geotekstil ve siltli zemin arasına kaba kum yerleştirilirse, su akımı daha iyi sağlanmış olur [14].

Geotekstili yalnız başına kullanmaktansa geonet ile birlikte bir geokompozit oluşturularak drenaj fonksiyonu artırılabilir [22].

Geotekstillerin drenaj amacıyla kullanımına örnekler:

- Baca dren ve drenaj galerisi olarak; dolgu barajda,
- Drenaj örtüsü olarak; sürşarj yükleri altında,
- Dren olarak; spor sahası ile balast altında ve bahçe terasta,
- Su ve hava dreni olarak; geomembranların altında,
- Ayırılmış zemin ile kaya yüzeyinden sızıntı suyunun bertarafında [22].

4.4. Güçlendirme

Güçlendirme; geniş alana yayılan noktasal yüklerin oluşturduğu gerilme kuvvetlerine karşı koyarak zemin kütlelerini güçlendirme olarak tanımlanabilir [14]. Geotekstillere; zeminlerin aksine, çekme direncine sahiptirler ve hem kopmadan önce deformasyon kabiliyeti hem de çekme direncini artırarak zeminin güçlendirilmesini sağlarlar [14].

Yumuşak zeminlerde güçlendirme sayesinde; yol yapımı, agrega miktarında önemli derecede tasarruf sağlanarak gerçekleştirilebilmektedir.

Güçlendirme amacı ile kullanılacak geotekstillerde bulunması gereken özellikler aşağıda sıralanmıştır:

- Başlangıçta büyük elastisite modülü,
- Yüksek dayanıklılık,
- Maksimum yükte gerekli uzama [25].

Göçmeden önceki deformasyon kapasitesini ve zeminin gerilme direncini artırarak zemin üzerinde hatırı sayılır bir güçlendirme ve temel tabakasında daha iyi yük dağılımı yaparak da zemin tabanına daha az yük aktarılması geotekstillere ile sağlanır. Aynı zamanda, deformasyonun bir kısmını karşılayabildiğinden dolayı da taban zemini daha az deforme olmaktadır [14].

Geotekstillerin güçlendirme amacıyla kullanımına örnekler:

- Dolgu, spor sahası, havaalanı, demiryolu ve kaplamasız yoldaki yumuşak zeminlerde,
- Heterojen zeminlerde,
- Betonarme duvar ve dik şev inşaatında,
- Dolgu güçlendirilmelerinde,
- Dolgu ve kaya barajlarının güçlendirilmelerinde,
- Geçici şev stabilizasyonunda,
- Zemin şevinde oluşabilecek sünmenin durdurulmasında ya da azaltılmasında,
- Birleştirme donatısı olarak; esnek kaplamalarda,
- Ana donatı olarak; kazıklı temellerin arasında ve termokarstik ile karstik bölgelerin üzerinde,
- Taş filtre örtüsünün tutulmasında,
- Alt tabaka olarak mafsalı beton bloklarda,
- Kaplama bulunmayan dolgu sahası stabilizasyonunda,
- Dolgu, taş temel veya alt zemin sebebiyle geomembranda oluşabilecek deformasyonu engellemek,
- Sürtünme dayanımını artırarak şev stabilitesini arttırmak [22].

4.5. Koruma

Geotekstiller, gerilme ve deformasyonları yayarak ya da azaltarak her türlü malzemeyi koruyabilirler. Bu koruma iki tipte gerçekleşebilir:

- Yüzey koruması: Hava ile trafik gibi dış etkenlerden yüzeyin korunması.
- Ara yüzey koruması: Malzemelerden birisinin korunabilmesi amacıyla iki malzeme arasına (asfalt ile eski kaplama) yerleştirilmesi [1].

4.6. Yalıtım

Geotekstiller, doygun hale getirilerek geçirimsiz tabaka oluşturmak için kullanılabilirler. Özellikle; yeterli miktarda bitümü tutma özelliğine sahip olması şartıyla, yeniden kaplanacak yollarda eski kaplamanın üzerine serilebilirler [1].

4.7. Erozyon Kontrolü

Erozyon kontrolü sayesinde rüzgâr ve suyun toprağa vereceği zararlar önlenir. Toprağı tutup, suyu drene edecek bir yapıya sahip olması şartıyla, erozyona maruz yerlerde kuvvetli bitkilendirme yapılabilmesine olanak verir [14].

5. GEOTEKSTİLLERİN KULLANIM ALANLARINA GÖRE AVANTAJLARI

5.1. Yollarda Kullanımının Avantajları

Geotekstillerin, yollarda kullanımının faydaları ve bu konuda etkin olan fonksiyonları aşağıda sıralanmıştır:

- Doğal zeminde oluşan gerilme değerini azaltmak ve temel tabanı agregasının doğal zemine karışmasını önlemek (Ayırma fonksiyonu),
- Tabii zemindeki ince malzemenin su etkisi ile temel zemini içine taşınmasını engellemek (Ayırma ve Filtrasyon fonksiyonları),
- Zamanla doğal zemin mukavemetinde artış sağlamak (Filtrasyon fonksiyonu),
- Yol üst yapısının bütünlük ve üniformluğunu korumasını sağlamak üzere farklı oturmaları önlemek (Donatı fonksiyonu) (Not: Toplam ve konsolidasyon oturmaları geosentetik donatı kullanımı ile azaltılamaz. Karışık kesitlerde dolgu ve yarma bölümlerinde oluşabilecek oturmaların farkını azaltır),
- Dona duyarlı zeminlerde kapilarite nedeniyle oluşabilen etkilerini ve şişebilen killi ortamlarda mevsimsel su seviyesi değişimlerinin etkilerini azaltmak (Drenaj fonksiyonu),
- Taşınması gereken tabii zemin için ihtiyaç duyulan hafriyat miktarını minimize etmek (Ayırma ve Donatı fonksiyonları),
- Temel zeminini stabilize etmek amacıyla kullanılacak agrega kalınlığını azaltmak (Ayırma ve Donatı fonksiyonları),
- Tabii zeminde uygulama anında ortaya çıkacak örselenmeyi minimize etmek (Ayırma ve Donatı fonksiyonları),
- Kaplamanın kullanım süresini arttırırken bakım masraflarını minimize etmek (Tüm fonksiyonlar) [34, 36, 38, 41].

Yol imalatı için gerekli olan agreganın kalite ve miktarındaki azalma ile hafriyat ve dolgu maliyetlerinin azalması direkt faydalar, diğer faydaları ise indirekt faydalar olarak kabul edilmektedir [37].

5.2. Demiryollarında Kullanımının Avantajları

Karayollarına benzer olarak aşağıdaki maddeler sıralanabilir:

- Taşıma gücünün arttırılması,
- Boşluk suyu basıncının hızla sönümlenmesi,
- Daha kısa bir konsolidasyon süresi elde edilmesi,
- Daha hızlı imalat,
- Granüler dolgu malzemesi ihtiyacının azaltılması,
- Taşıma gücünü sağlayan ana tabakaya zarar veren zemin kirlenmesinin önlenmesi,
- Daha uzun bir yapı ömrü,
- Dona karşı dayanımda gözle görülür bir artış sağlanması [40].

5.3. Toprak Dolgu Barajlarda Kullanımının Avantajları

Geotekstillerin drenaj sistemlerinde kullanımının pek çok avantajı vardır. Maliyette önemli avantajlar sağladığı gibi gelişmiş ve çağdaş çözüm yöntemlerinin de uygulanmasına imkân sağlar. Sağladığı faydalardan bazıları:

- İhtiyaç olan kazı ve agrega miktarı azaltmak,
- Daha ucuz, gradasyonu uygun olmayan vasıfsız agreganın kullanımı da mümkün olması,
- Yerleştirilmesinin kolaylığı nedeniyle zamandan tasarruf sağlamak,
- Filtrasyon özellik ve yetenekleri fabrika kontrollüdür,
- Dayanım özellikleri net rakamlarla ifade edilmektedir,
- Nakliye ve taşınmaları hem kolay hem de ucuzdur,
- Doğal zemin için gerekebilecek kazı miktarı minimize edilmiştir,
- Temel zemini agregasının doğal zemine karışması ya da doğal zeminin ince malzemelerinin temel zeminine taşınmasına mani olur,
- Yumuşak ve kötü temel zemini şartlarının etkisi azalır,
- Geleneksel inşa yöntemleri ile inşaat yapımı mümkün ya da ekonomik olmayan arazilerin kullanılabilmelerini mümkün ve ekonomik kılan malzemelerdir,

- Mineral (doğal) filtrelele nazaran geotekstille oluşturulan filtrelerin kaliteleri daha uygun ve garantili olmakla birlikte, kaliteden sapma da çok fazla değildir,
- Geotekstillerin sahip oldukları elastisite ve sağlımlıkları baraj gövdesinde oluşabilecek deformasyonlara rahatça uyabilmektedir. Yapılan uygulamalarla erozyon tehlikesine karşı sürekli bir garanti sağlandığı kabul edilmektedir,
- Filtre amacıyla kullanılan geotekstiller mineral filtrelele nazaran zaman ve maliyette önemli miktarda ekonomi sağlamaktadır [33, 40].

5.4. şevlerde Kullanımının Avantajları

Geotekstiller; donatılı zemin prensipleri ile özellikle şev donatısı olarak kullanıldıklarında, şev açıları dik ya da dike yakın yapılabilmekte ve muhtelif kazançlar sağlamaktadırlar. Bu kapsamda kullanıldıkları zaman elde edilen ekonomik avantajlardan bazıları:

- Gerek şev tepesinde gerekse topukta kullanılabilir alanların yaratılması,
- Gereken dolgu hacminin azaltılması,
- Kaliteli dolgu kullanma gereksiniminin azaltılması,
- Donatılı zemin duvarlardaki n yüz elemanları kullanımının elimine edilebilmesi,
- Mevcut karayolu seddelerinin genişletilebilmesinin sağlanması,
- Gm şevlerin tamir edilebilmesi,
- İstinat duvarlarına alternatif üzümlerin üretilebilmesi,
- Estetik ve yeşil şevlerin oluşturulması
- Değişik karakterdeki dolguların donatılı zemin uygulamalarında kullanılabilmesi,
- Geleneksel yöntemlere göre oluşan önemli maliyet farkları,
- Geliştirilen dayanım parametreleri ve yaratılan zahiri kohezyon nedeni ile yüksek
- şevlerin daha dik açılarla yapılabilmesi, kayma ve göçmeye karşı dayanımın arttırılması,
- Kaya şev yüzeylerinin korunmasında ve kaya dğmelerinde geogridlerin parçalanmış kayaları tutabilmesi de önemli derecede can güvenliği sağlayabilmektedir [19, 32, 33].

5.5. Dayanma Yapılarında Kullanımının Avantajları

Geotekstillerin, donatılı zemin uygulamalarında kullanılabilmesi sebebiyle dayanma yapılarında sağladıkları avantajlardan bazıları [43]:

- Donatı kullanılarak geleneksel yöntemlerle (betonarme vb.) kesinlikle yapılamayan yükseklikteki duvarlar bu teknik sayesinde inşa edilebilmektedir,
- Şevlerin donatı sayesinde zahiri bir kohezyon kazandırılarak dikliğinin artırılabilmesi çok önemli yer kazanımları sağlamakta, istimlak masraflarını azaltabilmektedir,
- Bitkilendirilmiş yaşayan duvar uygulamaları ile estetik görünüşler ve güzel bir çevre elde edilebilmektedir [43].

Bu avantajları sayesinde, donatılı zemin uygulamaları giderek artmakta ve ek olarak:

- Donatılı zemin uygulamalarının çok çeşitli uygulamalarda kullanılabilmesi,
- Maliyetinin ucuzluğu (%20 - %50 arasında tasarruf sağlar),
- Zemin oturmalarına uyum sağlayabilmesi,
- İmalatta önemli derecede hızlanma sağlanması (günde 75 m²'ye varan ve sadece geri dolgu hızıyla sınırlı inşaat sürati, istinat duvarı inşasının dolgu işlemlerine paralel olarak ilerlemesi, istinat duvarı yapısının inşası için ayrıca süre kaybedilmemesi) [35, 39]
- Geotekstil ya da geogrid donatı kullanılarak oluşturulan dayanma yapılarının duvar yüksekliğine göre kısmen değişse bile ağırlık ya da betonarme konsol duvarlara kıyasla önemli maliyet avantajları sağladığı da ayrıca belirtilmelidir [35].

5.6. Dinamik Yüklere Karşı Kullanımının Avantajları

Muhtelif dinamik etkileri ifade eden durumlarda geotekstillerin etkin olarak kullanıldıkları ve kullanılmaları gerektiği ve sağladıkları faydalar da açıklanmış olmaktadır:

- Suyu doymuş kumlu ortamlarda depremle oluşabilecek sıvılaşmaya karşı kullanımı,

- Statik ve dinamik şev stabilitesini sağlamak amacıyla, şevlerde ve duvarlarda ise sismik etkilere karşı kullanımı,
- Demiryolu alt yapısında güçlü dinamik etkilere karşı kullanımı,
- Temel altı zemininin yeterli bir kısmının iyileştirilmesinde kullanımı ile statik ve dinamik taşıma gücünün arttırılması,
- Drenajlı önyükleme projelendirilmesinde kum kazık ve drenaj battaniyesi yerine fitil dren ve geotekstil kullanımı,
- Geofoam köpük malzemeleri de geosentetik ürünler ailesinden olup istinat duvarları arkasında sismik etkileri sönmemesi amacıyla kullanımı,
- Esnek istinat yapılarının depreme karşı dayanımı ve dünya üzerindeki mevcut performansları bilinmekte olup bu hususta en önemli avantajlar arasındadır [42].

5.7. Hidrolik İmalat Uygulamalarında Kullanımının Avantajları

Statik su etkisindeki muhtelif sedde şevleri; nehir, deniz, göl ya da kanal dipleri, dalga hareketi nedeniyle yaratılan erozyondan etkilenen akarsu şevlerinin korunması, suyu geçiren fakat aynı zamanda zemin danelerini tutabilen uygun geotekstil seçildiğinde çok daha ekonomik olmaktadır [43].

Yüzeysel akışa geçen yağmur suları aracılığıyla şevlerden kaçan zemin daneleri, geotekstiller ile oluşturulan silt kapanları (çitleri) sayesinde tutulabilmektedirler. Geotekstillerin filtre fonksiyonu sayesinde oluşturulan silt kapanları, geçici bir baraj görevi görerek yağmur sularını yeterli bir süre tutar ve su içinde askıda bulunan ince kum ile kaba silt danelerinin çökmesini sağlarlar [43].

Yağmur suyu, yüzey akışı, içsel sızıntı ve borulanma sebebiyle oluşan erozyonu azaltmak amacıyla kullanılabilmesi geotekstillerin en önemli avantajlarından birisidir. Geotekstiller aynı görevi görebildikleri geleneksel agrega filtrelerinin yerine kullanılabilirler. Agreganın kalınlığının azaltılabilmesi, geotekstillerin kolayca yerleştirilmesi ile filtre kalitesinin kontrolü, ucuz nakliye ve daha az doğal agrega ihtiyacı sunması, gibi özellikleri geotekstil kullanımının avantajları arasında sayılabilir [43].

Toplayıcı boruya olan ihtiyaç azaltması, uygun derecelenmemiş agrega kullanımının mümkün hale gelmesi geotekstillerin drenaj sistemlerinde kullanılmalarının sağladığı avantajlardandır [43].

Ayrıca geotekstil kullanımı ile kayda değer maliyet ve yer tasarrufu söz konusudur. Örnek olarak; akış kapasitesinde azalma olmaksızın toplayıcı drenlerin boyutları oldukça azaltılabilir ve bunun sonucunda hafriyat ve gerekli filtre malzemesi hacmi ile yapım süresi de azalmış olur. Böylece bu sayede yeni proje boyutları sağlanabilir [43].

6. GEOTEKSTİL İLE TASARIM

Kullanılabilecek geotekstil tiplerinin fazla ve uygulama sahalarının çok çeşitli olması sebebiyle özel tasarım yöntemleri ve tasarımlarını oluşturacak bilgiler önem kazanmaktadır [6].

6.1. Tasarım Yöntemleri

Geotekstillere ile ilgili tasarımlarda, çizelge 6.1'de verilen yöntemlerden veya bunların kombinasyonlarından faydalanabiliriz. Söz konusu 3 yöntem incelendiğimizde, son aşamada karşımıza aşağıdaki üç seçenektan birisi çıkmaktadır:

- Maliyet ve uygunluğa dayalı,
- Belirli standartlara dayalı,
- Kullanım amacına dayalı tasarım [20].

Çizelge 6.1. Geotekstille tasarımda üretim yöntemi seçim aşamaları [30]

TEKNİK ÜSTÜNLÜK var mı?

- Performans,
- Proje ömrü,
- Yapım/Tamir kolaylığı,
- Yapım hızı,
- Malzeme seçiminde esneklik.

EKONOMİK ÜSTÜNLÜK var mı?

- Yatırım maliyet farkı,
- Toplam maliyet içinde payı,
- Bakım maliyeti,
- Yapım hızının sağladığı ekonomi.

GEOTEKSTİL SEÇİMİ

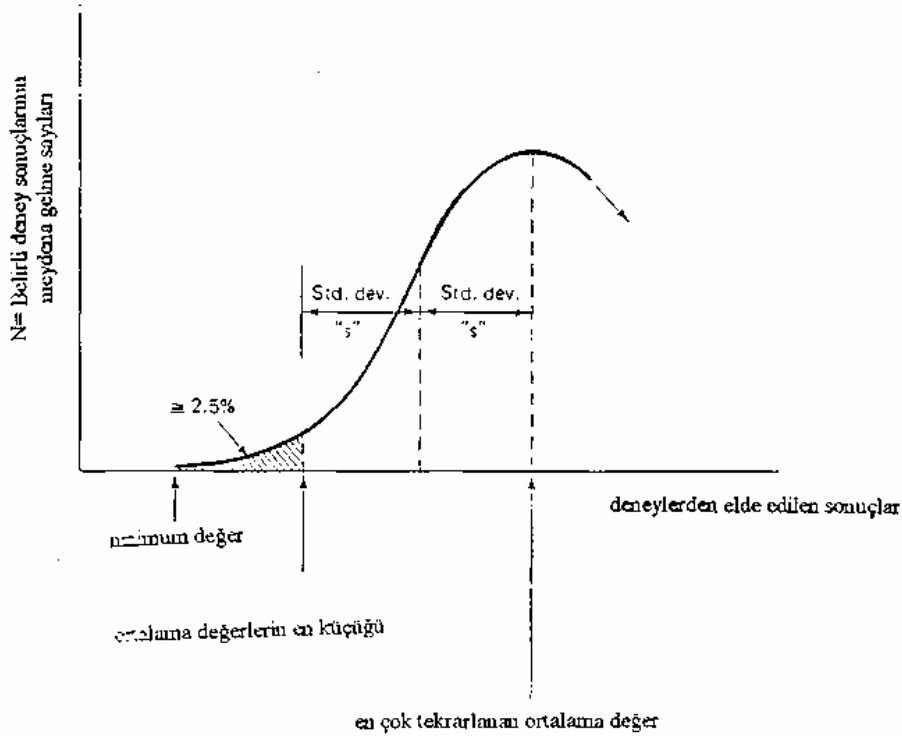
- İşlevinin gerektirdiği özellikleri sağlama,
- Yapım şartlarına dayanıklılık (mekanik ve iklim),
- Çevre/kimyasal etkenlere dayanıklılık,
- Fiyat; istenilen boyut, miktar ve zamanda temin imkânı.

6.1.1. Maliyet ve uygunluğa dayalı tasarım

Çözümü çok kolaydır. Toplam tasarım maliyeti, geotekstille kaplanacak toplam alana bölünerek maksimum birim alana karşılık oluşacak birim maliyet hesaplanır. Daha sonra birim maliyetin altında kalmak şartıyla, bahse konu uygulamada teknik olarak kullanılabilir bir geotekstil seçilir. Bu yöntem uzun yıllardır kullanılmasına rağmen mühendislik tekniği açısından oldukça zayıftır [6].

6.1.2. Belirli standartlara dayalı tasarım

Uygulama sırasında beklenen geotekstil fonksiyonunun hesap edilmiş eşik değerinin üzerine çıkmamak şartıyla, mevcut geotekstillere optimum çözüm sunanını teknik özelliklerini karşılatırıp seçebiliriz [6].



Şekil 6.1. Katalog değeri ile standart değerini kıyaslanması [20]

Bu yöntemdeki en hassas nokta; dokumadan beklenen minimum değerdir. Tekrarlı deneyler sonuçlarından elde edilen %95 olasılıkla güvenli bölgede kalacak değer

kataloglarda yer alması gerekirken (Şekil 6.1) [20], üreticilerin hazırladıkları kataloglarda; deney sonuçlarından en sık tekrar edilen değer malzeme değeri olarak kabul edildiğinden tasarım aşamasında hataya düşülebilmektedir. O nedenle, katalogta en sık tekrarlanan değer belirlenmesi durumunda güvenlik katsayısıyla küçültülmesi gerekir [6].

6.1.3. Kullanım amacına dayalı tasarım

Başlangıçta istenilen ana geotekstil fonksiyonu belirlenir. Seçtiğimiz geotekstilin beklenen özelliğinin uygun değeri, beklenen değerine bölünür ve bir güvenlik sayısı elde edilir [6].

$$GS = \text{Uygun Değer} / \text{Beklenen Değer} \quad (6.1)$$

GS: Güvenlik katsayısı

Uygun Değer: Gerçek durumu modelleyen laboratuvar deneyi sonucu

Beklenen Değer: Gerçek durumu modelleyen bir tasarıma dayanan değer

GS birden ne kadar büyük olursa, seçilen geotekstilin uygunluğu o kadar artar ve bu sayede teknik ve ekonomik yönden uygun bir tercih yapılmış olur.

Bu yöntemin aşamaları şöyledir: Geotekstilin kullanılacağı yerdeki fonksiyonuna göre minimum güvenlik katsayısına karar verilir. Belirlenen fonksiyonun sayısal değeri, belirlenen güvenlik ile birlikte, seçtiğimiz geotekstilden beklediğimiz değeri ifade eder. Daha sonra belirlenen geotekstil ile yapılan deneyler sonucunda uygun değeri belirleriz. Bulduğumuz uygun değer ile beklenen değeri birbirine oranladığımızda elde ettiğimiz güvenlik katsayısının yeterli olması durumunda, seçilen geotekstile ait başka özelliklerin de uygunluğunu kontrol ederiz [6].

Geotekstil uygulamalarının birçoğunda, laboratuvar deney koşullarının ideal koşullar olması sebebiyle bulunacak sonuçlar oldukça büyük kalabilir. Dolayısıyla bulunan sonuçların doğrudan uygun değer olarak alınması gerçekçi olmayabilir. Tasarım yönteminde belirlenen güvenlik katsayısı, laboratuvar ortamını arazi şartlarına benzetmek için kullanılır. Ancak, numune sayısı ve boyutlarının arazi şartlarına benzetmedeki

eksikliği, sünme miktarının belirlenmesinin zorluğu, geotekstili arazide etkileyecek kimyasalların ve boşluksuyu basıncı ve toplam gerilme değişimlerinin uygulama öncesinde bilinmemesi gibi etkenler laboratuvar ortamının arazi şartlarına uygunluk derecesini küçültmektedir. Bu gibi durumlarda güvenlik katyası büyütülebileceği gibi ön güvenlik katsayısı ile de deney sonuçları uygun değere dönüştürülebilir [20].

Geotekstilin kullanıldığı araziye ait özel koşulların ayrı ayrı göz önüne alınabilmesi için; laboratuvarında yapılan deney sonuçlarında bulunan değerler büyük olduğundan, arazi şartlarındaki dış etkileri temsil eden güvenlik katsayıları (Çizelge 6.2) ile küçültülmelidirler [6].

Geotekstilin çekme dayanımı için uygun değer şu şekilde hesaplanır:

$$T_{\text{uygun}} = T_{\text{büyük}} * [1 / (GS_{YK} * GS_S * GS_{KB} * GS_{BB})] \quad (6.2)$$

T_{uygun} : Belirli bir geotekstil için müsaade edilen çekme dayanımı

$T_{\text{büyük}}$: Belirli bir geotekstil için çekme dayanımı deneyinin sonucu

GS_{YK} : Güvenlik katsayısı (yerleştirme kusurlarını temsilen)

GS_S : Güvenlik katsayısı (sünme kusurlarını temsilen)

GS_{KB} : Güvenlik katsayısı (kimyasal bozulmayı temsilen)

GS_{BB} : Güvenlik katsayısı (biyolojik bozulmayı temsilen)

Çizelge 6.2. Önerilen güvenlik katsayıları [20]

Kullanım Alanı	Yerleştirme Kusuru	Sünme	Kimyasal Bozulma	Biyolojik Bozulma
Ayırma	1,1 – 2,5	1,0 – 1,2	1,0 – 1,5	1,0 – 1,2
Kaplamasız Yollar	1,1 – 2,0	1,5 – 2,5	1,0 – 1,5	1,0 – 1,2
Duvarlar	1,1 – 2,0	2,0 – 4,0	1,0 – 1,5	1,0 – 1,3
Dolgular	1,1 – 2,0	2,0 – 3,0	1,0 – 1,5	1,0 – 1,3
Şev Stabilizasyonu	1,1 – 2,0	2,0 – 4,0	1,0 – 1,5	1,0 – 1,3
Kaldırımlar	1,1 – 1,5	1,0 – 1,2	1,0 – 1,5	1,0 – 1,1
Demiryolları	1,5 – 3,0	1,0 – 1,5	1,5 – 2,0	1,0 – 1,2
Esnek Yapılar	1,1 – 1,5	1,5 – 3,0	1,0 – 1,5	1,0 – 1,1
Çamur Tutucu	1,1 – 1,5	1,5 – 2,5	1,0 – 1,5	1,0 – 1,1

7. ZEMİN FİLTRESİ OLARAK GEOTEKSTİL TERCİH EDİLMESİ

Çekme mukavemeti, uygulama kolaylığı ve homojen özelliklere sahip olmaları geotekstil filtrelerin granuler filtrelere tercih edilmesinin başlıca sebepleridir. Bunun

yanında ortaya çıkabilecek dezavantajları ise uygulama ve depolanma sırasında hassasiyet gösterilmesi ve uygun şekilde muhafaza edilmesi ile önemli ölçüde giderilebilir [6].

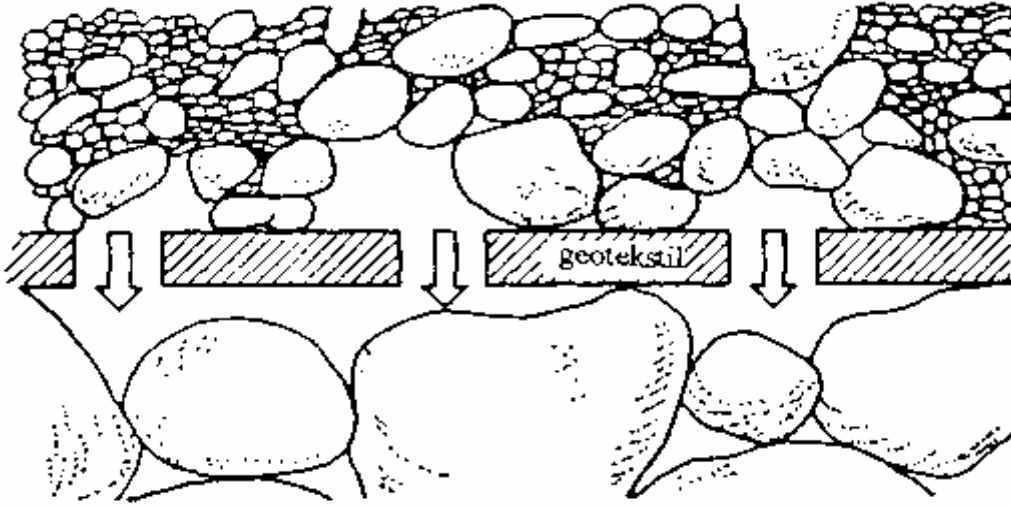
Geotekstillerin filtrasyon ve drenaj fonksiyonları birbirine karıştırılmamalıdır. Söz konusu fonksiyonlar arasındaki temel fark; filtrasyonda akım geotekstil yüzeyine dik, drenajda ise akımın geotekstil yüzeyi içinde meydana gelmesidir [6].

7.1. Filtrasyon

Hem geotekstil filtre hem de granüler filtre kullanımında ilk başta her ikisi de azda olsa bir miktar zemin geçirirler. Burada filtre yakınındaki ince daneli zemini kısmen taşınırken kısmen de gözeneklerde tutulmaktadır. Hoare [17] ve Lawson [24] filtrasyon mekanizmasını tanımlarken; iri zemin daneleri arasında geotekstil yüzeyine bitişik olarak bir bağlantı olduğu sırada, geotekstil de bulunan boşluklardan geçebilen küçük danelerin de yıkandığını ve bunun geotekstil yerleştirildikten 4 - 5 ay sonra oluştuğunu ve katalizör vazifesi görmektedir. Yeraltı drenaj sistemlerinin geotekstil ile inşası açısından, geotekstilin içindeki sıvı akımı esnasında oluşan; bloklanma, tıkanma, taşınma ve köprülenme gibi mekanizmalar sayesinde akış yukarı olarak zemin ile geotekstil arasında oluşan dengenin irdelenmesi son derece önemlidir [6].

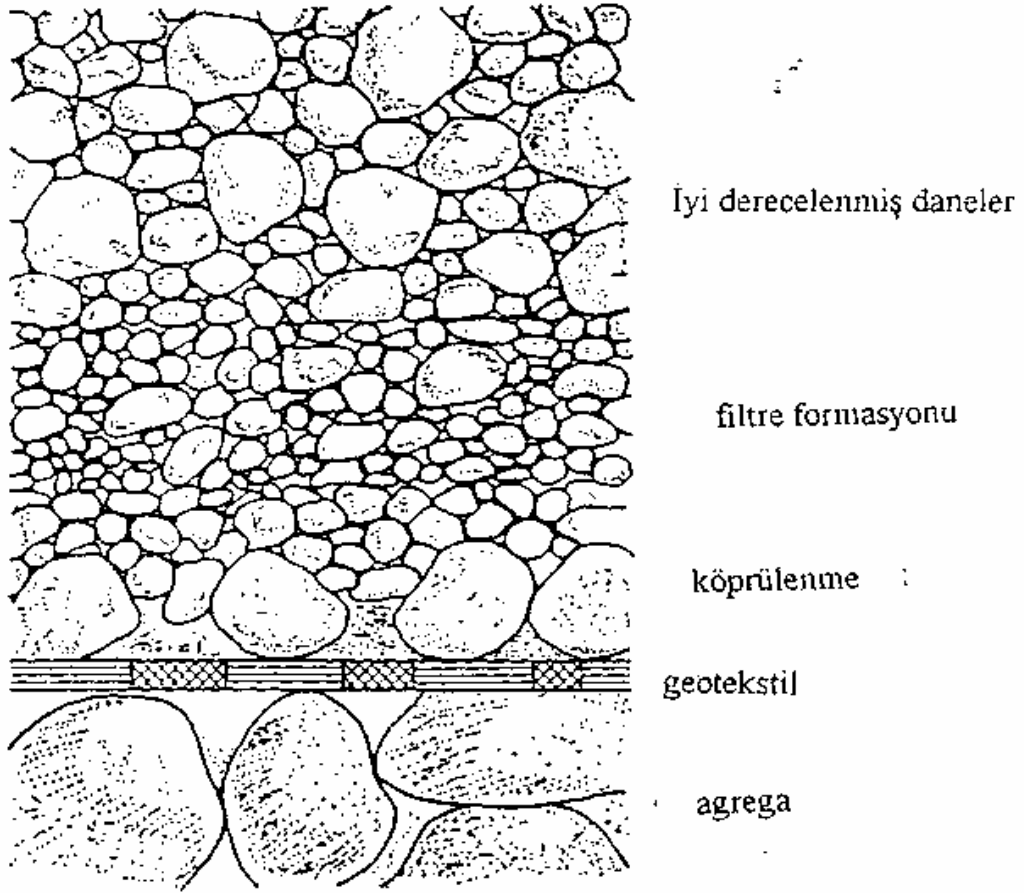
7.2. Taşınma, Bloklanma, Köprülenme

Zemine yerleştirildiğinde geotekstil yüzeyi doğrultusunda su hareketi olması durumunda birlikte zemin parçacıkları da sürüklenir. Boşluklardan geçebilen zemin tanecikleri, geotekstil içerinden taşınırken, geçemeyenler ise köprülenme oluştururlar. Akış sürerken zemin daneleri de artarak köprülenmeye ilave olurlar ve danelerin taşınması bitip sistem dengeye ulaşmaya kadar sürer [24] .



Şekil 7.1. Köprülenme oluşumu [20]

Geotekstil kullanılmadığı takdirde tüm ince daneler drenaj sistemine taşınacaktı (Şekil 7.1). Geotekstil tabakasından uzaklaştıkça, köprülenme bölgesinin arkasında oluşan doğal zemin filtresi sebebiyle da permeabilite azalır. Oluşan doğal zemin filtresi tabii zeminden gelen suyu alırken, geotekstil de filtrenin mevcut halini koruyarak sistemin göçmesini önlemektedir. Uzun dönemde zemin suyunu filtre etmek yerine zemin içinde katalizör gibi davranmak, tek yönlü akım koşullarındaki geotekstil fonksiyonudur. Sistemin hidrolik koşullarının değişmesi durumunda dahi geotekstil katalizör gibi davranma özelliğini kaybetmez ve sistem tekrar dengeye ulaşabilir [6].



Şekil 7.2. Akış yukarı doğrultuda kendiliğinden oluşan doğal zemin filtresi [24]

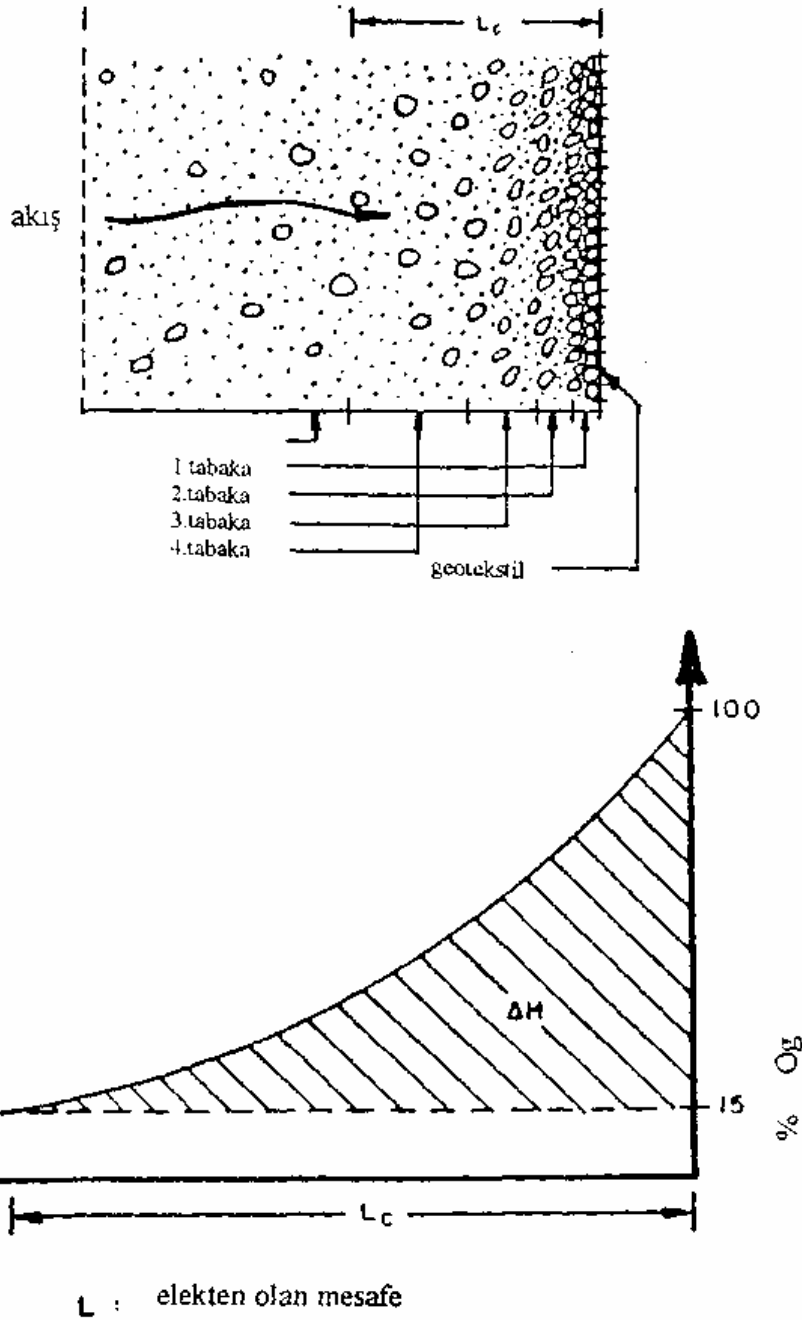
Geotekstilden uzaklaştıkça dane büyüklüğü dağılımı küçülmektedir (Şekil 7.2). Geotekstil filtrelerden taşınan dane miktarında bir varsayımda bulunabilmek için bir dane dağılımı önerilmiştir (Şekil 7.3). Bu varsayıma göre $L = L_c$ gibi sanal bir mesafede $O_g = D_{85}$ olduğu kabul edilmiştir [6].

O_g : Gözenek boyutu

D_{85} : Zemin danelerinden %85'inin ufak oldukları dane boyutu

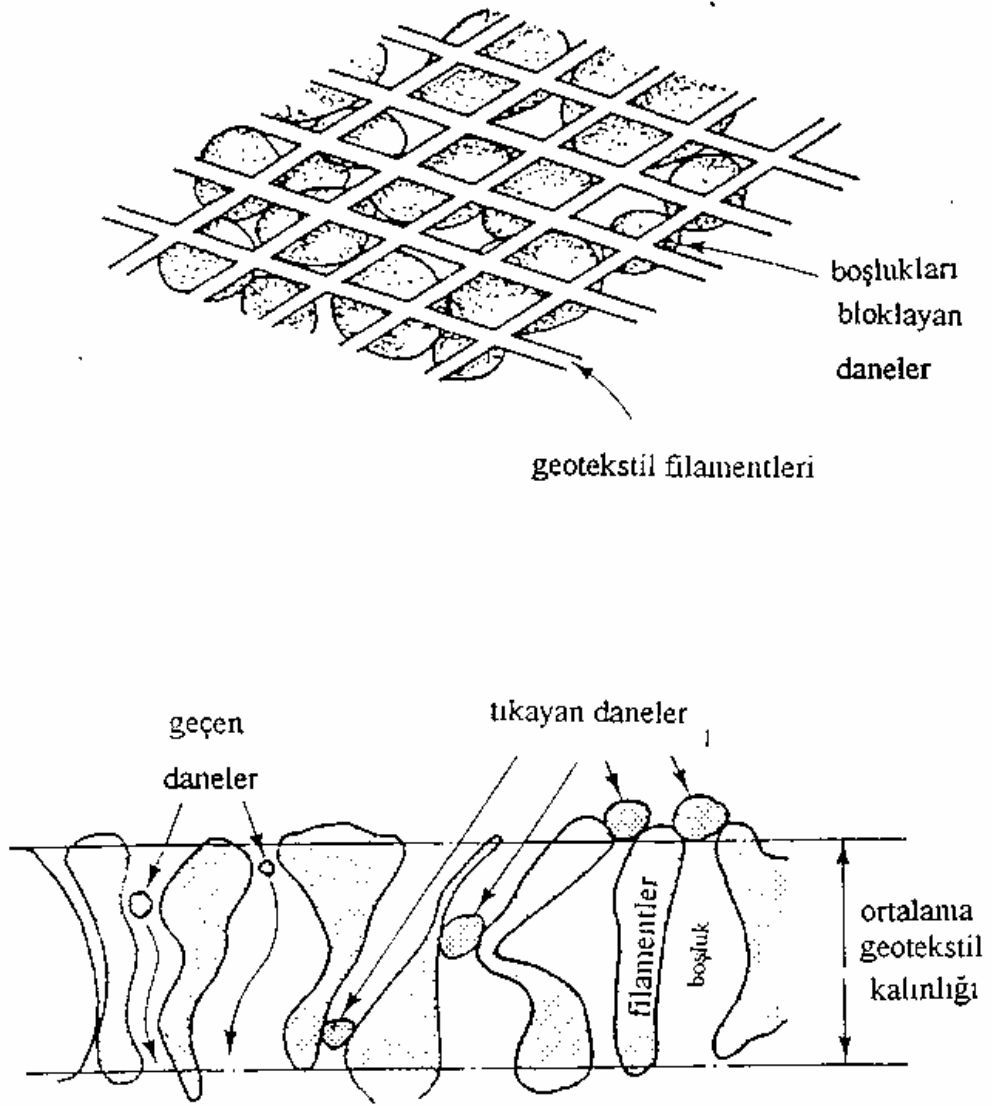
Şekil 7.3'de görüldüğü gibi, zemin doğal halde iken geotekstilin gözenek büyüklüğünden ufaktır ve filtre yakınındaki zemin danelerinin hepsi alt tarafa taşınmıştır [6].

ΔH : Yıkılarak, geotekstil filtrenin birim kesitinden taşınan danelerin miktarı



Şekil 7.3. Elekten olan uzaklık ile dane dağılımı arasındaki ilişki [23]

Geotekstil filtre gözeneklerinin uzun dönemli akış sırasında karşılaştığı zemin daneleriyle kısmi olarak tıkanması sonucunda sıvı geçirgenliğinin azalması, bloklanma, filtre gözeneklerine taşınan ince danelerin zamana bağlı olarak sistemin permeabilitesini azaltılması ise tıkanma olarak tanımlanır [26]. Tıkanma sırasında geotekstilin permeabilitesi azalırken, doğal oluşan zemin filtresinin permeabilitesinde artma gözlemlenir. Şekil 7.4'de bloklanma ve tıkanma gösterilmektedir.



Şekil 7.4. Bloklanma - Tıkanma [20]

Petkov [30], bloklanma ve tıkanma faktörlerini (BF ve TF) şöyle tanımlamıştır:

$$BF = (\text{zemin hidrolik eğimi})I_{zhe} / (\text{sistemin hidrolik eğimi})I_{she} \quad (7.1)$$

$$TF = k_{tz} / k_s \quad (7.2)$$

TF: Tıkanma faktörü

k_{tz} : Temas edilen zeminin permabilite katsayısı

k_s : Sistemin permabilite katsayısı

$TF < 1 < BF$ ise temas edilen bölge tıkanır ve bloklanır.

Kendiliğinden meydana gelen filtre mekanizmasını etkileyen faktörler:

- Mekanik ve fiziksel özellikler (porozite, kalınlık, gözenek boyutu ve dağılımı, sıkışabilirlik),
- Korunan zeminin özellikleri (permeabilite, porozite, dane büyüklüğü ve dağılımı, kohezyon),
- Dış kuvvetler,
- Akış karakteristiği (laminer, türbülanslı, tek ya da değişken yönlü) [16].

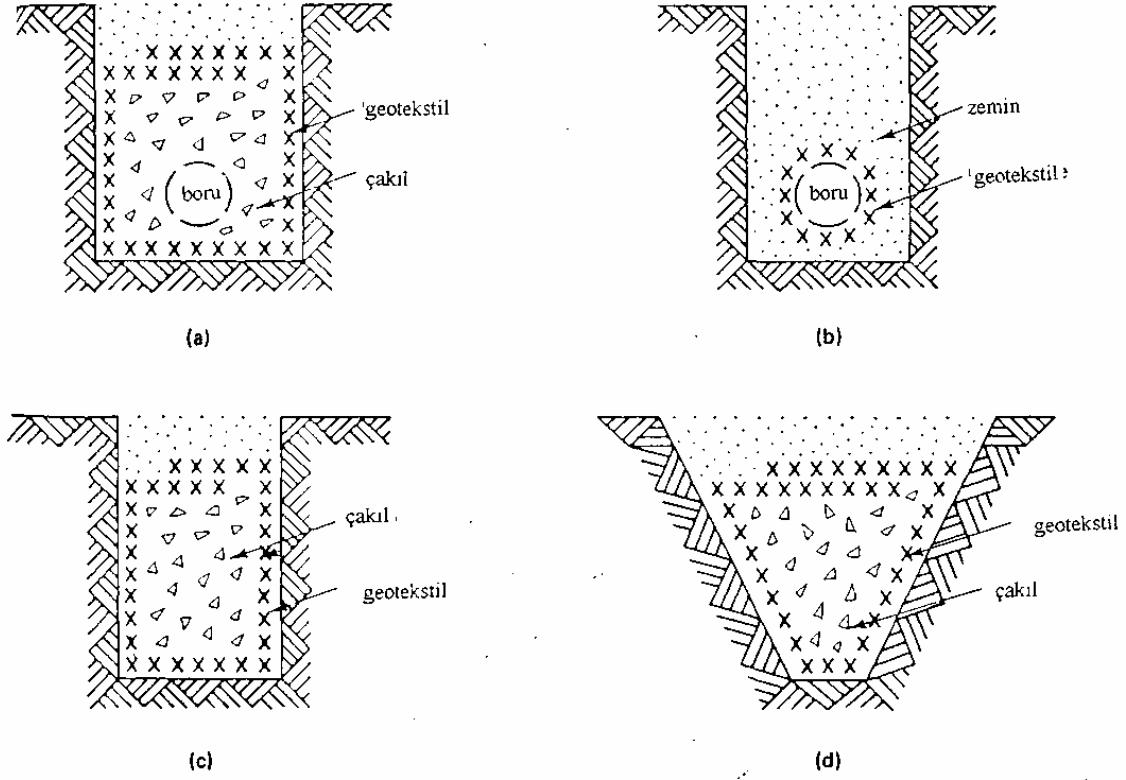
Tıkanmayı kolaylaştıran zemin özellikleri:

- Kum ve silt gibi farklı dane büyüklüğüne sahip zemin söz konusu ise; kum yapısı içerisinde taşınan silt drenaj sistemini tıkayabilir,
- Deforme olan yol kaplamasındaki geotekstil kaplı drene çamurlu suların akması,
- Organik madde ve mikroorganizmaları bol miktarda barındıran yeraltı sularının yüzey ya da geotekstil içerisinde kalmaları,
- Yüksek alkalimli ağır hareket eden yeraltı sularının geotekstil tabaka ile karşılaşması durumunda kalsiyum ve magnezyum tuzları üreterek geotekstilin yüzeyinde ve içinde çökelmeleri [6].

7.3. Uygulama Sahaları

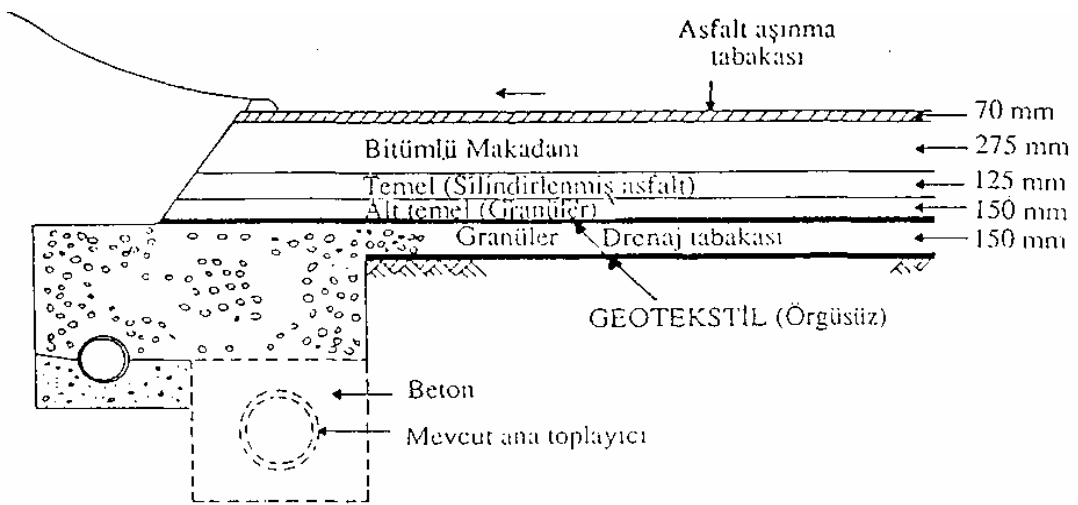
7.3.1. Drenaj borularının etrafında kullanımı

Zemindeki boruların etrafına sarılan geotekstil; içerisinde zemin barındıran suyu geçirir fakat etrafındaki daneciklerin sızıntısına engel olurken, dış etkenlerden de boruyu muhafaza eder. Havaalanı, demiryolu, otoyol ve spor sahasında uygulanmaktadır [6]. Şekil 7.5'de yer altı drenaj borularındaki örnek uygulamalar gösterilmektedir.

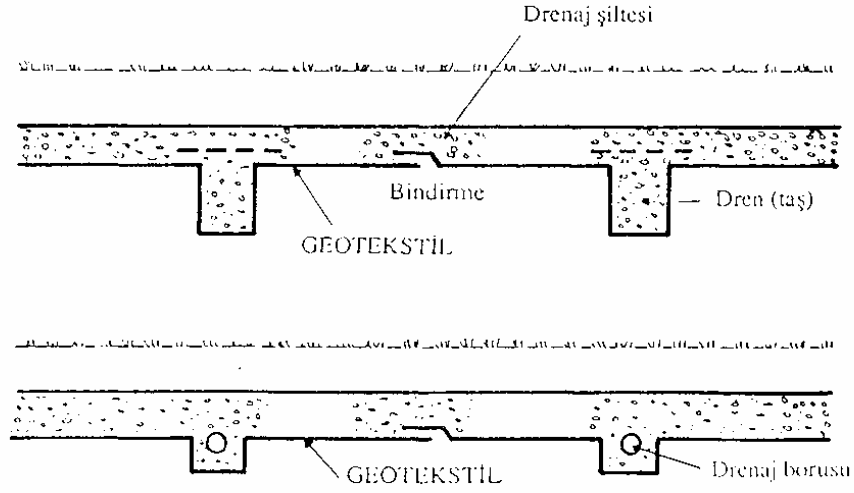


Şekil 7.5. Yer altı drenaj borularındaki örnek uygulamalar [6]

Şekil 7.6 ve Şekil 7.7'de havaalanı, otoyol ve spor sahasında geotekstil filtre vasıtasıyla drenaj sistemi koruması gösterilmektedir.



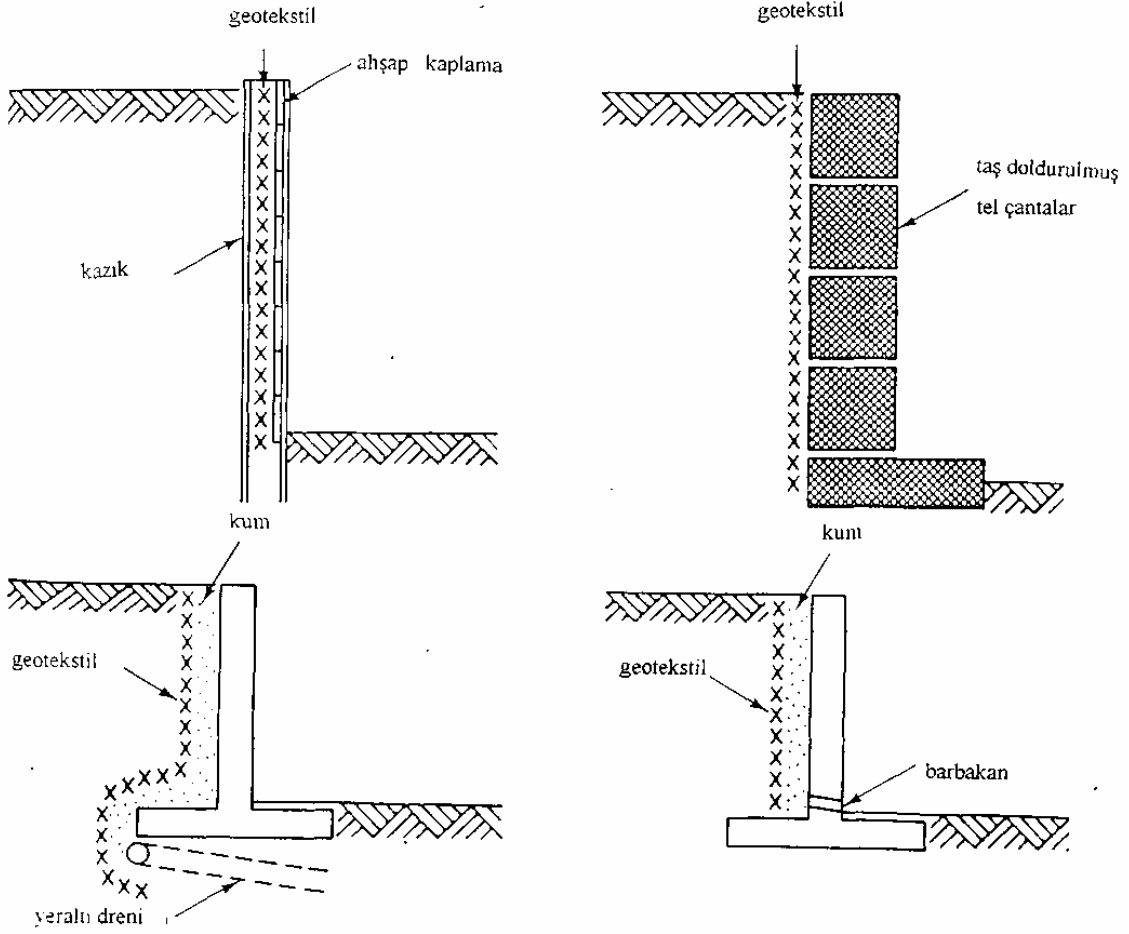
Şekil 7.6. Havaalanı ve kaplamalı yollarındaki uygulama [6]



Şekil 7.7. Spor sahalarındaki uygulama [6]

7.3.2. İstinat duvarlarının arkasında kullanımı

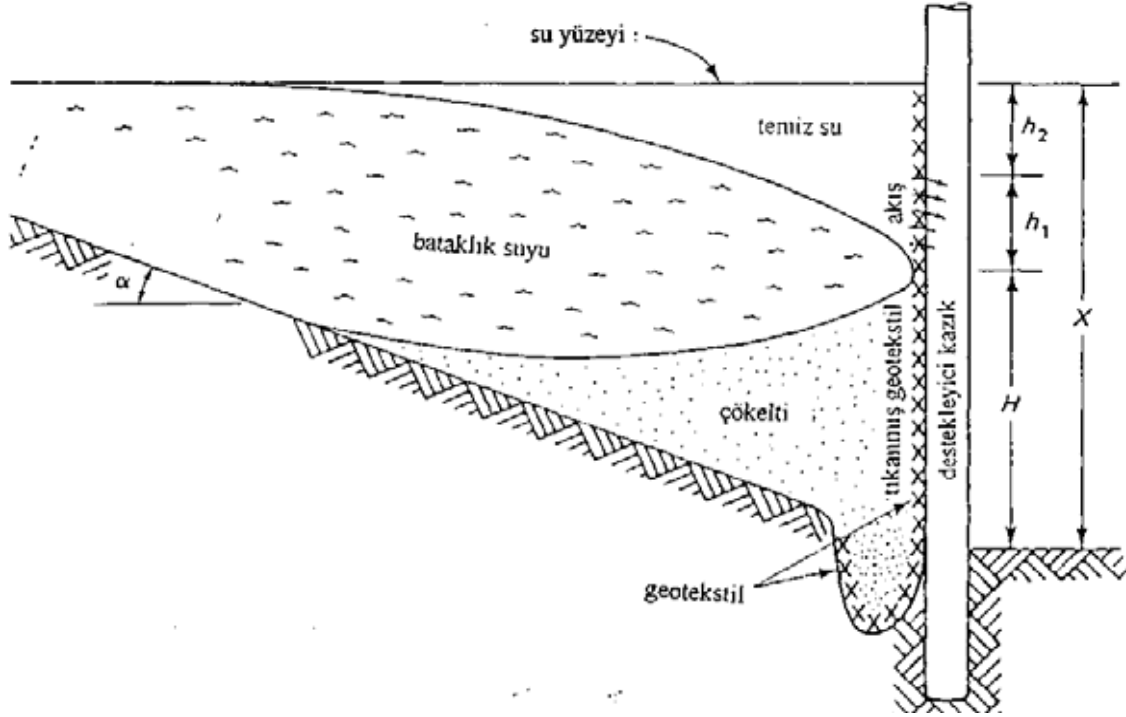
Duvar arkasındaki hidrolik basıncı düşürmek için düşey bir çakıl tabakası yerleştirilir. Çakıl tabakasını korumak ve yapı ömrü boyunca tıkanmaması amacı ile geotekstil veya çakıl filtre kullanılabilir. Şekil 7.8'de uygulama örnekleri gösterilmiştir [6].



Şekil 7.8. Örnek Geotekstil uygulamaları [6]

7.3.3. Çamur fensi olarak kullanımı

Su vasıtasıyla taşınan nebati malzemenin akarsu ve atık su sistemlerine karışmasını önlemek amacıyla kullanılırlar. Genellikle uygulama esnasında 1,5 m ile 3 m aralıklarla zemine dik doğrultuda yerleştirilen çamur fensi öncesinde çökelti kanalı oluşturulur. Mukavemetin artmasına ihtiyaç duyulduğunda geotekstile ek olarak tel fens ile geogrid de uygulanabilir [6]. Şekil 7.9'da çamur fensi uygulaması gösterilmektedir.



Şekil 7.9. Örnek çamur fensi uygulaması [6]

Geotekstil ile hazırlanan çamur fensi ilk başta filtrasyona imkân tanırken, zaman geçtikçe alt tarafta çökeltinin birikmesiyle tıkanır işlevini yitirebilir.

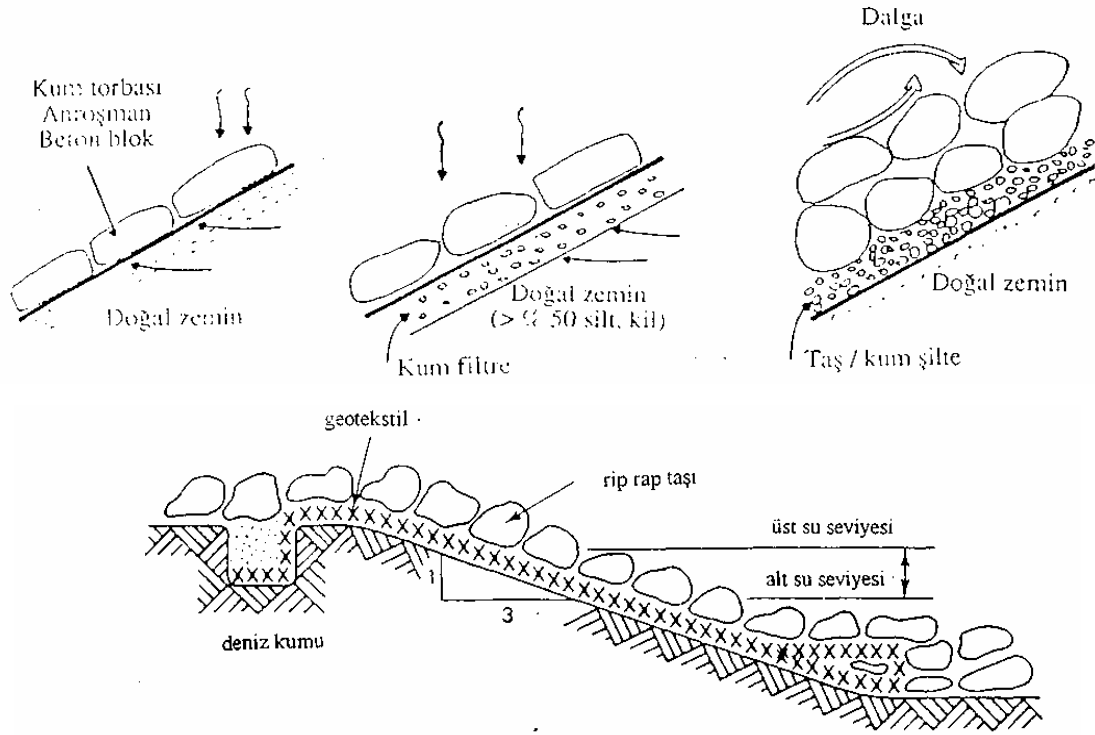
H: Geçirimsiz zemin tabakası

h_1 : Temiz suyun akışının devam ettiği seviye

h_2 : Geotekstilden akışın başlayabilmesi için eşit hidrolik basınç seviyesi

7.3.4. Erozyon önleme yapılarında kullanımı

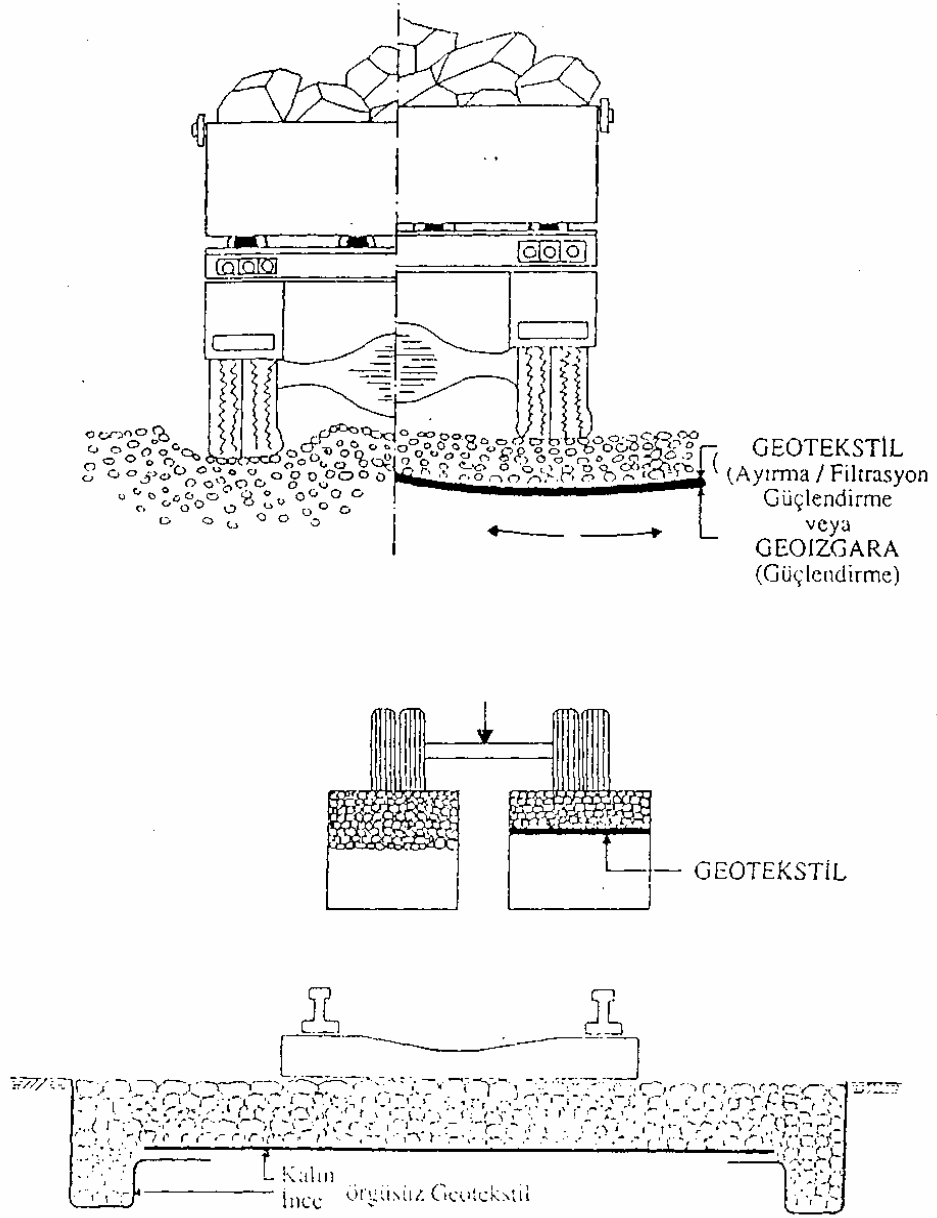
Sahilleri korumak amacıyla prekast betonarme blokların altına geotekstil serilir. Uygulama esnasında geotekstilin üzerine zarar görmesin diye kum serilir [6]. Erozyon önlenme maksadıyla yapılan geotekstil uygulamaları şekil 7.10'da gösterilmektedir.



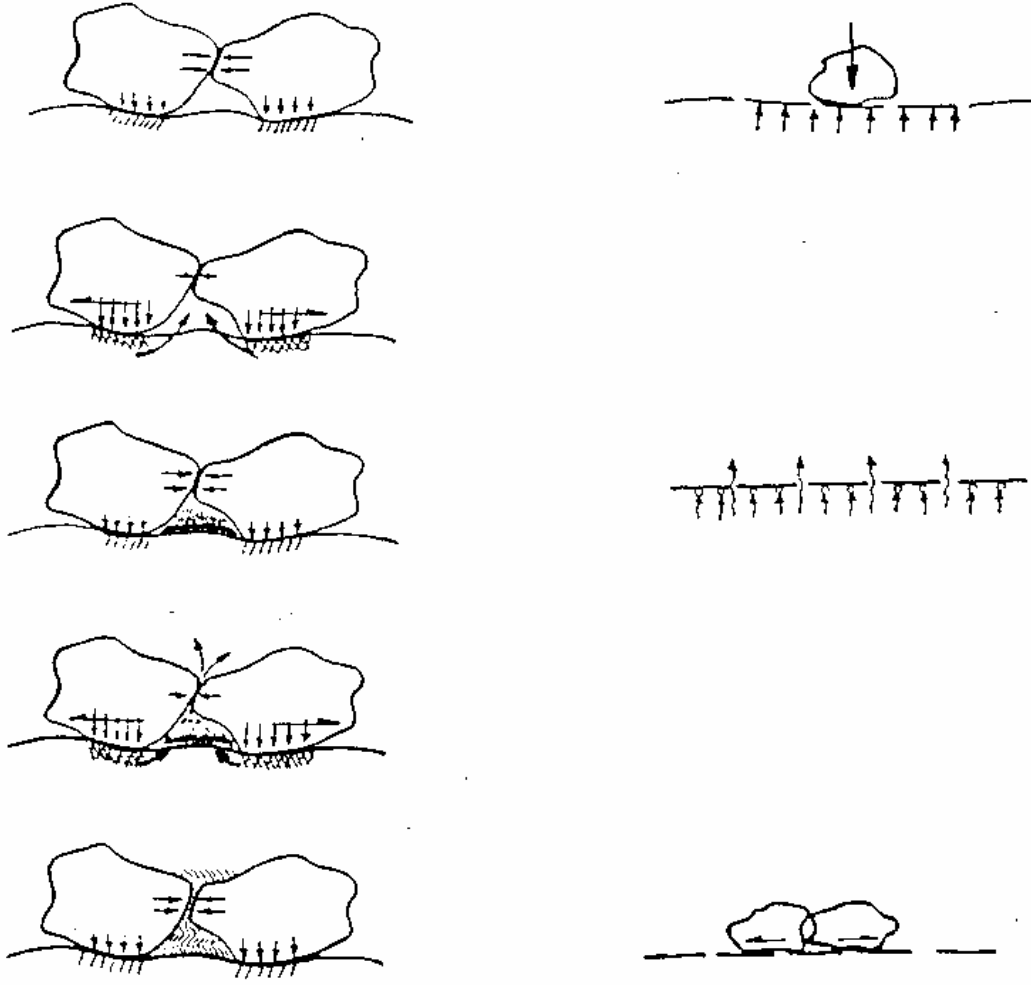
Şekil 7.10. Erozyondan korunma yapılarında geotekstil kullanımı [6]

7.3.5. Kaplamasız yol ve balast altında kullanılması (kili çözelti taşınımının önlenmesi)

Tabakaları birbirlerine karıştırmadan alt temel ile doğal zemin arasındaki sıvı iletimini sağlamak amacıyla; kaplamasız yol ve demiryolundaki tabakaların arasına serilen geotekstil hem drenaj hem de ayırma özelliği gösterir. Bu sayede; çakıl tabakası kalınlığı azaltılırken ve kullanım ömrü de arttırılmış olur [6]. Şekil 7.11’de bu tip uygulama örneği gösterilmektedir.



Şekil 7.11. Geotekstil filtre kullanımı (kaplamasız yol ve balast altında) [6]



Şekil 7.12. Çözelti oluşumu ve geotekstil filtre ile kontrolü [13]

Kaplamasız yollarda ve demiryollarında; arasına bir geçiş tabakası koymadan iki ayrı zemin tabakasını birbirinden tam olarak ayırmak mümkün olmadığından alt temel tabakasının kil ve su karışımı zemin tarafından emilmesini önlemek amacıyla geotekstil filtreler (Şekil 7.12) kullanılırlar. Killi çözelti tekrarlı düşey yükler olması durumunda yükselerek agreganın gözeneklerini doldurur ve diğer bir ifadeyle alt temel tabakasını yutar [6]. Böyle bir uygulamada kullanılan geotekstilin kalınlığı artırılması geotekstil tıkanarak permeabilitesi azalmasına sebep olur. Tercih edilmesi gereken geotekstil; yüksek çekme dayanımlı ve yüzey sürtünmesine sahip olmalıdır [13].

8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Geotekstillerin tanıtıldıktan sonra; yapısı, çeşitleri, fiziksel ve mekanik özellikleri, fonksiyonları, kullanım alanları, tasarım yöntemleri ve filtrasyon amacıyla kullanımları hakkında bilgi verdiğimiz tezimizden çıkardığımız sonuçlar ve öneriler şunlardır:

- Geotekstiller doğru uygulandıklarında ekonomik ve teknik yönden büyük avantaj sunmaktadırlar.
- Geotekstil filtreler doğru uygulandıkları takdirde drenaj sistemlerinin düzenli ve doğru çalışmasını sağlar ve uygulandığı yapının ömrünü uzatır.
- Geotekstillerin hangi uygulamada nasıl bir mühendislik özelliği gösterdiğinin doğru bilinmesi ve uygulanması gerekmektedir. Fakat henüz herkes tarafından kabul edilen standart deney yöntemlerinin oluşturulmamış olması, söz konusu deneylere ait sonuçların kendi içinde kıyaslanmasına, karşılaştırılmasına ve yorumlanmasına engel olmaktadır.
- Ülkemizdeki geotekstil standartları, geotekstillere ilgili yurtdışında elde edilen sonuçlar ve uygulanan standartlar dikkate alınarak geliştirilmelidirler.
- Dünya üzerinde geotekstil üreticilerinin ve araştırmacılarının birbirlerinden bağımsız olarak geliştirdikleri deney yöntemlerinden faydalanarak geotekstillere ilgili uluslararası standartlar oluşturulmalıdır.
- Uluslararası geotekstil komitelerinin, üreticilerinin ve üniversitelerin çalışmaları geotekstil kullanımının yaygınlaşması ve etkin olması açısından son derece önemlidir.
- Geotekstillerin herhangi bir uygulamadaki davranışının ilerleyen süreçte nasıl değiştiği konusu araştırılmalıdır.
- Mevcut durumda; çoğunlukla, geotekstillere ilgili davranışların incelendiği deneyler çevre koşullarından izole laboratuvar koşullarında yapıldığından, gerçek çevre koşullarında söz konusu davranışının ne şekilde değişeceğini araştırılması gerekmektedir.
- Literatürde, geotekstillerin sünme davranışı ile ilgili yeterli miktarda çalışma mevcut iken, sünme ile gerilme boşalması davranışları arasındaki ilişkinin incelenmesi ile gerekli miktarda çalışmanın yapılmamış olması söz konusu ilişkinin tam manasıyla açıklanmasını engellemektedir.

- Üretim aşamalarında geotekstillerin yapılarına bazı kimyasallar ilave edilerek, biyolojik etkilere, kimyasal reaktif maddelere ve güneş ışınlarına karşı dirençleri arttırılabilmektedir. Ancak eğer geotekstiller; zemin yüzeyine, kimyasal veya biyolojik kaynaklara yakın olarak kullanılacak ise uygulama yapılmadan önce etkileşim gösterebileceği coğrafi bölge, nem, rüzgâr ve güneş ışığı gibi çevresel etkiler göz önüne alınarak önceden deneyler yapılarak davranışı incelenmelidir.
- Geotekstiller uygulanmadan önce var olan problem için farklı çözümler değerlendirilmeli ve geotekstil uygulamasıyla kıyaslanarak ekonomik ve doğru olan uygulama yapılmalıdır.
- Geotekstiller ilgili standartlarda istenilen özellik için alt sınır verildiğinden, uygulamada bu özelliklere hassasiyetle dikkat edilmelidir. İmalatçı firmaların sağladığı değerlerin ile geotekstil uygulama şartnamesindeki değerlerin en az %95' ini sağlaması gerekir.
- Geotekstil uygulamalarında, kullanılan geotekstilin ana fonksiyonun yanında ikincil ve hatta üçüncül fonksiyonlarının da istenilen özelliği sağladığı kontrol edilmelidir.
- Mevcutta var olan, yanlış ve amacına uygun olmayan geotekstil uygulamaları göz önüne alındığında; kullanım amacının doğru tahmin edilip, etüd çalışmaları ve uygulama şekli doğru yapıldığı takdirde istenilen geçirimsiz tabakayı oluşturmak mümkündür.

Geotekstillerin genel kullanım alanları ile ilgili sağladığı faydalar ve önerilerden yukarıda bahsedilmiştir. Geotekstillerin genel kullanımlara ek olarak, İller Bankası projelerinde kullanılmaları durumunda sağlayacağı faydalardan bazıları aşağıda özetlenmiştir:

- Yapılacak olan betonarme yapılar (içmesuyu servis deposu, içmesuyu arıtma tesisi binaları vb.) için seçilen arazinin zemin stabilitesinin düşük olması durumunda, zemin stabilitisini sağlamak ve zeminde oluşacak tahmin edilemeyen oturmaların önüne geçebilmek amacıyla inşa edilecek yapı temeli altına döşenebilir.
- Derin deniz deşarjı projelerinde yataklama ve filtre malzemesi olarak kullanılarak; kıyı tahkimatında kullanılan kaba ve ince filtre malzemelerini birbirinden ayırırken, dalga nedeniyle oluşan emme etkisiyle malzemelerin birbirine karışmasını da engeller.

- Banka bünyesinde yürütülen park ve benzeri projelerdeki imalatlardan parke döşenmesi işinde; parke taşı altına döşenen kum tabaka altına geotekstil serilerek, üzerine gelen yüklerin yayılması, zeminin güçlendirilmesi ve dolgu malzemesinin yukarı çıkmasının engellenmesi mümkün olmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Aksoy, İ.M. (1993). *Modern Yol İnşaatında Geotekstil Ve Geogrid Uygulaması Konularında Araştırma*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 115.
2. Aktaş, M. (1991). *Jeotekstillerin Çeşitleri, Kullanımı En Yaygın Olan Tiplerin Üretim Yöntemleri Ve Özelliklerinin Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 75.
3. ASTM D543 (2014). Standard Practices for Evaluating the Resistance of Plastics to Chemical Reagents, ASTM International.
4. ASTM D746 (2014). Standard Test Method for Brittleness Temperature of Plastics and Elastomers by Impact, ASTM International.
5. ASTM D794 (1993). Practice for Determining Permanent Effect of Heat on Plastics, ASTM International
6. Benek M. B. (2006). *Geotekstiller Üzerine Bir İnceleme ve Uygulama Örnekleri*, Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Üniversitesi, Manisa, 91.
7. Bergado D. T., Youwai S., Haic C. N., and Voottipruex P. (2001). Interaction of Nonwoven Needle-Punched Geotextiles Under Axisymmetric Loading Conditions, *International Journal of Geotextiles and Geomembranes*, 19, 299-328.
8. Birand, A. (2001). *Kazıklı Temeller*. Ankara: Teknik Yayınevi, 433.
9. Birand, A. (2006). *Sığ (Yüzeysel) Temeller*. Ankara: Teknik Yayınevi, 276.
10. Cindemir, Y. O. (1997). *Yeni Bir İnşaat Malzemesi Olarak Geotekstiller*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 111.
11. Corrosion/Degradation Of Soil Reinforcements For Mechanically Stabilized Earth Walls And Reinforced Soil Slopes. (2000). National Highway Enstitute, FXWA NHI-00-044, 104.
12. Çoruh, T. (1993). *Jeosentetikler*. Ankara: D.S.İ Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol Dairesi Başkanlığı.
13. Dawson, A. (1986). *The Role Of Geotextiles In Controlling Sub-Base Contamination*. Paper presented at International Conference of Geotextiles, Vienna, 593-598.
14. DİKMEN M. (2013). *Kil Zeminde Oturan Temellerin Oturma ve Taşıma Gücü Davranışına Geotekstil Takviyesinin Etkisinin Deneysel ve Plaxis 3D Programıyla İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
15. Greenwood, J.H., and Myles, B.. *Creep And Stress Relaxation Of Geotextiles*. Paper presented at Third International Conference of Geotextiles, Vienna, 821-826.

16. Güler, E. (1992, Oct). *Filtration Criteria For Cohesive Soil - Geotextile System*. Paper presented at International Conference of Ge Filters, Karlsruhe, 217-24.
17. Hoare, D. J. (1982, Oct.). Synthetic Fabrics As Soil Filter: A Review, ASCE, *Journal Of Geotechnical Engineering*, 108, 230-245.
18. Holtz, R.D. (2001). *Geosynthetics For Soil Reinforcement*. Lecture of Ninth Spencer, 1-19.
19. Holtz, R.D., Christopher, B.R., and Berg R.R. (1998). Geosynthetic Design and Construction Guidelines. National Highway Institute, FHWA HI-95-038, 460.
20. Koerner, R.M. (1986). *Designing With Geosynthetics*. New Jersey: Prentice Hall.
21. Koerner, R.M., and Hsuan, Y. (1993). The 1992 Mercer Lecture, *International Journal of Geotextiles And Geomembranes*, 12, 52.
22. Koerner R. M. (1999). *Designing with Geosynthetics*. New Jersey: Prentice Hall Inc, Four Edition, 784.
23. Lafleur, J., Wendling, G., and Tetreault, M. (1986). *Filtration Of Broadly Graded Soils By Woven Geotextiles*. Paper presented at International Conference of Geotex, Vienna, 657-662.
24. Lawson, C.K. (1982, October). Filter Criteria For Geotextiles: Relevance And Use, ASCE, *Journal Of Geotechnical Engineering*, 108, 300-317.
25. Öztekin, A. (1992). *Geotekstil Üzerine Bir İnceleme*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 106.
26. Petkov, P. (1986). *Studies On The Filter Performance Of Geotextiles*. Paper presented at International Conference of Geotextiles, Vienna, 563-568.
27. Shrestha, S.C., and Bell, J.R. (1982). *Creep Behaviour Of Geotextiles Under Sustained Loads*. Paper presented at Second International Conference of Geotextiles, Lasvegas, 769-774.
28. Shukla, S. K. (2002). *Geosynthetics and Their Applications*. London: Thomas Telford Publishing.
29. The Geosynthetic Materials Association (GMA). (2002). *Handbook Of Geosynthetics*, 64.
30. Wasti, Y. (1992). İnşaat Mühendisliğinde Geotekstil ve Geomembran Uygulamaları Eğitim Semineri. 98.
31. Yetimoğlu, T. (1991, Mart). Yeni Bir İnşaat Malzemesi Olarak Geotekstiller. Zemin Mek. ve Temel Müh. Türk Milli Komitesi Bülteni, Zemin Mühendisliği, 1, 63-80.
32. Yılmaz H.R. (1990). *Geogridlerin ve Geotekstillerin Şev Stabilizasyonunda Kullanılmaları Üzerine Son Gelişmeler ve Bu Yöntemin Ekonomikliği Üzerine Bir İnceleme*. II. Ulusal Kaya Mekaniği Sempozyumunda sunuldu, Ankara, 349-362.

33. Yılmaz H.R. (1993), *Geotekstillerin Toprak Dolgu Barajlarda Kullanım İmkân ve Avantajları Üzerine Bir Araştırma*. Dolgu Barajlar Yönünden Zemin Mekaniği Problemleri Sempozyumunda sunuldu, 163-175.
34. Yılmaz H.R. (1995). *Uygun Bir Geotekstil Kullanımı ile Yol İnşaatında Maliyetlerin Düşürülmesi Üzerine Bir Uygulama*. 3. Ulaştırma Kongresinde sunuldu. TMMOB İstanbul Şubesi, İstanbul.
35. Yılmaz H.R., ve Aklık P. (2002). *Geotekstil veya Geogrid Kullanılarak Oluşturulan Dayanma Yapılarında Sağlanabilen Ekonomi Hakkında Bir İnceleme*. 9. ZMTM Kongresinde sunuldu, Eskişehir, 1, 312-321.
36. Yılmaz H.R., Aklık P., ve Eskişar T. (2003(a), 7-9 Mayıs). *Geosentetiklerin Karayollarında Kullanım Olanakları ve Sağladığı Avantajlar Üzerine Bir Araştırma*, TRODSA, II. Yol Güvenliği Kongresinde sunuldu, Gazi Üniversitesi, Ankara.
37. Yılmaz H.R., and Eskişar T. (2003(b), June). Cost Considerations on the Economy of Using Geotextiles and an Improvement Application Example for İzmir – Melez Delta. *Nonwoven Technical Textiles Technology*. 28-33.
38. Yılmaz H.R., ve Aklık P. (2005(a), 4-7 Mayıs). *Yol üst Yapısında Geotekstil ve/veya Geogrid Donatılarının Kullanım İmkânları, Yöntem ve Kriterleri ve Sağlanan Yararlar Üzerine Bir İnceleme*. TRODSA, III. Yol Güvenliği Kongresinde sunuldu, Gazi Üniversitesi, Ankara.
39. Yılmaz H.R., Eskişar T., ve Aklık P. (2005(b)). Donatılı Zemin Uygulamaları Kapsamında Donatılı İstinat Duvarlarının Tanıtımı ve Sağladığı Avantajlar Üzerine Bir İnceleme. *İMO İzmir Şubesi Dergisi*, Sayı 122, 20-24.
40. Yılmaz H.R., Aklık P., and Eskişar T., (2006(a), 17-19 May). *Use of Geosynthetics in Railroad Track Construction and Rehabilitation, Trodsa 2006*. Paper presented at the Third Internaional Congress of Traffic and Road Safety, Ankara.
41. Yılmaz H.R., Eskişar T., ve Aklık P. (2006(b), 16-17 Kasım). *Kaplamasız Yollarda Geotekstil Kullanımının Yararları Üzerine Çeşitli Uygulamalar ile Maliyet Fayda Analizleri*. İkinci Ulusal Geosentetikler Konferansında sunuldu, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul, 191-200.
42. Yılmaz H.R., ve Aklık P. (2006(c)). *Geosentetiklerin Muhtelif Dinamik Yükler ile Sıvılaşmayı Önlemeye Yönelik Kullanım İmkânları, Sağladığı Faydalar ve Ekonomi Hakkında Bir Araştırma*. 11. ZMTM Kongresinde sunuldu, Trabzon.
43. Yılmaz H.R., ve Eskişar T.. *Geosentetik Ürünlerin Geoteknik Mühendisliği Sorunlarının Çözümünde Kullanımı ve Sağlanan Faydalar Hakkında Bir Araştırma*. İzmir.

ÖZGEÇMİŞ**Kişisel Bilgiler**

Soyadı, adı : SAĞIROĞLU, Ali
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 09/12/1987 İstanbul
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0 (462) 334 67 96
Faks : 0 (462) 334 68 00
e-mail : asagioglu@ilbank.gov.tr

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Yıldız Teknik Üniversitesi/ Fen Bilimleri	devam ediyor
Lisans	Karadeniz Teknik Üniversitesi/ İnşaat	2011
Lise	İstanbul Gelenbevi YDA Lisesi/ Fen	2006

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2012-devam ediyor	İller Bankası Trabzon Bölge Müdürlüğü	Tek. Uzm.Yrd.

Yabancı Dil

İngilizce

Yayımlar

.....

Hobiler

Futbol Oynamak, Müzik Dinlemek, Seyahat Etmek



İL BANK
TÜRKİYE'NİN YAPICI GÜCÜ