

# Gabion Tipi Dayanma Yapıları

## Özet

*Malzeme üretim ve kaplama teknolojilerindeki gelişmeler sonucu gelişmiş ülkelerde daha yaygın uygulama alanı bulan gabion tipi dayanma yapılarının birçok durumda daha ekonomik olmalarına karşılık, ülkemizde çok yaygın kullanılmadıkları görülmektedir. Bu makalede; gabion tipi yapılar ve başlıca uygulama alanlarının tanıtılması, avantaj ve dezavantajlarının belirlenmesi, tasarım ve uygulamalarda dikkat edilmesi gerekli hususlar üzerinde durulmuştur.*

## 1. Giriş

Zemini iki farklı düzeyde tutan dayanma yapılarının tasarımı ile doğal veya yapay şevlerin stabilitesinin araştırılması Geoteknik Mühendisliğinde oldukça sık karşılaşılan problemlerdendir. Uygulamanın yapılacağı bölgede yeterli kazı alanının olmaması ya da rıhtım yapıları gibi düşey bir yüzeyin gerektiği durumlarda şev oluşturmak yerine zemini iki farklı düzeyde tutan dayanma yapıları inşa edilir. Dayanma yapıları; stabilite tahkikleri, zeminler arası kot farkı, yeraltı suyu durumu, inşaat ortamı, kullanım amacı ve maliyet gibi kriterler göz önünde bulundurularak rijit, yarı-rijit ve esnek dayanma yapıları olmak üzere üç farklı tipte tasarlanabilirler.

Rijit dayanma yapılarının bir tipi olan geleneksel ağırlık tipi dayanma duvarları günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. Geleneksel ağırlık duvarlarında sık karşılaşılan taş duvar uygulamaları için sayılabilecek başlıca dezavantajlar;

- İmalatında kullanılan belirli boyuttaki taş malzemenin kolay elde edilememesi,
- İşçilik maliyetlerinin fazla olması,
- Drenaj sistemlerinde zamanla problemlerin ortaya çıkması,
- Ağırlığı nedeniyle özellikle farklı oturmaların problem oluşturması,
- Depremlerde gösterdiği düşük performans,

olarak sıralanabilir. Taş veya beton ağırlık tipi dayanma duvar uygulamalarında görülen bu dezavantajlar, gabion tipi duvar imalatı ile önemli ölçüde giderilmektedir. Özellikle korozyon olmak üzere çevresel etkilere karşı dirençli, uzun ömürlü tel ve kaplama malzemelerin üretilmesi ile gabion duvarlar kısa sürede imal edilebilmektedir.

Günümüzde; gabion tipi duvarların tasarımı, geleneksel ağırlık tipi dayanma yapılarının tasarımına benzer şekilde yapılmaktadır. Tasarımlarda kafes göz açıklığı, bağlantı elemanları, gabion teli-taş

etkileşimi, sistemin esnekliği ve gabion sepetlerin örülmesinde kullanılan yumuşak çeliğin dayanımı vb. özellikler, tasarımlarda dikkate alınmamakta veya davranışı temsil edecek oldukça basitleştirici kabuller ile analizler yapılmaktadır. Tasarımlarda genellikle uygulayıcı veya imalatçı firmalar tarafından geliştirilmiş analiz yöntemleri kullanılmaktadır. Tablo 1’de gabion tipi ile taş ağırlık tipi dayanma duvarlarının genel bir karşılaştırılması verilmiştir. Gabion tipi yapıların davranışı ve modellenmesi üzerinde yapılacak bilimsel araştırmalar sonucu tasarım kriterlerinin geliştirilmesi ile bu tür uygulamalar da giderek artacak, önemli bir alternatif olarak ortaya çıkacaktır.

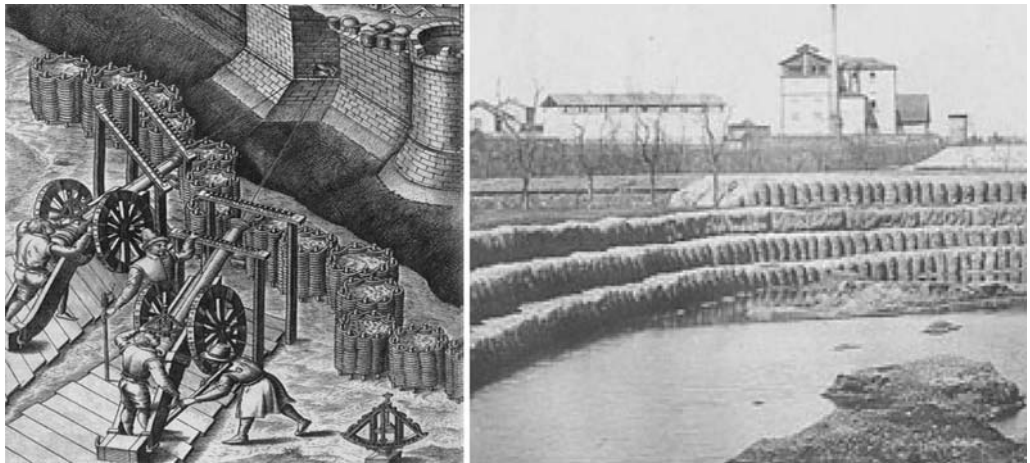
**Tablo 1** - Gabion ve taş ağırlık tipi dayanma duvarlarının karşılaştırılması

Kriterler	Gabion Dayanma Duvarı	Ağırlık Tipi Dayanma Duvarı
Esneklik	Esnektir	Rijittir
Boşluklu Yapı	Var	Yoktur
Drenaj Önlemi	Gerekli değildir	Gereklidir
İşçilik Maliyeti	Düşük	Yüksektir
Zaman	Kısa sürede imal edilebilir	İmalatı uzun süre alır
Oturma	Farklı oturmalara uyum sağlar	Farklı oturmalara toleransı fazla değildir
Çevreye etkisi	Çevreye uyum sağlar	Çevreye uyumlu değildir

## 2.Tarihçe ve Bilimsel Araştırmalar

Nehir yatağındaki kalıntılardan, gabion türü uygulamaların ilk olarak Mısır’da M.Ö.5000’li yıllarda Nil Nehrinde sahil koruma amaçlı olarak kullanıldığı düşünülmektedir. Yaklaşık M.Ö.’1000 de Yellow Nehrinde (Çin) Mısır’daki kullanımına benzer olarak kullanılmıştır. Romalı Mimar Vitruvius kitaplarında M.Ö.’20 de batardo amaçlı kendi gabion uygulamalarını tanımlamıştır. Julius Caesar tarafından Gaulseferinde askeri amaçlı geçici sur olarak gabion yapının benzeri uygulanmıştır. Leonardo Da Vinci’ nin Milan daki San Marco Kalesi için tasarladığı gabion duvar tarihte gabion için ilk çizimi yapılmış fakat uygulanmamış tasarımıdır (Şekil 1.a).

Mühendislik uygulaması olarak değerlendirilebilecek ilk gabion duvar tasarım ve uygulaması İtalyada inşaat mühendisi Egidio Palvis (1880-1929) tarafından yapılmıştır. 19.yüzyılın sonlarında Egidio Palvis tarafından geliştirilen gabion kafesin patenti Maccaferri firması tarafından alınmıştır. 1893’te Maccaferri firmasının nehir yatağı korumasında çuval tipi gabion uygulaması ile önemli bir gelişme sağlanmıştır. İtalya da Reno Nehri’nde yapılan bu proje 650 işçi ile 2900 gabion sepet kullanılarak 34 günde tamamlanmıştır. Bu gabion duvar 1893’ten bu yana sağlamlığını yitirmemiştir (Şekil 1.b).



**Şekil 1 - a)** 16 yy sonlarında gabion inşaatı (Vikipedi)

**b)** İlk Çuval gabion yapı uygulaması Reno Nehri, İtalya (Maccaferri web sayfası)

Literatürde ki ilk deneysel çalışma Maccaferri firmasının teknik yayınlar kapsamında Agostini (1987) tarafından yapılan "Zemin Dayanma Yapısı Uygulamalarında Esnek Gabion Yapıları" konulu çalışmadır. Bu çalışmada deneysel çalışmalar kapsamında gerçek boyutlu arazi deneyleri ve laboratuvar çalışmaları yapılmış ve tasarım kriterleri ve hesap yöntemi araştırılmıştır.

Lin, Yang ve Yun (2010) tarafından yapılan çalışmada donatılı gabion istinat duvarının mühendislik özelliklerini incelemek için laboratuvar model deneyleri gerçekleştirilmiştir. Beş farklı kademede (0–50, 0–100, 0–50, 0–200 ve 0–250 kPa) döngüsel yükleme ve boşaltma yapılarak düşey zemin basıncı, yatay zemin basıncı, donatıların deformasyon davranışı, potansiyel kırılma yüzeyi ve duvar yüzeyinin deformasyon davranışlarını incelenmiştir.

Lin ve Yang (2012) tarafından yapılan çalışmada güçlendirilmiş gabion dayanma yapısı, yeşil güçlendirilmiş dayanma yapısı ve esnek duvar yüzeyli geogrid güçlendirilmiş dayanma yapısı olmak üzere üç tip güçlendirilmiş zemin yapısı incelenmiş ve bu yapıların yük altındaki oturma davranışı laboratuvarında araştırılmıştır.

Zha, Gao ve Jin (2012) tarafından yapılan Nanyang Nehri kanal düzenlemede gabion şev koruması uygulaması konulu çalışmada jeolojik koşullar ve çevreyle ilgili onarmaya yönelik gabion istinat duvarı yapılmıştır. Sonuçlar, düzensiz oturma ve nehir erozyonu problemlerini çevreye uyumlu ve ekolojik sisteme zarar vermeyen gabion istinat duvar tasarımıyla çözebildiğini göstermiştir.

Amato, O'Brien, Simms ve Ghosh (2013) tarafından yapılan çalışmada, yol kenarında darbe emici olarak kullanılmaya potansiyeline sahip gabionun taşıt darbesi altında kesme ve eğilme deformasyonu araştırılmıştır. Taşıt-darbe etkileşiminin araştırılması için gabion bariyerin çoklu gövde modelinin oluşturulması sürecinde literatürdeki uygun deney verileri araştırılmış ve 1987 de Bologna Üniversitesi'nde Maccaferri firması tarafından yaptırılan gabion elemanların basınç, kesme ve eğilme deney verileri kullanılarak analiz edilmiştir. Gabion elemanın analitik mekanik modellemesi yapılarak karşılaştırmalı değerlendirilmeler yapılmıştır.

Ramli ve Karasu (2013) dayanma yapısı olarak inşa edilen gabion duvarların dayanımı konulu araştırmasında, sel taşkın bölgelerinde erozyonun engellenmesinde etkin olarak kullanılan gabion duvarın dayanıklılığı, gabion duvar sepet dizilimi ve gabion sepet geometrisi değişimi açısından incelenmiştir. Gabion duvar sisteminin geleneksel-yığıma yerine kilitli sistem şeklinde yapılması halinde yatay kuvvetlere karşı koyması ile gabion duvarın dikdörtgen veya altıgen şeklinde yapılması durumları için karşılaştırmalar yapılmıştır. Altıgen gabion sepetlerin oluşturduğu yerleşimde sepetlerin birbirlerine kenetlenmeleri sonucu yatay yüklere karşı dayanım gösterme açısından fayda sağlandığı kanıtlanmıştır.

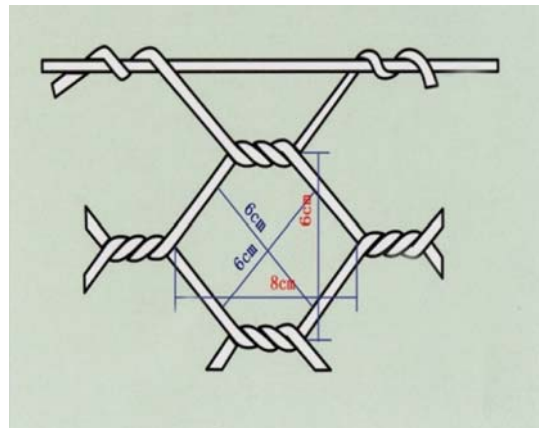
Uray (2014) tarafından yapılan "Gabion Tipi Dayanma Duvarlarında Tasarım Kriterlerinin Araştırılması" başlıklı yüksek lisans tez çalışmasında, duvar yüksekliği, duvar taban genişliği, duvar açısı, duvar arka dolgusu içsel sürtünme açısı ve duvar arka dolgusu eğimi dikkate alınarak optimizasyon çalışmaları yapılmıştır. Kayma, devrilme, taşıma gücü, toptan göçme ve gabion sepetler arası çekme dayanımı için yapılan parametrik analizler ile tasarımı etkileyen parametreler istatistiksel olarak incelenmiştir.

### 3. Tanım ve Genel Bilgiler

Gabion kelime olarak İtalyanca kökenli bir kelime olup büyük kafes anlamına gelmektedir. Gabion, yumuşak çelikten imal edilen genellikle çift burgulu altıgen göz açıklığına sahip tel örgünün dikdörtgen, kare ve silindirik gibi geometrik şekillerde ya da çuval ve tel örgü şeklinde yapılması ve belirli çaplarda ve mekanik özellikte kaya ve taş ile doldurulmasıyla elde edilir.

#### 3.1. Gabion Sepet Tel Örgü ve Kaplama Özellikleri

Gabion sepet tasarımında belirlenen özellikleri taşıyan çeliğin (kaplamalı ya da kaplamasız) çift bükümlü ve altıgen göz açık-



Şekil 2 - Gabion tel örgü göz açıklığı  
(Anping County ShunXing Hardware Wire Mesh Co., Ltd. web sayfası)

lıklılı olacak şekilde üretilmesiyle tel örgü elde edilir (Şekil 3). Yumuşak çelik kaplama işlemi “Çelik Tel ve Tel Mamuller ve Çelik Tel Üzerine Demir Dışı Metal Kaplamalar, TS EN 10244” e göre yapılmaktadır. Bu işlem için kullanılan bir diğer standart ASTM A975 dir. Yumuşak çelik çapı, göz açıklığı, kaplamalı ya da kaplamasız olma durumu ve kaplama tipi üretici firmaya göre değişmektedir (Tablo 2). Yumuşak çelik bükülmeden önce galvanizli (çinko kaplı), galfan kaplı, galvaniz ve PVC kaplı, galfan ve PVC kaplı, galvaniz ve polimer kaplı, galfan ve polimer kaplı ve ya paslanmaz çelik olacak şekilde işlemi yapılır ve uluslararası standartlarda bükülerek imal edilirler.



**Şekil 3** - Gabion tel örgü ve göz açıklığı (Edilteco Service web sayfası)

**Tablo 2** - Gabion Tel Örgü Genel Özellikleri

Hammadde	Yüksek Galvanizli Düşük Karbonlu Çelik Tel, Ticari Galvanizli Düşük Karbonlu Çelik Tel, Galfan Kaplı Çelik Tel		
	Birim	Açıklamalar	Tolerans
Teknik özellikler	Birim	Açıklamalar	Tolerans
Göz açıklığı	mm	50x70, 60x80, 80x100, 100x120	
Tel kalınlığı (maks.)	mm	2 -5 mm arasında	±0,05
Kaplama miktarı	gr/m <sup>2</sup>	30-300 arasında	±5
Çekme dayanımı	N/mm <sup>2</sup>	350-2000 arasında	±2

Gabion duvar uygulamaları için, kullanım amacı ve çevresel koşullar göz önünde bulundurularak tel örgü ve kaplaması seçilir. Kuru ortamlarda galvanizli gabion tercih edilirken, ıslak ortamlarda galvanizli ve PVC kaplı gabion örgüler kullanılmaktadır. Bu şekilde uygulanan kaplamalarla gabion paslanma, korozyon ve eskime gibi durumlarına karşı güçlendirilirken kaplama etkisiyle gabion kafes tel örgünün dayanım kapasitesi artar. Gabionların hizmet ömürleri kaplama cinsine göre 30-120 yıl arasında değişmektedir.

### 3.2. Gabion Çeşitleri

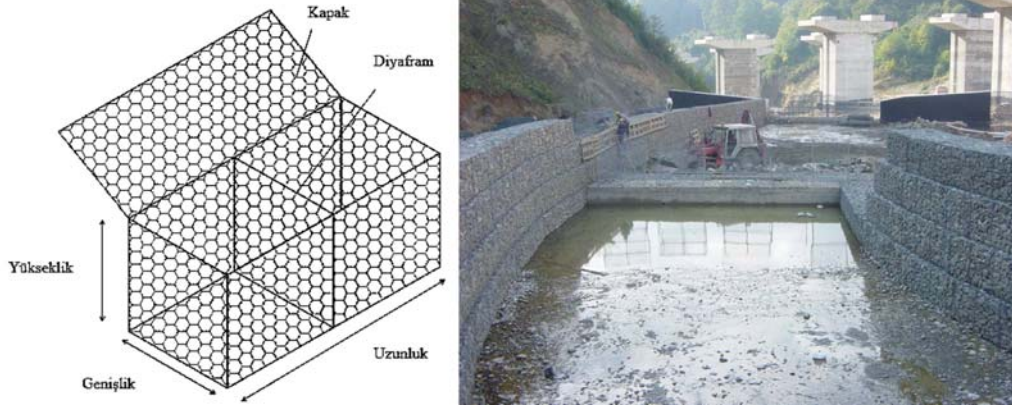
Günümüzde kanal ve nehir aşınmaları, kaya düşmesi önleme, erozyon ve istinat duvarı vb. yapılarında yaygın olarak kullanılan gabion çeşitleri, gabion sepet, şilte gabion, çuval gabion ve tel ağ olarak tanımlanmaktadır.



### 3.2.1. Gabion Sepet

Genellikle çinko kaplı yumuşak çelikten üretilen çift bükümlü altıgen göz açıklıklı tel örgünün kutu şeklinde yumuşak tel kaplama tipine göre farklı boyutlarla imal edilmesiyle oluşur.

Gabion sepetler genellikle deniz, nehir ve kanal aşınmalarına karşı set oluşturmada, farklı iki zemin seviyesini birbirine bağlayan gabion dayanma duvarı inşasında, erozyonun kontrol altına alınmasında, karayolu ve demir yolu yapımında vb. işlerde kullanılmaktadır. Gabion sepet uygulaması özellikle taş ve kaya parçalarının kolay bulunduğu ocaklara yakın alanlarda oldukça ekonomik, doğal görünümlü ve doğaya uyum sağlayan bir uygulamadır (Şekil 4).

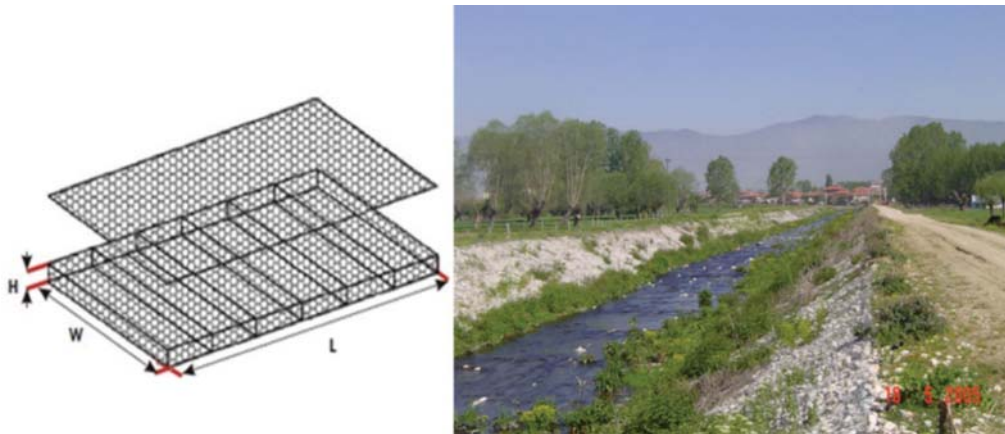


Şekil 4 - KGM Bolu Dağı Tüneli Geçşi Gabion Duvar Yapımı (Tekno Maccaferri web sayfası,2005)

Gabion sepetin diyaframlı ya da diyaframsız olarak kullanılmasıyla kısa sürede inşaattaki problem giderilir ve verimli bir çözüm elde edilmiş olunur. Esnek bir yapı olmasından dolayı depreme ve farklı oturmalara karşı istenen dayanımı sağlar, boşluklu yapısı sayesinde yapı arkasında kalan suyun tahliye edilmesine olanak sağlar. Tipine uygun olarak seçilen gabion sepet içi dolgu malzemesinin inşaat alanına yakın ocaklardan temin edilebilmesiyle ekonomiktir ve fabrika üretimi olan bir malzeme olması sebebiyle zamandan tasarruf sağlar. Gabion tel örgünün çevre şartlarına karşı dayanıklı olması gabion yapının uzun ömürlü olmasını sağlar ve zamanla kendiliğinden yeşillenmesiyle doğal görünüme sahip olur.

### 3.2.2. Şilte Gabion

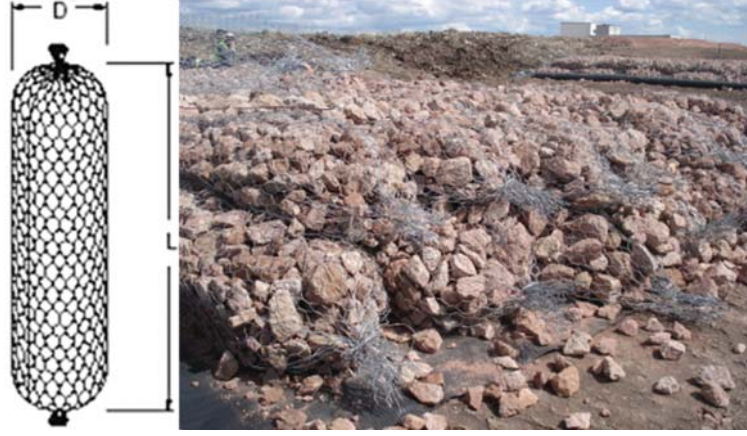
Genellikle kanal kaplamalarında, taşkınların ve dere yataklarındaki aşınmaların önlenmesinde, kıyı korumalarında kullanılan, yüksekliği uzunluk ve genişliğine göre daha küçük olan gabion çeşididir (Şekil 5).



Şekil 5 - a) Şilte gabion (Kiciman web sayfası) b) DSI Genel Müdürlüğü Batı Karadeniz Sel Bölgesi Taşkın Koruma şilte gabion uygulaması (Tekno Maccaferri web sayfası,2005)

### 3.2.3. Çuval Gabion

Genellikle acil durumlarda ve ya hidrolik uygulamalarda hızlı ve pratik bir şekilde yerinde imal edilebilen geçirgen ve esnek yapıya sahip olan bir gabion çeşididir (Şekil 6).



Şekil 6 - Çuval gabion (Kiciman web sayfası)

### 3.2.4. Tel Ağ

Karayolu, demiryolu ve diğer yapıların üzerine şev ve yamaçlardaki düşmesi muhtemel kaya ve taşlardan korunma amaçlı kullanılan ağlardır. Zemin hareketinin olduğu bölgelerde kullanılan gabion tel ağ ile zeminden ayrılan taş ve kaya parçalarının şev topuk bölgesinde birikmesi sağlanır. Ayrıca şev tepe ve topuk bölgelerinde özel durumlar için ankrajlar yapılarak sistem güvenliği artırılmış olunur (Şekil 7).



Şekil 7 - Bozüyük - Mekece Yolu Şevde Kaya ve Taş Düşmelerine Karşı Çelik Grid Uygulaması (Tekno Maccaferri web sayfası, 2011)

### 3.3. Gabionların Kullanım Alanları

İstinat Duvarlarında: Gabion sepetin en yaygın olarak kullanıldığı alanlardan biri ağırlık tipi istinat duvar yapımıdır. Gabion istinat duvarı yapılmasıyla yanal genişlemeye eğilimli zemin tutularak muhtemel zemin kaymaları engellenerek yapay ve ya doğal şevlerin stabilitesi sağlanır. (Şekil 8).





**Şekil 8** - Gabion dayanma duvarı uygulaması (Vikipedi, SvetiRok, Croatia)



**Şekil 9** - Şev düzenlemesi (Missouri) uygulaması (Maccaferri, 2010)

**Karayolları ve Demiryollarında:** Yoğun trafik yüküne maruz yolların kenarlarında bulunan yarma ve dolgu şevlerinin yanıl basınçlara karşı dayanımları artırılmalıdır. Bunun için yol alt kotu sınırından başlayan şevli zemine gabion sepet uygulaması yapılarak taşıtlardan gelen yüklerin etkisiyle oluşacak olan yanıl hareket engellenerek yol yakınındaki şevlerin stabilitesi sağlanabilir (Şekil 9).

**Erozyon ve Şev Korumasında:** Yer kabuğu üzerindeki zeminin başta akarsular ve mevsim yağışları etkisiyle hareket ederek çöleşmeye sebep olması günümüzde doğa dengesinin korunmasında önemli bir problem olmaktadır. Gabion sepet kullanılarak kısa zamanda erozyonun engellenmesinde önemli çözüm sağlanabilmektedir. (Şekil 10).



**Şekil 10** - Erozyonlu bölgede gabion uygulaması (N.Carolina) öncesi ve sonrası (Maccaferri, 2010)

**Dere Yatağı Islahında:** Betonarme yapıların tersine esnek ve boşluklu yapısı sayesinde hidrolik kuvvetlerden daha az hasar gören ve hızlı bir şekilde imal edilen şilte gabion dere yatağı ıslahlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Böylelikle dere kıyılarının ve yatağının aşınmasını ve oyulmasını engelleyerek dere yatağının daha düzgün olarak akmasını sağlar. Dere yatağı ıslahında kullanıma örnek uygulamalar Şekil 11'de verilmiştir.

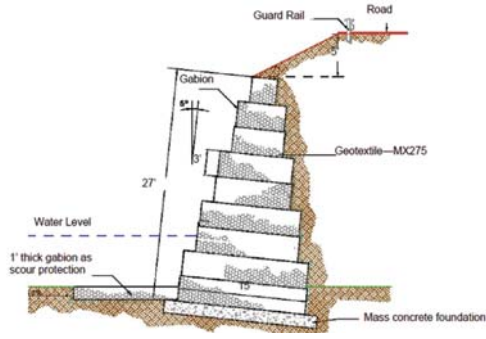
**Sediment Tutulmasında:** Akarsu yatağında ve kanallarda su akışı etkisiyle sediment taşınmasını önlemek amacıyla şilte gabion kullanılmaktadır (Şekil 12).

**Liman İşlerinde ve Kıyı Aşınmalarına Karşı Korumalarda:** Gabion sepet ve gabion şilte liman işlerinde doğal afetlerden korunma amaçlı ve sahil koruma duvarı olarak kullanılmaktadır (Şekil 13).

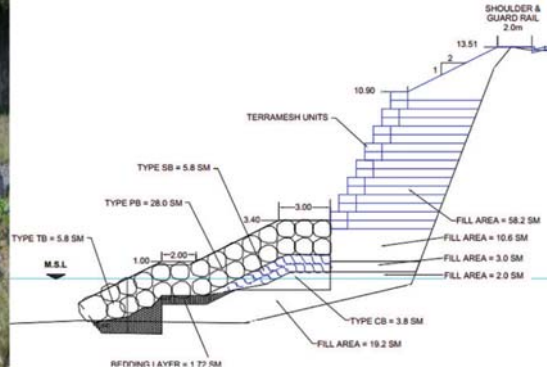


**Şekil 11** - Eskişehir Porsuk Çayı şilte gabion dere yatağı ıslahında kullanımı (Tekno Maccaferri web sayfası,2008)





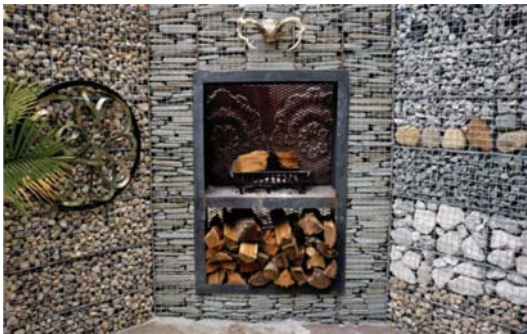
Şekil 12 - Gabionun sediment tutulmasında (Baltimore) kullanımı (Maccaferri, 2010)



Şekil 13 - Gabionun sahil korumada (Grenada) kullanımı ve teknik çizimi (Maccaferri, 2010)



Şekil 14 - Gabionun köprü ve tünel yaklaşım dolgusu olarak kullanımı (TeknoÇevre web sayfası, 2010)



Şekil 15 - Gabionun iç mekânda ve bahçe tasarımında kullanımı (Houzz web sayfası)



**Köprü ve Tünel Yaklaşım Dolgularında:** Köprü ayak arkasına köprü üst kotu ile yol kotunu birleştirmek için yapılan köprü yaklaşım dolgularında gabion sepetler kullanılmaktadır. Şekil 14’ te köprü ve tünel yaklaşım dolgusu olarak kullanımı verilmiştir.

**Mimari Tasarımlarda:** Gabion sepetler bahçe tasarımında, peyzaj çalışmalarında ve farklı dekor oluşturulması istenen iç ve dış mekânlarda da kullanılabilir (Şekil 15).

### 3.4. Gabion Dayanma Duvarının Avantajları

**Dayanıklılık:** Galvanizli ve ilave kaplamalı yumuşak çeliğin altıgen göz açıklıklı olacak şekilde çift bükümlü olarak üretildiği için çekme direnci yüksek ve çevre koşullarına dayanıklıdır. Gabion sepet üretiminde birleşim yerlerinin kaynaklı yerine tel örgü ile yapılması gelen yükler altında tel ağlarının sökülmesine ve dağılmasına karşı dayanımı artırır. Gabion dolgu malzemesinin zamanla yeşillenmesiyle boşlukları dolduran toprak ve bitki kökleri ilave dayanımı sağlar. Kaplama türüne bağlı olarak kullanım ömürleri 30-100 yıl arasında değişir.

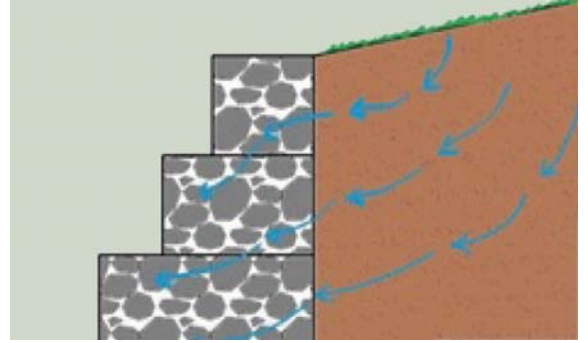
**Esneklik:** Üretiminde kullanılan yumuşak çeliğin esneklik özelliği tüm yapıya esneklik özelliği kazandırır. Ayrıca farklı zemin oturumları görülen ve zayıf zeminler için etkili bir çözümdür. Esnek bir yapıya sahip olduğundan dolayı betonarme istinat duvarları gibi kırılma, çatlama ve dökülme yapmazlar.

**Geçirgenlik:** Gabion sepet içine doldurulan taş ve kaya parçaları arasında bulunan boşluklar sayesinde gabion yapı geçirgen bir yapıya olduğundan diğer ağırlık tipi dayanma duvarlarında olduğu gibi ilave bir drenaj sistemi gerektirmez (Şekil 16).

**Ekonomik:** Fabrikadan paketlenmiş (Şekil 17) olarak nakliye edilen gabion hacmi azaltılmış olmasından dolayı nakliyesi ucuz ve kolaydır. Montajı hızlı ve kolay olduğundan dolayı kalifiyeli işçiye ihtiyaç duyulmaz ve bu yüzden işçilik maliyetleri düşüktür. Gabion dolgusunu oluşturan taş ve kaya parçaları inşaat alanına yakın ocaklardan veya dere yataklarından temin edildiğinde dolgu maliyeti düşer. Çok az bakım gerektirirler.

**Çevre Dostu:** Gabion yapıların boşluklu oluşu ve bu boşlukların zamanla toprakla dolarak doğal olarak yeşillenmesi ya da vejetasyon oluşumunu sağlayan biotekstiller kullanılarak yapay olarak yeşillenmesi mümkündür ve bir süre sonra çevredeki doğal bitki örtüsü ile kaplanarak doğal çevreye uyum sağlar. Gabion yapılar her türlü hava koşuluna uygun çevreye zarar vermeyen zemin yapılarıdır (Şekil 18).

**Estetik:** Mimari amaçlı iç ve dış mekân dekor etmede kullanılan, bahçe tasarımı ve peyzaj da kullanılabilen gabion elemanların doğal olmasıyla estetik bir görünüşü vardır.



Şekil 16 - Gabion duvar geçirgenlik özelliği



Şekil 17 - Gabion sepetlerin paketlenmesi (Galwire web sayfası)

## 4. Gabion Türü Dayanma Duvarlarının Tasarım ve Uygulaması

Gabion tipi dayanma yapısı tasarlanırken öncelikli olarak diğer tip dayanma yapılarında olduğu gibi;

- Zemin özelliklerinin belirlenmesi ve topoğrafik ölçümlerin yapılması,
- Ön boyutlandırma yapılması,
- Zeminden yapıya aktarılacak yüklerin belirlenmesi,



**Şekil 18** - Ankara-İstanbul 2. Etap Hızlı Tren Projesi yeşillendirilmiş gabion sepet uygulaması (TeknoÇevre web sayfası, 2012)

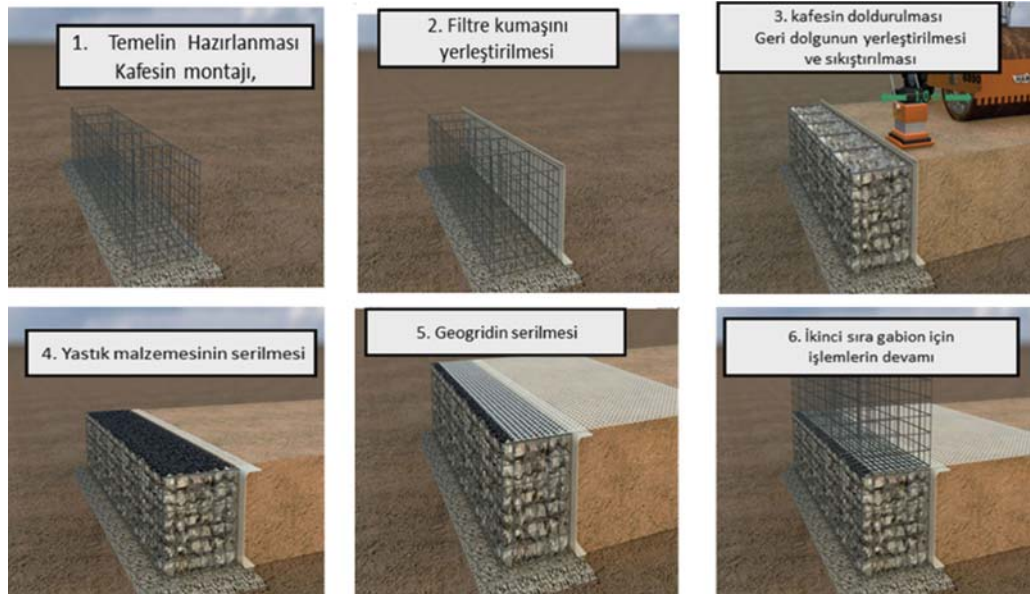
- Seçilen ön boyutlandırma için tahkiklerinin (kayma, devrilme, taşıma gücü, oturma, toptan göçme, sepet tellerindeki çekme gerilmeleri vb.) yapılması,
- Zemin ile dayanma duvarının bir bütün olarak dikkate alındığı yapısal analizin yapılması,
- En ekonomik ve güvenli boyutların belirlenmesi,
- Uygulama projelerinin hazırlanması,
- Duvar imalatı,

aşamalarının takip edilmesi gerekmektedir. Özellikle stabilite tahkikleri yapılırken zemin-gabion arasındaki etkileşimin klasik ağırlık tipi dayanma duvarından farklı olduğu dikkate alınmalıdır.

Duvar arkası dolgu zemin tarafından aktarılan yükler sadece zeminin içsel sürtünme açısı ya da kohezyon gibi me-

kanik özelliklere bağlı değildir, aynı zamanda duvarın boyutlarına ve dolgu üzerinde olan sürşarj yüklerine de bağlıdır. Gabion dayanma duvarının yaptığı çok düşük seviyede deformasyon minimum aktif zemin basıncının oluşması için yeterli olduğundan dayanma duvarı hesabında kullanılan zemin basıncı aktif basınç olarak kabul edilir. Diğer ağırlık tipi rijit duvarlar ile gabion dayanma duvarı karşılaştırıldığında, gabion dayanma duvarlarının esnekliği farklı oturmalar yapan zeminlerde ve deprem yüklerine karşı gösterdiği performansı artırmaktadır. Ayrıca boşluklu yapıya sahip olduğundan yüzeysel sular rahatlıkla drene olur, diğer ağırlık tipi duvarlarda olduğu gibi drenaj sistemi oluşturulmasına gerek kalmaz.

Temel hazırlanması sırasında; taşıma gücü kapasitesini arttırmak, farklı oturmaları azaltmak ve ilave drenaj sağlamak amacıyla 15-45 cm lik tabaka halinde granüler taş malzeme ile temel oluşturulur. Rijit beton temel oluşturulmasına gerek yoktur.



**Şekil 19** - Geogrid donatılı gabion imalatı (Naue web sayfası)

Gabion dayanma duvarının geçirimli olmasından dolayı dolgu malzemesi olarak daha geniş bir alanda geri dolgu malzemesi kullanılabilir. Gabion dayanma duvarı arkasına yerleştirilen dolgu zeminin sıkılaştırılmasıyla zeminin kayma direnci artar, şişme-büzülme davranışı ile sivilaşma potansiyeli kontrol altına alınır. Gabion içindeki yüksek geçirimsizlik nedeniyle zeminin kaymasının ve zemin yüksekliğinin azalmasını önlemek amacıyla uygun geçirgenlikte filtre kumaşı kullanılır. Geogrid donatılı gabion tipi dayanma duvarının imalat aşamaları şematik olarak Şekil 19'da gösterilmiştir.

## 5. Sonuçlar

Günümüzde, malzeme üretim ve malzeme kaplamasındaki teknolojik gelişmeler sonucunda, oldukça küçük çapta ve yüksek dayanımlı, korozyona ve diğer dış etkilere karşı uzun ömürlü (30-100 yıl) esnek teller üretilmektedir. Bu tellerin uygun tekniklerle örülmesi ve birleştirilmesi ile oluşturulan gabion sepet, şilte, çuval veya ağ şeklinde oluşturulan elemanlar taş vb. malzeme ile doldurularak geoteknik mühendisliğinin farklı alanlarında uygulanmaktadır. Bu tip duvarların tasarım ve uygulama kriterleri henüz tam olarak geliştirilmemiş olmakla birlikte, kullanım alanı gittikçe yaygınlaşan uygulamalar ile ekonomik ve uygun çözümler elde edilebilmektedir. Daha çok imalatçı firmalar ve bayiler tarafından yapılan AR-GE ve bilimsel araştırmalara, akademik çevreler tarafından da artan bir şekilde devam edilmesi (özellikle büyük ölçekli deneysel ve analitik çalışmalar) ile tasarım ve uygulama kriterlerinin oluşturulmasına önemli katkılar sağlanacaktır.

## Kaynaklar

- Agostini, R., *Flexible gabion structures in earth retaining works*. Officine Maccaferri, 1987.
- Amato, Giuseppina, et al. "Multibody modelling of gabion beams for impact applications." *International Journal of Crashworthiness* 18.3 (2013): 237-250.
- Lin, Yu Liang, and Guo Lin Yang. "Dynamic Deformation Behavior and Life Analysis of Green Reinforced Gabion Retaining Wall." *Applied Mechanics and Materials*. Vol. 256. 2013.
- Lin, Yu Liang, et al. "Engineering behaviors of reinforced gabion retaining wall based on laboratory test." *Journal of Central South University of Technology* 17 (2010): 1351-1356.
- Maccaferri Mac Guide, 2010, Officine Maccaferri S.p.A., Italy (Şekil 9-10-12-13-14)
- Ramli, Mahyuddin, Tjr Karasu, and Eethar Thanon Dawood. "The stability of gabion walls for earth retaining structures." *Alexandria Engineering Journal* 52.4 (2013): 705-710.
- Uray, E., 2014, *Gabion Tipi Dayanma Duvarlarında Tasarım Kriterlerinin Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya
- Zhao, L., Gao, L. ve Jin, H. 2012, *Application of Gabion Slope Protection of Nanyang River Channel Regulation in Tianzhen County*, *Advanced Materials Research*, 374-377, 1938-1941
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Gabion> (Şekil 1.a)
- [http://www.maccaferri.com.my/our\\_history.htm](http://www.maccaferri.com.my/our_history.htm) (Şekil 1.b.)
- <http://ms.shunxing-fence.com/hexagonal-wire-netting/9407871.html> (Şekil 2.)
- <http://www.ediltecnoservice.com/prodotti/geotecnica-e-ambiente/reti-doppia-torsione/gabbioni/gabbione-standard> (Şekil 3.)
- <http://teknomaccaferri.com.tr/cozum-konulari/istinat-yapilari/referanslar> (Şekil 4.)
- <http://www.kiciman.com/sayfa/gabion-silte,7.php> (Şekil 5.a.)
- <http://teknomaccaferri.com.tr/cozum-konulari/dere-islahi-ve-taskin-koruma-uygulamalari-/referanslar> (Şekil 5.b.)
- <http://www.kiciman.com/sayfa/gabion-torba,17.php>, 2015 (Şekil 6.)
- <http://teknomaccaferri.com.tr/cozum-konulari/kaya-ve-tas-dusmesine-karsi-koruma-uygulamalari/referanslar> (Şekil 7.)
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Gabion> (Şekil 8.)
- <http://teknomaccaferri.com.tr/cozum-konulari/dere-islahi-ve-taskin-koruma-uygulamalari-/referanslar> (Şekil 11.)
- <http://www.houzz.com/photos/7893623/Gabion-Lounge-rustic-landscape-indianapolis> (Şekil 15.)
- <http://galwire-china.com> (Şekil 17.)
- <http://teknomaccaferri.com.tr/cozum-konulari/istinat-yapilari/referanslar> (Şekil 18)
- <http://www.naue.com/en/products/naue-m3/naue-gabion.html> (Şekil 19.)