



SAYI: 103

**DEVLET SU İŞLERİ
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**

DSİ TEKNİK BÜLTENİ

DSİ TEKNİK BÜLTENİ

Sahibi

DEVLET SU İŞLERİ
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Sorumlu Müdür

Dr. Vehbi ÖZAYDIN

Yayın Kurulu

Dr. Vehbi ÖZAYDIN

İsmail GÜNEŞ

Hüseyin AKBAŞ

Nurettin KAYA

Servan YILDIRIM

Kemal ŞAHİN

Haberleşme adresi

DSİ Teknik Araştırma ve
Kalite Kontrol (TAKK)
Dairesi Başkanlığı 06100
Yücetepe - Ankara

Tel (312) 399 2793

Faks (312) 399 2795

bulten@dsi.gov.tr

Basıldığı yer

İdari ve Mali İşler Dairesi
Başkanlığı
Basım ve Foto-Film
Şube Müdürlüğü
Etlik - Ankara

SAYI : 103

YIL : Ocak 2008

İÇİNDEKİLER

BARAJ DOLGULARINDA KULLANILAN DOĞAL MALZEMENİN SEÇİM
KRİTERLERİ VE LİMİT AŞIMININ DOĞURACAĞI TEHLİKELER

Emre AKÇALI, Hasan ARMAN 1

TÜRKİYE'DE SU HİZMETLERİNİN VE SU HUKUKUNUN GELİŞİMİ

Ceyhun ÖZÇELİK 10

TÜRKİYE'DE SU İLETİMİNDE KULLANILAN BORULU SİSTEMLERİN
TARİHSEL GELİŞİMİ

Köksal Buğra ÇELİK 23

STANDART PENETRASYON TESTİNDE (SPT) UYGULAMA KAYNAKLI
HATALARIN ZEMİN ARAŞTIRMA SONUÇLARINA ETKİSİ

İbrahim ÇOBANOĞLU, Sefer Beran ÇELİK 31

BARAJ DOLGULARINDA KULLANILAN DOĞAL MALZEMENİN SEÇİM KRİTERLERİ VE LİMİT AŞIMININ DOĞURACAĞI TEHLİKELER

Emre AKÇALI

İnşaat Yüksek Mühendisi, DSİ 55. Şube Müdürlüğü, DÜZCE
emreakcali@dsi.gov.tr

Hasan ARMAN

Prof. Dr., Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Sakarya

ÖZET

Bu çalışmada barajlarda kullanılacak doğal malzemeler üzerinde yapılan laboratuvar deneyleri sonucunda elde edilen değerler için kullanılan ve tavsiye edilen limitler araştırılmıştır. Limit değerlerin aşılmasının baraj güvenliği açısından ne gibi sonuçlara neden olduğu açıklanmıştır. Malzemenin belirlenen bu özelliklerinin barajlarda nasıl bir rol oynadığı araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Baraj, doğal yapı malzemesi, laboratuvar deneyleri

PREFERENCE CRITERIONS OF DAM FILL MATERIALS AND RISKS OF EXCEEDING LIMITS

ABSTRACT

In this study, the limit values for the laboratory test results for construction materials to be used at dams have been researched. The consequences of exceeding certain limits have been explained in terms of dam safety. Effects of characteristics of materials at dams have been researched.

Key words: Dam, natural construction materials, laboratory test

1 GİRİŞ

Tarihte yıkılan barajların yıkılma sebepleri incelendiğinde bunun yaklaşık olarak % 50 civarında doğal malzemeye bağlı problemlerden (şev duraysızlığı, oturmalar, sızmalar vb.) kaynaklandığı saptanmıştır [4]. Bu da doğal malzemenin seçiminin ne derece önemli olduğunu göstermektedir.

Bu bildiride zemin sınıflarına bağlı olarak zeminlerin, barajın hangi zonunda kullanılabileceği araştırılmıştır. Ancak, barajlarda kullanılan "doğal malzemeler" üzerinde uygulanacak deneyler için önerilen limitler ve limit aşılmasının yaratacağı sakıncalar, "manual" (rehber) diye nitelendirilebilecek tek bir kaynakta bir araya getirilmemiştir. Bu çalışmanın ana hedefi de ulaşılabilen tüm kaynaklardan bu tarzda bir rehber hazırlamak olmuştur.

Bazı malzemelerin limit değerleri farklı araştırmacılar tarafından farklı olarak alınmıştır. Bunun bir nedeni de doğal malzemeler üzerinde mutlak bir değerlendirme yapılamamasından ve

her barajın kendine özgü özelliklere (zemin, topografya, şekil vb.). sahip olmasındandır. Belirlenen değerler, yıllardır planlama, proje ve inşaa çalışmaları sonucu tecrübe ve hesaplamalar sonucu elde edilmiş değerlerdir. Tavsiye edilen değerler mutlak şartlar değildir. Ancak ortalamalardan uzaklaştıkça ve limitleri aştıkça barajlarda problem oluşma, hatta göçme olasılıkları artabilmektedir.

Baraj dolgularında doğal malzemeye bağlı olarak gelişen başlıca problemler aşağıda belirtilmiştir:

1. Boşluk suyu basıncı
2. Sedde gövdesi içinde oluşan sızmalar
3. Borulanma (pınarlaşma)
4. İç erozyon (dispersiyon)
5. Sıvılaşma
6. Oturma
7. Hidrolik çatlama
8. Stabilite
9. Beton barajlarda mukavemet kaybı

2 LABORATUVAR DENEYLERİ

Barajlarda kullanılan doğal malzemeler üzerinde yapılan deneyler projenin planlama, projelendirme veya inşa aşamasında olmasına göre farklılık göstermekte olup, bu aşamalarda yapılan tüm deneyler malzemenin kullanılacağı zona göre aşağıda verilmiştir.

A - Geçirimsiz malzeme deneyleri

1. Bağıl yoğunluk (bağıl yoğunluk)
2. Doğal su muhtevası
3. Standart proktor
4. Atterberg (kıvam) limitleri
5. Elek analizi
6. Arazi kesafet eğrisi
7. Konsolidasyon
8. Üç eksenli basınç deneyleri
9. Geçirgenlik (permeabilite)
10. Dispersibilite
11. Organik madde

B - Yarı geçirimli/geçirimsiz malzeme deneyleri

1. Bağıl yoğunluk
2. Tüvenan örneğin elek analizi
3. İzafi sıklık, birim ağırlık ve/veya modifiye proktor
4. İnce malzeme yeterli ise Atterberg (kıvam) limitleri
5. Geçirgenlik

C - Filtre ve geçirimli malzeme deneyleri

1. Bağıl yoğunluk
2. Tüvenan örneğin elek analizi
3. İzafi sıklık, birim ağırlık ve/veya modifiye proktor
4. Geçirgenlik

D - Kaya ve riprap malzemesi deneyleri

- 1- Birim ağırlık, su emme, görünür porozite
- 2- Bağıl yoğunluk
- 3- Los Angeles aşınma kaybı
- 4- Basınç dayanımı
- 5- Na₂SO₄ don kaybı
- 6- Don sonu basınç dayanımı
- 7- Petrografik analiz

E - Agrega deneyleri

- 1- Birim ağırlık
- 2- Tüvenan örneğin elek analizi
- 3- İnce ve kaba agregada bağıl yoğunluk ve su emme
- 4- İnce ve kaba agregada kil topakları
- 5- İnce ve kaba agreganın elek analizi
- 6- 200 nolu elekten geçen ince malzeme miktarı tayini
- 7- Organik madde tayini
- 8- Na₂SO₄ don kaybı
- 9- Los Angeles aşınma kaybı deneyi
- 10- Alkali agregada reaktivitesi
- 11- Petrografik analiz

3 LİMİT DEĞERLER

Bu deney sonuçlarından elde edilen değerler için farklı yazarların farklı tavsiyeleri bulunmaktadır. Çizelge 1, Çizelge 2, Çizelge 3, Çizelge 4 ve Çizelge 5'te kullanılmış veya tavsiye edilen alt ve üst limit değerler ile optimum değerler verilmiştir.

4 LİMİT AŞIMININ SAKINCALARI

4.1 Geçirimsiz malzeme deneyleri

4.1.1 Bağıl yoğunluk

Limitlerin altında kalmanın sakıncaları olarak yeterli geçirimsizliği sağlayamamak ve malzemenin organik madde içermesi olasılığı sayılabilir [2].

4.1.2 Doğal su muhtevası

Belli bir standart yoktur ancak optimum su muhtevasına göre aşırı kuru veya doygun zeminler belirtilmeli ve tedbirler önerilmelidir.

4.1.3 Standart proktor

Optimum su muhtevası: Dolgu alanına getirilen malzemenin su muhtevasının laboratuvar şartlarında elde edilen optimum sıkıştırma için gerekli su muhtevasına yakın olması istenir. Bu yakınlık "DSİ Barajlar Teknik Şartnamesi-Sıkıştırılmış baraj dolgularının kontrolü için kriter çizelgesi" ndaki şartlar dahilinde olması istenmektedir. Şartların altında kalırsa çatlama, üzerinde kalırsa oturma, yüksek boşluk suyu basıncı ve stabilite problemleri ile karşı karşıya kalınabilir.

Maksimum kuru birim hacim ağırlık: Zeminlerin birim hacim ağırlığı arttıkça mukavemeti de artar. Yüksek birim hacim ağırlık, yüksek kayma mukavemeti ve geçirimsizlik sağlar. Bir zemin yeraltı su seviyesi altında olduğu zaman efektif yoğunluğu ve taşıma kapasitesi azalır.

4.1.4 Atterberg (kıvam) limitleri

Likit limit: Boşluk suyu basıncına neden oldukları, işlenmesi güç oldukları ve büyük hacim değişiklikleri gösterdikleri için LL<50 olarak tavsiye edilmektedir [13].

Çizelge 1 - Geçirimsiz malzeme - limitler ve riskler [Bütün kaynaklar kullanılarak]

Deney Türü	Limitler	Kullanılmış veya tavsiye edilen alt limit	Kullanılmış veya tavsiye edilen üst limit	Kullanılmış veya tavsiye edilen değerler	Limit aşımının tehlikesi
Bağıl yoğunluk		2,5	2,8	>2,6	Organik madde, geçirgenlik
Doğal su muhtevası (% w)		İnşa aşamasında optimum -2	İnşa aşamasında optimum +2	İnşa aşamasında optimum	(-) çatlama (+) oturma, yüksek boşluk suyu bas, stabilite
Standart proktor (optimum su muhtevası) (w%)		15	25	20	(-) çatlama (+) oturma, yüksek boşluk suyu bas, stabilite
Standart proktor (maksimum kuru birim ağırlık) gr/cm ³		1,43	1,87	> 1,65	Stabilite, geçirgenlik
Plastisite İndisi (%)		14	20	14-20	(+) sıkışma ve şişme potansiyeli artmakta, geçirgenlik azalmakta (kazı ve dolgu zorluğu)
Atterberg (kıvam) limitleri (likit limit) (%)		40	50	45	Boşluk suyu basıncı
Şişme potansiyeli (%)			20	< 10	Şişme
Atterberg (kıvam) limitleri (büzülme Limiti) (%)		15	25	20	Çatlak oluşumu
Elek analizi		İçinde en az %12 kil özelliği gösteren plastik ince malzeme bulunur			Geçirgenlik
Arazi kesafet eğrisi (%)		İnşaat aşamasında (içerdiği kum-çakıl a göre) 65-75	İnşaat aşamasında (içerdiği kum-çakıl a göre) 80-90	İnşaat aşamasında (içerdiği kum-çakıl a göre) 80-90	Geçirgenlik
Konsolidasyon		Hacimsel sıkışma katsayısı ve konsolidasyon katsayısı için bir limit belirtilmemiştir. Proje ilk tasarım değeri olarak nispeten sıkışmaz temellere oturan dolgulara sedde yüksekliğinin (%1) i kadar, oturmaya daha elverişli kil ve siltli temellerde ise (%2-4) kadar oturma olacağı varsayılmalıdır. Küçük barajlarda oturma % (5-10) arasında olmalıdır.			Üstten su aşması, stabilite Kaybı Çatlama
Üç eksenli basınç deneyleri (kil) [ilk proje değeri]		$\phi = 15^\circ$ $c_o=40$ (kN/m ²)	$\phi = 22^\circ$ $c_o=60$ (kN/m ²)	$c_d=15$ (kN/m ²)	Stabilite kaybı
Üç eksenli basınç deneyleri (kaya) [ilk proje değeri]		$\phi = 37^\circ$	$\phi = 45^\circ$		Stabilite kaybı
Üç eksenli basınç deneyleri (Kum-çakıl) [ilk proje değeri]		$\phi = 30^\circ$	$\phi = 35^\circ$		Stabilite kaybı
Geçirgenlik		10 ⁻⁵ (cm/s)	10 ⁻⁸ (cm/s) LL>50 ise	10 ⁻⁶ -10 ⁻⁸ (cm/s)	Geçirgenlik - Stabilite
Dispersibilite deneyleri - Dağılma deneyi Çifte hidrometre deneyi		% 40		% 30	İç erozyon
Dispersibilite deneyleri - Kimyasal deneyler (ESP)		7			İç erozyon
Dispersibilite deneyleri - Kimyasal deneyler (SAR)		1-2			İç erozyon
Dispersibilite deneyleri - iğne deliği		ND4 ve ND3			İç erozyon
Organik madde tayini			5%	0	Geçirgenlik, fiziksel bozulma

Çizelge 2 - Yarı geçirimli ve geçirimsiz kabuk dolgu malzeme - limitler ve riskler [Bütün kaynaklar kullanılarak]

Deney Türü	Limitler	Kullanılmış veya tavsiye edilen alt limit	Kullanılmış veya tavsiye edilen üst limit	Kullanılmış veya tavsiye edilen değerler	Limit aşımının tehlikesi
Bağıl yoğunluk		-	-	-	Kayma mukavemeti
Tüvenan örneğin elek analizi		İçinde kil cinsinden plastik ince dane (200 nolu elek altı) oranı %12 den az olan; ancak ince dane sadece silt ise, bu oranın %30 a kadar çıkabildiği, kil ve siltli kum, çakıl ve blokların değişik oranlardaki karışımından oluşan malzeme, yarı geçirimli malzeme olarak kullanılabilir.			Geçirgenlik, boşluk suyu basıncı
İzafi sıklık, birim ağırlık ve/veya modifiye proktor (%)		İnşaat aşamasında (içerdiği kum-çakıl a göre) 65 - 75	İnşaat aşamasında (içerdiği kum-çakıl a göre) 80 - 90	İnşaat aşamasında (içerdiği kum-çakıl a göre) 80 - 90	Stabilite, geçirgenlik
İnce malzeme yeterli ise Atterberg limitleri		-	-	-	Boşluk suyu basıncı,
Geçirgenlik		10^{-4} (cm/s)	10^{-6} (cm/s)	10^{-5} (cm/s)	Boşluk suyu basıncı, geçirgenlik, stabilite

Çizelge 3 - Filtre ve geçirimli kabuk dolgu malzeme - limitler ve riskler [Bütün kaynaklar kullanılarak]

Deney Türü	Limitler	Kullanılmış veya tavsiye edilen alt limit	Kullanılmış veya tavsiye edilen üst limit	Kullanılmış veya tavsiye edilen değerler	Limit aşımının tehlikesi
Bağıl yoğunluk		>2,60		>2,60	Kayma mukavemeti
Tüvenan örneğin elek analizi		İçinde %5 ten az ince dane (kil ve silt) kapsayan kum, çakıl ve bloğun değişik oranlardaki karışımlarından oluşan geçirimli malzeme.			Geçirgenlik, boşluk suyu basıncı
D15 Filtre / D15 korunan		4	40	> 5	Geçirgenlik, boşluk suyu basıncı, iç erozyon, stabilite
D15 Filtre / D85 korunan		< 5		< 5	
D50 Filtre / D50 korunan		5	58	< 25	
D85 filtre / Maksimum dren aralığı		> 2			Stabilite, geçirgenlik, sıvılaşma
İzafi sıklık, birim ağırlık ve/veya modifiye proktor (%)		İnşaat aşamasında (içerdiği kum-çakıl a göre) 65 - 75	İnşaat aşamasında (içerdiği kum-çakıl a göre) 80 - 90	İnşaat aşamasında (içerdiği kum-çakıl a göre) 80 - 90	
Geçirgenlik		10^{-4} (cm/s)		> 10^{-4} (cm/s)	

Çizelge 4 - Kaya ve riprap malzeme - limitler ve riskler [Bütün kaynaklar kullanılarak]

Deney Türü	Limitler	Kullanılmış veya tavsiye edilen alt limit	Kullanılmış veya tavsiye edilen üst limit	Kullanılmış veya tavsiye edilen değerler	Limit aşımının Tehlikesi
Su emme			% 1,8	< % 1,8	Mukavemet kaybı
Bağıl yoğunluk		2,6		>2,65	Stabilite, taşıma gücü
Birim hacim ağırlığı		-	-	-	Stabilite, taşıma gücü
Basınç dayanımı		500 kgf/ cm ²		> 500 kgf/ cm ²	Stabilite, taşıma gücü
Los Angeles aşınma kaybı			100 devirde % 10 500 devirde % 40	100 devirde en çok % 10 500 devirde en çok % 40	Mukavemet kaybı
Na ₂ SO ₄ don kaybı			10%	<10%	Mukavemet kaybı
Don sonu basınç dayanımı			10%	<10%	Mukavemet kaybı
Petrografik analizi		Kaçınılacak Kayalar: Çamurtaşı, şeyl, silttaşı, kiltası, tebeşir, toprakası kireçtaşı, diğer düşük çimentolu sediment kayaçlar	Dikkatle kullanılacak kayalar: Tabakalı kaya, killi mermer, tuf, senozoyik kumtaşı, gnays, şist (sıkı bağlı)	Uygun kayalar: Granit, bazalt, andezit, premosozoyik kumtaşı, kireçtaşı, kuvarsit	Oturma, çatlama, mukavemet kaybı, stabilite

Çizelge 5 - Beton agregası malzemesi - limitler ve riskler [Bütün kaynaklar kullanılarak]

Deney Türü	Limitler	Kullanılmış veya tavsiye edilen alt limit	Kullanılmış veya tavsiye edilen üst limit	Kullanılmış veya tavsiye edilen değerler	Limit aşımının tehlikesi
Birim ağırlık kN/m ³		En az 16		En az 16	Mukavemet kaybı
Tüvenan örneğin elek analizi					Mukavemet kaybı
İnce ve kaba agregada bağıl yoğunluk		2,60		2,65	Mukavemet kaybı
İnce ve kaba agregada su emme			1%	Maksimum % 1	Mukavemet kaybı
İnce ve kaba agregada kil topakları			Kum için % 1, Çakıl için %0,25	Kum için maksimum % 1, Çakıl için maksimum % 0,25	Mukavemet kaybı
İnce ve kaba agreganın elek analizi				Büyük incelik modülü	Mukavemet kaybı
200 nolu elekten geçen ince malzeme miktarı tayini			Kumda % 5, çakıl % 1	En fazla %3-%5	Mukavemet kaybı
Organik madde tayini			Ağırlıkça % 0,5	En fazla ağırlıkça % 0,5	Mukavemet kaybı
Na ₂ SO ₄ don kaybı			İnce agregada (kum) mak % 15 İri agregada (çakıl) mak % 18	İnce agregada (kum) maksimum % 15 İri agregada (çakıl) maksimum % 18	Mukavemet kaybı
Los Angeles aşınma kaybı deneyi			100 devirde mak. % 10, 500 devirde mak % 50	100 devirde maksimum % 8, 500 devirde maksimum % 40	Mukavemet kaybı
Alkali agregası reaktivitesi		Opal ve opalli taşlar sakıncalı olup reaksiyona duyarlı kısımların sınır değerleri % (0,5 - 4,0) tür.			Mukavemet kaybı
Petrografik analiz		Daneler; sağlam, sert, yuvarlak biçimde ve yüzeyleri biraz pürüzlü olmalı, yayvan ve yassı olmamalı, kırıklık ve çatlaklar birbirleriyle irtibatlı olmamalı, çentik çizgileri bulunmamalı, kapiler su emme çok az olmalıdır.			Mukavemet kaybı

Plastisite indisi: Plastisite indisi 4-7 arası olan geçirimsiz malzeme çekirdek zonu için önerilmemelidir. Yalnız, ince boyutlu kum ve siltten oluşan SM simgeli malzeme sıvılaşabilme özelliğinde olduğundan kullanılması sakıncalıdır [7].

Büzülme limiti: Büzülme limiti, optimum su muhtevassından fazla olmalıdır. Aksi takdirde nem azalmasından (kuruma) dolayı barajda çatlaklar oluşur. Eğer büzülme limiti optimum su muhtevassından düşük ise, bu zemin yalnızca iç çekirdekte kullanılmalıdır. Dış kabuklarda kullanılmamalıdır [2].

Şişme potansiyeli: Şişen zeminler yarı kurak ve kurak iklimlerde oluşmuş, suyla karşılaştıklarında gösterdikleri hacim değişimi nedeni ile üstteki hafif yapılara ve kazı desteklerine hasar veren killerdir. Benzer şekilde baraj dolgusunda kullanılmak üzere plastisite indisi dolayında su muhtevalarında sıkıştırılan zeminler de ıslandıklarında hacim artışı gösterirler.

Şişme potansiyeli zeminin ihtiva ettiği kil minerali ve kil muhtevasına bağlıdır. Montmorillinit ve illit tipi killer mikroskobik yapıları itibarıyla en fazla şişme gösteren killerdir [2 ve 19].

4.1.5 Elek analizi

Yeterli ekonomik taşıma mesafesinde olan benzer geçirimsiz malzeme alanlarından kum-çakıl oranı fazla olan GC ve SC sınıfı malzeme en iyi sıkışmayı verdiği için, kil oranı fazla olan malzemeye öncelikle tercih edilmelidir [7].

Kil çekirdek içinde 12 cm den büyük taşlar bulunmamalıdır. 7-12 cm arasındaki daneler malzemenin %5 inden fazla olmayacaktır. Aksi takdirde istenilen sıkışma ve geçirimsizlik sağlanamayacaktır [6].

4.1.6 Arazi kesafet eğrisi

Barajda sıkıştırma sonucu elde edilen değerle karşılaştırma yapılmaktadır. Çizelge 1'deki değerlere uyulması dolgunun geçirimsizliği ve stabilitesinde rol oynamaktadır. Malzeme irileştikçe konsolidasyon miktarı azalır.

4.1.7 Konsolidasyon

Oturmanın beklenenden fazla olması, üstten su aşması, stabilite kaybı ve çatlama gibi sorunlara yol açabilir. Ayrıca farklı oturmaların da baraj dolgusu için tehlikeli olacağı göz önünde bulundurulmalıdır.

4.1.8 Üç eksenli basınç deneyleri

Bu deney için herhangi bir limit verilmemektedir. Elde edilen deney sonuçları stabilite analizinde kullanılır ve sonuçlara göre şev eğimi veya doğal malzeme değiştirilir.

Laboratuvar deney sonuçları elde edilmeden gövde stabilite hesabı yapılması durumunda kullanılabilecek tahmini değerler Çizelge 1.1 de verilmiştir. Ancak kesin proje aşaması için bu değerlerin, laboratuvar deneyinden elde edilen sonuçlar ile kontrol edilmesi gerekir. Stabilitenin sağlanması için en önemli değerlerdir.

4.1.9 Geçirgenlik

Geçirgenlikleri düşük ve likit limitleri yüksek olan killi malzemeler gerek boşluk suyu basıncı doğurdıklarından ve gerekse işlenmeleri güç olduğundan ve de büyük hacim değişiklikleri gösterdiklerinden kullanılmaları tavsiye edilmez. Bu yüzden $k=10^{-8}$ cm/s den düşük geçirgenlikli zeminlerle likit limiti 50'nin üzerinde olan malzemeler genellikle toprak dolguların ana geçirimsiz çekirdeklerinde kullanılmamaktadır [13].

İstenilenden fazla geçirimli zeminler ise borulanma ve stabilite kaybına neden olabilmektedir.

4.1.10 Dispersibilite

Belirtilen limitler dışındaki killer erozyona karşı hassas, dispersif karakterde kabul edilirler. Bunun sonucunda oluşan iç erozyon barajı yıkılmaya kadar götürebilir.

4.1.11 Organik madde

Organik maddesi çok olan zemin malzemeleri, mühendislik yapılarında istenmezler. Çünkü içlerindeki organik madde çürüyerek ayrışır ve dolgu içerisinde boşluklar bırakır. Ayrıca kimyasal reaksiyonlarla malzemenin fiziksel özelliklerini değiştirirler. Orta derecede organik madde ihtiva eden zeminler, inorganik zeminlere kıyasla daha fazla sıkışma gösterirler ve dolayısıyla stabiliteleri daha düşük olur [13 ve 5].

Bunun yanında bir kilde az miktarda organik madde bulunması, malzemenin plastisite indisini yükseltmeden likit limitini oldukça çoğaltabilir [1].

4.2 Yarı geçirimli ve geçirimsiz kabuk dolgu malzemesi deneyleri

4.2.1 Bağlı yoğunluk

Yüksek bağlı yoğunluk daha yüksek dayanım sağlamaktadır.

4.2.2 Tüvenan örneğin elek analizi

Boşluksuyu basıncının sönümlenmesi ve geçirgenlik için önemlidir.

4.2.3 İzafi sıklık, birim ağırlık ve/veya modifiye proktor

Dolgunun geçirimliliği ve stabilitesinde rol oynamaktadır.

4.2.4 İnce malzeme yeterli ise Atterberg limitleri**4.2.5 Geçirgenlik**

Sınırların dışında kalmak, geçirgenlik, boşluk suyu basıncı ve stabilite açısından önemlidir.

4.3 Filtre ve geçirimli kabuk dolgu malzemesi deneyleri

Çekirdekten sızıntı ile kil malzemelerinin sürüklenmemesi için mansap filtreleri koruyucu görev yaparlar. Memba filtresi ise rezervuarın boşalma durumu için gereklidir. Filtrede dane çaplarına göre tedrici bir geçiş sağlamak için ince filtre (kum) ve bunun mansabına kalın filtre (kum ve çakıl) kullanılır. [8]

Drenaj kapasitesi malzemenin gradasyonu ile değişmektedir; ince daneli malzeme miktarı arttıkça drenaj azalmaktadır. İçsel sürtünme açısı gradasyonla, yoğunlukla ve stres durumu ile değişmektedir. Örneğin köşeli, iyi gradasyonlu ve yüksek yoğunluktaki malzemelerin içsel sürtünme açıları daha yüksektir [5].

4.3.1 Bağlı yoğunluk

Yüksek bağli yoğunluk daha yüksek dayanım sağlamaktadır.

4.3.2 Tüvenan örneğin elek analizi

Boşluk suyunun sönümlenmesine izin verecek derecede geçirimli, borulanmaya sebep olmayacak derecede geçirimsiz olmalıdır.

4.3.3 İzafi sıklık, birim ağırlık ve/veya modifiye proktor

Yeterli stabilitenin sağlanması açısından önemlidir.

4.3.4 Geçirgenlik

Boşluk suyunun sönümlenmesine izin verecek derecede geçirimli, borulanmaya sebep olmayacak derecede geçirimsiz olmalıdır.

4.4 Kaya ve riprap malzemesi deneyleri

Kayalar geçirimli veya yarı geçirimli malzeme olarak kullanılırlar. Büyük kayalar dıştaki zonlar için, küçük kayalar yarı-geçirimli zonlar için uygundur. Malzeme, tasarım koşullarında belirtilen kayma gerilmesine ve drenaj

kapasitesine sahip olmalıdır. Genelde kayanın rahat drene edebilmesi, yüksek kayma gerilmesine sahip olması istenir. Zonlar belirlenirken ve tasarım değerleri seçilirken eğer malzeme karakteristikleri iyi belirlenirse, inşaat sırasında kırılabilen veya aşınan malzemeler de kullanılabilir [5].

Kaya malzemeler için en önemli özellikler hava ve suya karşı gösterdiği direnç ve iklime karşı gösterdiği tepkidir.

4.4.1 Su emme:

Limitleri aşması mukavemet kaybına sebep olabilir.

4.4.2 Bağlı yoğunluk

Yüksek bağli yoğunluk daha yüksek dayanım sağlamaktadır.

4.4.3 Los Angeles aşınma kaybı

Mukavemet kaybına sebep olur.

4.4.4 Basınç dayanımı

Taşıma gücü açısından önemlidir.

4.4.5 Na₂SO₄ don kaybı

Mukavemet kaybına sebep olur.

4.4.6 Don sonu basınç dayanımı

Mukavemet kaybına sebep olur. Özellikle dona maruz kalan bölgeler için önemlidir. Taşın içerdiği boşluklara giren su donduğu zaman hacimde artma olur ve basınç meydana gelir [1].

4.4.7 Petrografik analiz

İncelemeler neticesinde taşı teşkil eden minerallerin cinsi, birbirine göre durumları, kristal şekli, varsa hamur cinsi, dane yeknesaklığı, camsılığı, doku, gözeneklilik, boşluk, kılcal çatlak, damar, bozuşma vb. özellikleri tayin edilerek kullanıma uygunluğu incelenir [1].

4.5 Agrega deneyleri**4.5.1 Birim ağırlık**

Betonun mukavemetine etki eder.

4.5.2 Tüvenan örneğin elek analizi

Betonun mukavemetine etki eder.

4.5.3 İnce ve kaba agregada bağli yoğunluk ve su emme

Agregaların özgül ağırlığı, projede ve yapıda bir ünitenin minimum veya maksimum ağırlıkta olması düşünülen yerlerde önem kazanır. Hafiflik istendiği zaman genellikle tabii agregaya yerine, düşük birim ağırlıkta suni olarak

hazırlanmış agregalar kullanılır. Bağıl yoğunluk, agreganın uygunluğunu belli eden faydalı bir işarettir. Genel olarak düşük bir bağıl yoğunluk, boşluklu sağlam olmayan absortif bir yapıya, yüksek bir bağıl yoğunluk ise iyi kaliteye delalet eder [1].

4.5.4 İnce ve kaba agregada kil toprakları

Mukavemete etki eden önemli bir faktördür.

4.5.5 İnce ve kaba agreganın elek analizi

Elde edilen incelik modülü, dane dağılımını karakterize eden ve ayrıca beton imalinde karma suyu oranıyla ilgili karar vermeye yarayan bir değerdir. İncelik modülü ne kadar büyükse agregada o oranda kabadır. Su ihtiyacı da o oranda azdır. Dolayısıyla betonun mukavemeti de o oranda yüksek olur [1].

4.5.6 200 nolu elekten geçen ince malzeme miktarı tayini

Betonun mukavemetine etki eder.

4.5.7 Organik madde tayini

Agregalar içlerinde bitki artıkları ve humus gibi diğer bazı organik maddeler içerebilirler. Bu maddeler ise çimentonun hidratasyonuna mani olan organik asitler kapsar. Sülfat, klorit, karbonat ve fosfat gibi kimyasal tuzlar çok çeşitli formda olmak üzere agregada bulunabilirler. Bu maddelerden bazıları doğrudan kimyasal reaksiyonlar ile çimentonun prizine mani olurlar veya reaksiyonu değiştirirler. Diğerleri ise düşük mukavemetleri veya parçalanmayı kolaylaştırmaları sebebiyle istenmezler. Agregada kömür ve benzeri maddelerin bulunması halinde de, betonun yüzeyinde şişerek patlamalara neden olabilirler [1].

4.5.8 Na₂SO₄ don kaybı

Bir agregada yeterli sağlamlıkta ve bozulmaksızın hava tesirlerine karşı koyabilecek kadar mukavemetli ise, fiziki olarak dayanıklı telakki edilir. Fiziki olarak zayıf, absorpsiyonu çok fazla, kolaylıkla çatlayabilen ve doymun olduğu zaman, suyu yutan mineral ve taş parçaları, tabii hava şartları altında bozulmaya müsaittirler. Bunların betonda kullanılması mukavemeti azaltır. Agregada ile çimento arasındaki bağları zayıflatır ve çatlamalara sebep olur. Şeyler, bazı cins kumtaşları, mikalı ve killi taşlar, bazı iri kristalli agregalar ve çörtler fiziki olarak dayanıksız malzemelerdir. Bunların zayıflıkları kendi bünyeleri itibarıyla olduğu gibi, doymunluk, ıslanma, donma ve hacim değişiklikleri neticesinde de olabilir.

Fiziki sağlamlığa tesir eden agregadaki en önemli faktörler; dane boyutu, içlerindeki kılcal

boşluklar ve boşlukların devamlılığıdır. Bu boşluk karakteristikleri donma-çözülme sağlamlığı, direnç, elastisite, aşınmaya dayanım, bağıl yoğunluk çimentoyla bağlanma özellikleri üzerine etkir. İçlerinde 0,004 mm'den daha küçük çaplı damar içeren agregada parçacıkları betonun donma-çözülme işlemine karşı direncini azaltırlar [1].

4.5.9 Los Angeles aşınma kaybı deneyi

Agregaların betonda kullanılabilirlikleri için mukavemetleri iyi olmalıdır. Aşınmanın önemli olduğu yerlerde, agregada parçacıkları da sert olmalıdır. Kuvars, kuvarsit ve özgül ağırlığı yüksek volkanik kaya ve silisli agregalar bu işe uygun niteliktedir [1].

4.5.10 Alkali agregada reaktivitesi

Belirli kökenli agregalar, reaksiyon yapabilen silisten (SiO₂) oluşan bileşenleri içerebilirler. Bu cins bileşenler, betonun boşluk suyunda çözünen alkali hidroksit ile şiddetli reaksiyona girip yüksek konsantrasyonlu ve sonra yüksek viskoziteli alkali silikat çözeltisini meydana getirirler. Agreganın alkaliye duyarlı bileşenleri bu sırada yumuşar ve çözünür. Reaksiyon süresi ve şiddeti; özellikle agregada miktarına, dane büyüklüğüne ve dağılışına, betonun boşluğunda bulunan çözeltideki alkali hidroksit miktarına ve sertleşmiş betonun çevre koşullarına bağlıdır. Betonda, alkali reaksiyonu, önce normal koşullar altında sertleşmiş betonda, zamanla yüzeye yakın bulunan alkaliye duyarlı agregada danelerinin çiçeklenmesine, ayrışmasına, kabarmasına veya betondan parçaların kopmasına, ayrıca ince, çoğunlukla çok derine gitmeyen ağımsı veya ışınımsı yayılan çatlaklara ve aşırı halde betonun parçalanmasına neden olabilir [1].

4.5.11 Petrografik analiz

Daneler; sağlam, sert, yuvarlak biçimde ve yüzeyleri biraz pürüzlü olmalı, yayvan ve yassı olmamalı, kırıklık ve çatlaklar birbirleriyle irtibatlı olmamalı, çentik çizgileri bulunmamalı, kapiler su emme çok az olmalıdır [1].

5 SONUÇ

Yapılan bu çalışma ile barajlarda kullanılacak doğal malzemelerin seçimi için laboratuvar deney sonuçlarına göre yol gösterici bir kılavuz çizelge hazırlanmıştır.

Ancak unutulmaması gereken en önemli husus her doğal malzemenin ve barajın kendine has özelliklerinin bulunduğu ve doğal malzemenin seçimini yapılırken bunun göz önünde bulundurulmasının gerekliliğidir.

6 KAYNAKLAR

- [1] Açıkgöz, İ., “Doğal Yapı Malzemesi Çalışmalarında Laboratuvardan İstenecek Deneyler”, Yerbilimcilerin Jeoteknik Semineri, Sayfa 135-158, DSİ Genel Müdürlüğü, Ankara, 2000.
- [2] Agrawal, Y.C., “Soil Properties and Their Influence on Design of Dams”, Jaipur India http://www.rajjirrigation.gov.in/6guidelines_soil_prop.htm.
- [3] Akçali, E., “Dolgu Barajlarda Kullanılan Doğal Malzemenin Seçim Kriterlerinin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Anabilim dalı, Sakarya, 2005.
- [4] Baykan, N.O., Saf, B., “Barajların yıpranma ve elden çıkma nedenleri ile güvenlik sınamaları”, 1. Ulusal Barajlar ve HES Sempozyumu, DSİ Genel Müdürlüğü Barajlar ve HES Dairesi Başkanlığı, Sayfa 395-401, Ankara, 2004.
- [5] Bilgi, V., Toprak ve Kaya Dolgu Barajların Projelen. Kriterleri, DSİ Gen Müd, Ankara, 1990
- [6] DSİ, Barajlara ait Teknik Şartname, DSİ Genel Müdürlüğü, Ankara, 1993.
- [7] DSİ, Jeoteknik Etüd Şartnamesi, DSİ Genel Müdürlüğü, Ankara, 1996.
- [8] EİE, “Barajlar ve Hidroelektrik Santrallerin Dizaynı”, <http://www.eie.gov.tr>.
- [9] Ergun, U., “Gövde Filtreleri Hakkında Bir Not, Dolgu Barajlar Yönünden Zemin Mekaniği Semineri”, DSİ Genel Müdürlüğü TAKK Dairesi Başkanlığı, Sayfa 25:1-8, Adana, 1985.
- [10] Gürbüz, A., “Filtreler, Baraj ve Gölet Projelendirme Semineri”, DSİ Genel Müdürlüğü Barajlar ve HES Dairesi Başkanlığı, Bursa, 1995.
- [11] ODTÜ, Küçük Toprak Barajların Planlama, Projelendirme, İnşaat ve İşletme Esasları”, Toprak Su Genel Müdürlüğü, ODTÜ, Ankara, 1967.
- [12] Özgüler, E., “Doğal Yapı Gereçleri Etütleri, DSİ Müh İlişkin Su İşleri Eğitim Semineri”, Ankara, 2004.
- [13] Sungur, T., “Su Yapıları Cilt - I Baraj ve Göletler”, DSİ Basımevi, Ankara, 1993.
- [14] Tosun, H., “Baraj Mühendisliğinde Genel Tanımlamalar ve Tasarım Esasları”, DSİ Müh. İlişkin Su İşleri Eğitim Semineri, Ankara, 2004.
- [15] Tosun, H., “Dolgu Barajlar İçin Filtre Kriterleri ve Yeni Bir Filtre Deneyi, Dolgu Barajlar Yönünden Zemin Mekaniği Problemleri Sempozyumu”, DSİ Genel Müdürlüğü Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol Dairesi Başkanlığı, Sayfa 521-535, İZMİR, 1993.
- [16] Turfan, M., Tosun H., Arslan, A., “Toprak Dolgu Barajlar Açısından Dispersif Kil Zeminlerin Yarattığı Probler ve Müh Çözümleri, Dolgu Barajlar Yönünden Zemin Mek Prob Sempozyumu”, DSİ Gen Müd TAKK Dairesi Başk, Sayfa 147-161, İZMİR, 1993.
- [17] USBR, “Design of Small Dams”, United States Department of Interior Bureau of Reclamation, Denver Colorado, 1987 <http://www.usbr.gov>.
- [18] USBR, “Earth Manual, Part 1”, United States Department of Interior Bureau of Reclamation, Denver Colorado, 1998 <http://www.usbr.gov>.
- [19] Wastil, Y., Ergun, U., “Zeminlerin Şişme Davranışı, Dolgu Barajlar Yönünden Zemin Mekaniği Semineri”, DSİ Genel Müdürlüğü TAKK Dairesi Başkanlığı, Sayfa 11:1-17, Adana, 1985.

TÜRKİYE'DE SU HİZMETLERİNİN VE SU HUKUKUNUN GELİŞİMİ

Ceyhun ÖZÇELİK

Dr., Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 35160, Buca-İZMİR
ceyhun.ozcelik@deu.edu.tr

ÖZET

Yaşamın kaynağı olan su, ezelden beri canlılar arasında bir rekabet ve anlaşmazlık unsuru olmuştur. Su hakimiyeti, gücün hakimiyeti anlamına gelmiş, uygarlıklar da suyun etrafında gelişmiştir.

İnsanlığın gelişimine paralel olarak, sudan faydalanma şekillerinin çeşitlenmesi, nüfusun artması, kısıtlı kaynakların kirlenmesi vb. sebeplerle suya olan istem artmıştır. Kimi zaman da canlılar için hayati öneme sahip olan su, doğal afetlere sebep olmuştur. Günümüzde de, gerek suya olan gereksinim, gerekse su zararlarından etkilenme konusunda, geçmişten süregelen anlaşmazlıklar ve güç mücadelesi, etkisini arttırarak devam ettirmektedir. Bu nedenle uygulanan su politikaları ve anlaşmazlıkların çözümünde uygulanacak hukuk büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, suyla ilgili olarak, ülkemizde uygulana gelen politikalar ve hukuki yapının gelişimi derlenmektedir. Böylelikle, sudan çevre bütününe gözetin (entegre), sürdürülebilir, etkin bir faydalanmaya imkan sağlayacak, hukuk ve politikaların geliştirilmesine ışık tutabilecek mevcut durumu ortaya koyan bir temel oluşturulmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Su, Politika, Hukuk

DEVELOPMENT OF WATER SERVICES AND WATER LAWS IN TURKEY

ABSTRACT

Water, source of the life, has been an element of competition and disagreement since eternity. Ruling over the water has been means ruling over the power, also civilizations have grown up around the water.

Parallel to the development of the humanity, by the reasons such as variation of the types of utilizing from the water, increment in the population, pollution of the scarce resources etc, water requirement has increased. Also some times, the water, which has a vital importance for the livings, has caused natural disasters. Today, in the matter of the requirement of the water as well as in the matter of suffering from the water, disagreements and power competitions coming from the past have continued by increasing their effects. Besides, it is coming up to agenda probable water conflicts. So, the policies applied and laws used in the solution of the disagreements have a great importance.

In this study, the development of both the policies being continued and the situation of the laws applied in our country about the water are compiled. Therefore, a base that may be able to give a light to the forthcoming development of both the policies and laws considering the environment as a whole (integrated), sustainable and permitting the effective usage, has been tried to create.

Key Words: Water, Policy, Law

1 GİRİŞ

Su, yaşam olan her şeyin kaynağı olarak kabul edilmektedir. Doğal kaynaklardan farklı olarak ekonomik değerinin yanı sıra, yaşamın ve yaşanılabilir bir ortamın da temel unsurudur.

Tarih boyunca, medeniyetler genellikle suya endekli bir şekilde kurulmuş ve gelişim göstermişlerdir. Su miktarının az olması, kıtlık, salgın hastalık vb. sıkıntılara yol açmış; çok olması ise tarım ve yerleşim yerlerinin sular altında kalmasına dolayısıyla büyük yıkımlara ve toplu göçlere sebep olmuştur. İnsanoğlunun, egemenlik, gelişme ve ekonomik üstünlük çabaları, su kaynaklarını ele geçirme, geliştirme ve kontrol altına alma konusundaki tutkusunu körüklemiş, bu da medeniyetlerin su konusunda özel politikalar üretmesi ve anlaşmazlıklar için bir hukuk geliştirmesi ihtiyacını doğurmuştur.

Bilinen ilk su kanunları, MÖ 1700'lü yıllarda Babil Kralı Hammurabi'ye, MÖ 800'lü yıllarda Van yöresinde Urartu dönemine, MÖ 700'lü yıllarda Keşiş gölü barajı ve Toprakkale'ye su ileten I. Rusa dönemine ait buluntularda karşımıza çıkmaktadır [32]. Su Roma hukukundan bu yana insanoğlunun üzerinde egemenlik kurmadığı kamuya ait mallardan sayılmıştır. Bu anlayış bugünkü hukuk sisteminde de benimsenmiştir.

Esas itibarıyla, su bütün insanlığa ait toplumsal bir varlık olarak nitelendirilmektedir. Dolayısıyla, her insanın güvenilir ve sağlıklı suya erişme hakkı söz konusudur. Diğer taraftan su doğası gereği, kendi yasasına, göre davranmaktadır. Hidrolojik döngü gereği suyun çevrimsel hareketi, suyun sağlanmasındaki ve suyun zararlarını bertaraf etmedeki güvenilirliği tehdit ettiğinden, öncelikle suyun kendi yapısından kaynaklanan belirsizlikler hukuksal düzenlemelerin temelini oluşturmaktadır. Geliştirilecek hukuksal düzenlemeler, su ve çevreyi bir bütün olarak ele alan, uzun dönem ihtiyaçlarına cevap verebilecek, sürdürülebilir bir kalkınmayı hedefleyen ve talep odaklı bir yönetime imkan sağlayacak bir politika çerçevesinde olmalıdır.

2 OSMANLI DÖNEMİ SU POLİTİKALARI ve SU HUKUKU

Osmanlı yönetimi, İslami esaslara dayandığından, su yönetiminde de İslam dolayısıyla kitap, sünnet, icma, kıyas dizisi ağırlığını hissettirmiştir. İslamın temel kaynağı olan Kuran-ı Kerim' de su konusuna özel önem verilmiştir. Enbiya suresi 5. Ayetinde "Canlı olan her şeyi sudan yarattık"; Nahl suresinin 65. Ayetinde "Allah gökten su indirdi de onunla yeri ölümden sonra diriltti"; Fissulet suresi 39.

Ayetinde "Senin yeryüzünü (kuraklıktan) boynu bükük huşu halinde görmen de O'nun ayetlerindendir. Biz ona suyu indiriverdiğimizde hareketlenir ve kabarır"; İbrahim suresi 32. ayet "yukarıdan su indirip onunla size rızık olarak çeşitli ürünler çıkardı; emri gereği denizde seyretmesi için gemileri hizmetinize sundu, nehirleri de size amade kıldı" Rad suresi 17. Ayetinde "O, gökten su indirdi de vâdiler kendi hacimlerinde sel olup aktı " [10] vb. birçok ayette suyun fayda ve zararlarına değinilmesi bu önemi pekiştirmiştir.

Suyun ilahi bir nimet olması nedeniyle, su politikaları da bu yönde eğilim göstermiştir. Su üzerinde özel bir mülkiyetin söz konusu olmaması ve kişilerin ancak kullanma hakkına sahip olabilmesi nedeniyle, suyun idaresi de devlet tarafından yürütülmüştür. Eskiden gelen kullanımlara saygılı olunmuştur. Bu hak kullanım düzeyinde kalmakla birlikte, devlet izni ile verilmiş ve fetvalarla devredilmiştir.

Osmanlının batılı anlamda düzenlediği ilk kanun 1856'daki Islahat Fermanı'yla ortaya çıkmıştır. İslam hukuku, örf ve adetlerin bir nizama konulmasıyla oluşturulan bu kanun "Mecelle" adıyla da bilinmektedir. Mecelle, yeraltı ve yerüstü sularını kamu malı saymakla beraber, su mülkiyetini de benimsemiştir. Doğal kaynaklardan fırsat eşitliğince yararlanmayı emek ve çalışma esasına göre düzenlemiştir [14]. Mecelle 1879 ile 1926 arasında yürürlükte kalmıştır.

Tarımla dolayısıyla sulamayla ilgili bazı hizmetleri yürütmek üzere kurulan ilk teşkilat 1838 yılında Mustafa Reşit Paşa'nın Dışişleri Bakanlığı zamanında bu Bakanlığa bağlı olarak çalışan "Ziraat ve Sanayi Meclisi" dir. Bu meclise sonradan "Meclisi Umuru Nafia" adı verilmiş 13.5.1839 tarihinde kurulan Ticaret Nezareti'ne (Ticaret Bakanlığına) bağlanmıştır [35]. Islahat fermanının okunmasını takip eden yıllar dahilinde, Osmanlı Devleti'nin yönetim biçiminin Avrupa devletlerinin yönetim biçimlerine benzetilmesi amacıyla, Nezaretler (Bakanlıklar) yeniden yapılandırılmıştır. Su ve tarım hizmetleri, Ziraat Nezareti, Ticaret ve Nafia Nezareti (Bayındırlık Bakanlığı), Orman ve Maadin (maden) ve Ziraat Nezareti gibi değişik adlar altında yürütülmüştür [35 ve 29]. Su kaynaklarının sistemli bir şekilde ele alınması, 1914 de Nafia Nezaretinin yeniden düzenlenmesiyle oluşturulan, başlıca sulama, kurutma, taşkın koruma, nehir ulaşımı su sağlanması ve dağıtım görevleri verilen "Umuru Nafia Müdüriyeti Umumiyesi" yle başladığı kabul edilmektedir [12]. 1915 de Birinci dünya

savaşının patlak vermesi nedeniyle su işlerinde istenilen gelişme sağlanamamıştır.

Halkın su ihtiyacı, kaynaklardan elde edilen suların derlenip çeşme, kışla ve saraylara verilmesiyle sağlanmış (Vakıf suları), bunun yanında, yetersiz kalan su ihtiyacının karşılanması ve modern binalara su sağlamak amacıyla 1868 yılında Sultan Abdülaziz tarafından, Islahat Fermanı'nın da etkisiyle, Fransızlara imtiyazlar verilerek Dersaadet şirketi (Terkos şirketi) kurulmuştur [33, 23 ve 3]. Bu şirket 1883'te Terkos gölü yanında terfi merkezi ve 1888'te göl seviyesini yükseltecek bir bağlama yaparak, Üsküdar-Kadıköy su şirketi ise 1893 de Elmalı deresi üzerine Elmalı-1 barajını inşa edip, şehre su sağlama işlemini yerine getirerek, içme suyu ihtiyacının çözümünde, cumhuriyetin ilk yıllarına kadar rol oynayacak su şirketlerine öncülük etmişlerdir [21 ve 23].

Meteorolojik gözlemlerin ise yabancı okul ve yabancı şirketler tarafından 1850'li yıllarda yapılmaya çalışıldığı bilinmektedir. 1867 yılında ise günümüze kadar ayakta kalan tek rasathane olan Rasathane-i Amire adı ile göreve başlayan kandilli rasathanesi kurulmuştur [28 ve 24]. İklim istasyonu olarak uzun süre tek yetkili makam olan bu rasathane, 12 Nisan 1909 (31 Mart) ihtilalinde tüm aletleri ile beraber tahrip edilmiştir. 1911'den itibaren sürekli ve sistematik meteoroloji faktörlerinin ölçüm ve kaydına yeniden başlanmıştır [24]. Bununla birlikte, 1915 yılında Almanlar bir meteoroloji istasyonu kurmuş ve ayrıca kimi projelerde de rasat yapmaya başlamıştır. Ancak, I. Dünya savaşı ve ekonomik nedenlerden dolayı bu çalışmalar dağınık yapılan gözlemlerden ve gelişigüzellikten ileri gidememiştir [28]

3 CUMHURİYET DÖNEMİ SU POLİTİKALARI ve SU HUKUKU

23 Nisan 1920'de Ankara'da Türkiye Büyük Millet Meclisi ve Hükümetinin ilanını takiben, 2 Mayıs 1920 tarih ve 3 sayılı "Türkiye Büyük Millet Meclisi ve İcra Vekillerinin Sureti İntihabına Dair Kanun" çıkarılmıştır. Bu kanunla biri de Nafia Vekaleti olan 11 Bakanlık oluşturulmuştur. 1925 yılında "Su idarelerinin taksimat teşkilat ve vezaifi hakkında talimat" la Nafia Müdüriyeti Umumiyesine bağlı Sular Fen Heyeti Müdürlüğü kurulmuş ve Türkiye 12 daireye bölünmüştür [14 ve 12]. Bu tarih Cumhuriyet dönemi için su işlerinin başlangıç noktası olarak kabul edilmektedir. Birinci Su İşleri Dairesi Bursa'da kurulmuş, ancak ödenek eksikliği nedeniyle, istenilen verim elde

edilememiş, 1929 a kadar ise ancak 7 tanesi faaliyete geçebilmiştir [12].

17 Şubat 1926 tarihinde Medeni Kanun'un kabulüyle birlikte, su hukukunda da yeni bir dönem başlamıştır. Türk Medeni Kanunu kantonlardan oluşan İsviçre'nin Medeni Kanundan uyarlanmıştır. Bu kanunda, "Federal Kanunun kantonların yetkilerini tahdit ve takyid etmediği" hükmünün yer alması nedeniyle, kanunda sürekli olarak "Kantonlarca özel hükümler vazolunur (çıkarılır)" diye atıflara yer verilmiştir [15]. Türk medeni kanunda da bu doğrultuda, "sahipsiz şeyler ve menfaati umuma ait olan mallar, devletin hükmü ve tasarrufu altındadır, akarsular ve menfaati umuma ait malların işletilmesi ve kullanılması hakkında ahkamı mahsusa başvurulur" denerek bu konunun kamu hukuku açısından ayrıca incelenmesi gerekliliğini açıklamıştır [25 ve 15]. Medeni kanun suları, umuma ait sular ve özel hukuk veya mülkiyet konusu sular olmak üzer iki grupta incelemiştir. Umuma ait sular; üzerinde mülkiyet olmayan sular olarak tanımlanmış, kullanım esasları kamu hukuku açısından düzenlenecek sular olarak kabul edilmiştir. Ancak, umuma ait sulara, özel hukuk konusu olan tarım alanları ile zorunlu olarak ilişkide bulunacağından, tapu sicilinin yanında su sicilinin de tutulması gerekliliğini doğurmaktadır [15]. Özel hukuk konusu sular; medeni kanunun 674. maddesi gereği arazinin sabit bir parçası kabul edilmiş, mülkiyet, itifak ve intifa hakları medeni kanunda düzenlenmiş ve tapu sicil kayıtlarına tabi tutulmuştur. Medeni Kanun başlangıçta umumi sular olarak, yerüstü sularını saymış, yeraltısularını ise özel mülkiyet ve özel hukuk konusu olan sular sınıfında değerlendirmiş, daha sonra 138 sayılı yasa ve medeni kanunun 679. maddesinde değişiklikle yeraltısuları da umumi su statüsünde değerlendirmeye başlamıştır [15 ve 13]. Mecelleden sonra, su uyuşmazlığı ile bir madde çıkarılmadığından, medeni kanunun 5. ve 6. hükümleri gereği "Bir şeyin bulunduğu hal üzere kalması esastır" ve "Kadim kıdemi üzere terk olunur" örf, adet ve teamüllere başvurma zorunluluğu baş göstermiştir. Dolayısıyla su ihtilafları "Kadim su hakkı" kavramıyla çözülmeye çalışılmış ve su ihtilafları adli yargı yoluyla çözülme eğilimine gidilmiştir [25 ve 15].

1926 yılında 831 sayılı "Sular Hakkında Kanun" adlı bir kanun çıkarılmış bu kanun birinci maddesinde "Şehir kasaba ve köylerde ihtiyacı ammeyi temine mahsus suların tedarik ve idaresi belediye teşkilatı olan mahallerde belediyelere, olmayan yerlerde Köy Kanunu mucibince ihtiyar meclislerine aittir", beşinci maddesinde "İş bu kanun tarihi neşrinden

itibaren azami beş sene zarfında belediye teşkilatı bulunan mahaller belediyeleri tarafından hali hazırda bulunan mevcut su tesisatının miktar, esvaf ve sair havvas itibariyle o mahalin nüfusuna ve şeraiti hususiyesine göre hıfzısıhha kavaidine muvafık bir surette ıslah, tadil veya yeniden inşası için proje tertip ve tetkik ve tasdik zımında Sıhhiye ve Muaveneti İçtimaiye Vekaletine irsal olunur. Bu projelerin nihayet iki ay zarfında vekaletçe tasdiki meşruttur. Projelerin tasdikinden itibaren mürur edecek iki sene zarfında inşaat ve tesisata başlanması mecburidir...” denerek; kentsel su ihtiyacını karşılama sorumluluğunu belediyelere yüklemiş ve 5 sene zarfında, mevcut su tesisatının durumunun araştırılması ve yeni projelerin hazırlanması, bunu takip eden 2 yıl süresinde ise projelerin uygulanması zorunluluğunu getirmiş, böylece su yatırımlarına özel bir önem verilmiştir [38 ve 13]. 1926-1928 yılları arası kuraklık baş göstermesi, sıtma salgını ve 1927 yılındaki Teşviki Sanayi kanununda etkileriyle, üç beyaz; un, şeker, pamuk ve üç siyahın; kömür, demir, akaryakıt öncelik verilmesi doğrultusunda su kaynakları planlaması da önem kazanmış. 1929 yılında, 12 yılda harcanmak üzere yaklaşık 120 milyon \$ ödenek ayrılmıştır. [12]. Bu ödenekle, Çubuk I barajı, Ankara ovası sulaması, bursa sulaması, Nazilli ovası ana kanal açılması, Cellat gölünün kurutulması, Tarsus (Aynaz) bataklığının kurutulması işleri yürütülmüş, 15 köy öğretmeni gözlemler için görevlendirilerek ölçüm defterleri tutulmaya başlanmıştır. Ancak, dünya krizi nedeniyle bu ödeneğin çok az bir kısmı kullanılabilmektedir [12]. 1932 yılında akarsularda kapsamlı bir etüt çalışması başlatılmış, kapsamlı bir envanter çalışmasına gidilmiştir. Cumhuriyetin ilk Barajı olan Çubuk barajı ise 1936 yılında tamamlanmıştır [14 ve 3].

Büyük şehirlere içme suyu sağlayan su şirketleri hakların azamisini alıp sorumluluklarını yerine getirmemeye başlaması üzerine 1932 yılında Terkos su şirketi, 1937 yılında Üsküdar ve Kadıköy su şirketleri satın alınarak İstanbul sular idaresine (dolayısıyla belediyelere), İzmir su şirketi 1944'te satın alınarak İzmir sular idaresine devredilmiş, Ankara'da da Ankara Sular İdaresi oluşturulmuştur. Bu üç kurumda, özel hukuk hükümlerine tabi, tüzel kişiliğe haiz kurumlar olarak benzer yapı ve statüye kavuşturulmuştur [33, 3 ve 38]. Böylece, Osmanlı'nın son elli yılı ile Cumhuriyet döneminin ilk on yılını kapsayan imtiyazlar dönemine son verilerek, 1930'lu yıllardan 1980'li yıllara kadar sürecek olan bir kamusal örgütlenme dönemini başlatmıştır. 1933 yılında

içme suyu, kanalizasyon ve kullanma suyu temininde belediyelere yardım amacıyla belediyeler bankası kurulmuştur. Bu kuruluş, daha sonra adını 1945 de İller bankası olarak değiştirmiş [12] ve 1960'larda, Tortum, İkizdere, Kovada I, Sızır vb. tesisler yapmıştır [14].

Özel teşebbüsün, sanayi yatırımlarında başarısız olması nedeniyle, 1931 yılında benimsenen Devletçilik ilkesi gereği, 1934 yılında, Cumhuriyetin sanayinin ilk planlı kuruluş evresi olan 1. Beş Yıllık Sanayi Planı uygulamaya konulmuştur [12]. Bu çerçevede, enerji üretimine yönelik su kaynakları planlaması ve sistematik akım ölçümleri için 1935 yılında 24.06.1935 tarihinde 2819 nolu kanun ile Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİE) kurulmuştur. İdare ilk olarak Keban Projesi ile etütlere başlamış, Fırat Nehri üzerinde gözlem istasyonları kurmuştur [16, 17 ve 18].

1937 yılında Sular Umum Müdürlüğü adını, personel ücret politikası nedeniyle, Su İşleri Reisliği olarak değiştirmiştir [12]. İlk sulama şebekeleri bu tarihten sonra, 1939 yılında Adana Seyhan Regülatörü ve 1941 yılında Salihli Adala Regülatör ile ortaya çıkmaya başlamıştır. 1943 yılında 4373 sayılı “Taşkın Koruma Yasası [15, 13 ve 31]” ile birlikte taşkın alanlarının Nafia Vekaletince, icra vekilleri heyetinin kararı ile belirleneceği belirtilmiş, taşkın durumunda meydana gelebilecek hak ve taşkın sonrası görev ve sorumlulukları belirten bir takım düzenlemeler getirilmiştir. Bu kanunun üçüncü maddesinde “Nafia Vekaletince tespit ve ilan edilmiş olan sınırlar içinde tesisat, inşaat veya tadilat yapmak, fidan veya ağaç dikmek yasaktır. Müsaade verilmesi, Su İşleri Müdürlüğünün bulunmayan yerlerde Nafia Müdürünün fenni mahzur olmadığı hakkında rapor vermiş olmasına bağlıdır” diyerek, Su İşleri Umum Müdürlüğüne sorumluluk yüklemiştir [15 ve 13]. 1945 sonrası Marşal yardımıyla su kaynakları geliştirme çabaları önem kazanmış, Seyhan ve Sakarya nehri üzerinde etütlere başlanmıştır.

Cumhuriyeti takip eden yıllarda, meteorolojik gözlemlerin önemli bir kısmını, resmi yazışmalarda bir süre “Rasathane-i Amire” adını kullanan harf devrimini takip eden yıllarda “Maarif Vekaleti Hey'et ve Fiziki Arzi İstanbul Rasathanesi” adını kullanan kandilli rasathanesi yapmıştır [28 ve 24]. Başlangıçta yalnızca iklim istasyonu olarak çalışan bu kuruluş sonraları, bir astronomi rasathanesi olma çabalarına girmiştir. Bunun yanında Tarım, Milli Savunma ve Bayındırlık Bakanlıkları kendi meteorolojik gözlem

istasyonlarını kurmuşlardır. 1937 yılından sonra 3127 sayılı kanunla Başbakanlığa bağlı Devlet meteoroloji umum müdürlüğü kurulmuştur [28].

1950'li yıllarda çok amaçlı projeler yapılması gündeme gelmiştir, Etibank ve EİE'nin katkılarıyla Sakarya Nehri üzerinde Sarıyer Barajının (enerji amaçlı), yapımına başlanmıştır. Aynı yıl 5516 sayılı "Bataklıkların Kurutulması ve Bundan Elde Edilecek Topraklar Hakkında Kanun (Sıtma kanunu)" un yürürlüğe girmesiyle [12 ve 13], bataklık kurutulma projelerinde karar merci Bayındırlık Bakanlığı olarak belirlenmiş ve su hukukundaki bir boşluk doldurularak, bataklıkların kurutulması teşvik edilmiştir. 4373 sayılı "Taşkın Koruma Yasası" ve 5516 sayılı "Bataklıkların Kurutulması ve Bundan Elde Edilecek Topraklar Hakkında Kanun" larla birlikte çok amaçlı projelerin gündeme gelmesi, 1953 yılında yürürlüğe giren 6200 sayılı "Devlet Su İşleri Umum Müdürlüğü Teşkilat ve Vazifeleri Hakkında Kanun" u öncülük etmiştir. Bu kanunun birinci maddesinde "Yerüstü ve yeraltısularının zararlarını önlemek ve bunlardan çeşitli yünden faydalanmak maksadıyla Bayındırlık Vekaletine bağlı hükmi şahsiyeti haiz mülhak bütçeli Devlet Su İşleri Umum Müdürlüğü kurulmuştur" denmiş [13], bu kuruluşun görevleri ise 2. maddede taşkın denetimi, sulama, kurutma, akarsu ıslahı vb. içerecek şekilde belirtilmiştir. Aynı maddenin g fıkrasında "şehir ve kasabaların içme su ve kanalizasyon projelerini tetkik, tasdik ve murakabe etmek" hükmü yer almıştır [22] Böylece, su kaynaklarının değerlendirilmesinde DSİ yi egemen kılan yeni bir dönem başlamıştır.

DSİ, 1950 yılında ilk 5 yıllık kalkınma planını hazırlamış [11 ve 12], bu doğrultuda yapılanmaya ve çok amaçlı su tesislerinin yapımına hız vermiştir. 6200 sayılı yasanın 2. maddesinin d ve i fıkraları nedeniyle "sudan faydalanılırken bir yandan da sudan enerji üretmek için EİE ile iş birliği yapar" EİE ile işbirliğine girmiştir [16 ve 13] Gündeme gelen havza planlaması esasları ışığında, Türkiye 26 havzaya ayrılmış ve 1953 yılında Seyhan Barajı (sulama, taşkın kontrolü ve enerji amaçlı) yapımına başlanmıştır. 1950 yılında DSİ tarafından hazırlanan kalkınma planı 1960'larda, ülkenin doğal, beşeri ve iktisadi her türlü kaynak ve imkanlarını tespitini, sosyal ve kültürel planlama anlayışıyla bir bütünlük içerisinde planlamak amacıyla Devlet Planlama Teşkilatının kurulmasına öncülük etmiştir [11 ve 12]. Bu yıllarda ayrıca yerli kaynak ve işgücü kullanma fikri olgunlaşmış, neredeyse tamamı yerli işgücüyle, Almus (1958-1966), Kesik köprü (1959-1966), barajı inşa edilmiştir.

İlk Erozyon çalışmaları Tokat İlinin taşkınlarından korunması amacıyla 1955 yılında Tarım Bakanlığına bağlı Orman Umum Müdürlüğü tarafından başlatılmıştır [29 ve 30]. Böylece "Toprak Muhafaza ve Mera Islahı Çalışmalarına Ait Talimatname" nin 1957 yılında çıkartılmasıyla erozyon çalışmaları disiplin altına alınmaya başlanmıştır [2] 6200 sayılı DSİ kuruluş kanunu gereği, DSİ'nin erozyonu önlemek için akarsularda ıslahat yapmak, taşkınları zararlarını önlemek için koruyucu tesisler yapmak gibi görevleri olsa da, bu, taşkın koruma barajları, havza bazında düzenlemeler vb. ile sınırlı kalmıştır [15].

16 Aralık 1960 tarihinde 167 sayılı "Yeraltısuları Hakkında Kanun" yürürlüğe girmiştir [20, 22 ve 13]. Bu kanunun 1. maddesinde "Yeraltısuları umumi sular meyanında olup devletin hüküm ve tasarrufu altındadır" denerek, yeraltısuları özel hukuk ve mülkiye konusu olmaktan çıkarılarak, ilgili yasal boşluk giderilmiştir [25 ve 15]. Medeni kanun 641. maddesindeki "Umuma ait suların işletilmesi ve kullanılması hakkında Ahkamı Mahsusa başvurulur" ifadesi yeraltısuları için çıkarılan kanunla dayanak bulmuştur [15].

1961 yılında Diyarbakır da Fırat Planlama Amirliği kurularak, bölgesel bir planlamaya geçişte öncelik etmiştir. Bu Amirlik 1964 yılında Fırat havzasının sulama ve enerji potansiyelini belirleyen "Fırat Havzası İnkişaf Raporunu", 1966 yılında "Aşağı Fırat İnkişaf Raporunu" hazırlamış, benzer çalışmalar Dicle nehri içinde devam ettirilmiştir. 1966 yılında Keban Barajı inşaatına başlanmıştır [16 ve 18].

1963 yılında 4951 sayılı yasa ile Köy İşleri ve Kooperatifler Bakanlığı kurulmuş, 1965 yılında. Yol Su Elektrik (YSE) ve Toprak Su Genel Müdürlükleri bu Bakanlığa bağlanmıştır [26, 37 ve 27]. Bu kuruluşların yapısı, adı ve bağlı olduğu bakanlıklar zaman içinde değişmiş olsa da, kırsal kesimin yani köylerin kalkınmasında önemli rol oynamışlardır [12].

1968 yılında "Ankara, İstanbul ve Nüfusu Yüzbinden Yukarı Olan Şehirlerde İçme, Kullanma ve Endüstri Suyu Temini Hakkında Kanun" çıkarılmıştır [13]. Bu kanun 6200 sayılı kanununu tamamlayıcı nitelikte olup, söz konusu şehirlerin suyunun teminine DSİ yi etkili kılmış, ikinci maddesinde de "Su kaynağını teşkil eden barajlar, isale hatları ve tasfiye işleri Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nce, depo ve tevzi şebekeleri belediyelerce yapılır." belirtildiği üzere depo ve dağıtım işlerinin belediyelerce yapılmasını öngörmüştür [15]. Ayrıca, belediyelerin yapım masraflarını 30 yıl

içerisinde DSİ'ye ödemesini gerektiğini belirterek, büyük şehirlerin su ihtiyaçlarının karşıladığı bir takım çok amaçlı barajlar için (Ankara'da; Çubuk İl (1961-1964), Bayındır(1962-1965), Kurtboğazı (1963-1967), İstanbul'da; Alibey (1975,1983), Ömerli (1968-1972) vb.) belediyelerce DSİ ye ödenmesi gerekli miktarlar aynı yasada belirtilmiş, barajların işletmesinin DSİ de kalması, isale ve tasfiye tesisleri ise belediyelere devredilmesi öngörülmüştür. Bu yasayla büyük şehirlerin, geçmişten süregelen su sıkıntısı bir nebze aşılmaya çalışılmıştır. Aynı yıl DSİ tarafından su itilaflarını aşmak için bir yasa tasarısı hazırlanmıştır. Ancak uygulamaya geçirilememiştir [23, 15 ve 13].

1969 yılında 1595 sayılı Orman Bakanlığı kurulmuş, aynı yıl Ağaçlandırma ve Erozyon Genel Müdürlüğü faaliyete geçerek, erozyonla mücadele işlerine yönelinmiştir [1, 2 ve 34]. 1970'li yıllarda ise çok amaçlı projeler ağırlığını hissettirmiş, kısıtlı olan su kaynaklarının etkin şekilde kullanımı ve optimizasyon yaklaşımı geçerlilik kazanmaya başlamıştır [19].

1977 yılında Güneydoğu Anadolu projesi, adı belirterek, bir Entegre havza yönetim örneği doğmaya başlamış, aynı yıl Urfa Tüneli açılmaya başlanmıştır [18].

1974 tarihinde adını "Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı" olarak değiştiren Tarım Bakanlığı 1981 de Orman Bakanlığıyla birleşerek "Tarım ve Orman Bakanlığı" adını almıştır. 1983 yılında Köyleri ve Kooperatifler Bakanlığı da bu birleşmeye dahil edilmiştir ve "Tarım Orman ve Köyleri Bakanlığı" adını almıştır [35 ve 29].

70'li yıllarda daha çok hidrolojik çalışmalara ağırlık verilmiş, hatta bu dönem Hidroloji On Yılı olarak nitelendirilmiştir. Türkiye'de de Üniversiteler, DSİ ve EİE gibi hidrolojiyle ilgilenen kurumlar ortak bir "Türkiye Hidroloji Komisyonu" oluşturmuşlardır [19].

1970'lerin sonları ve 1980'lerin başlarını içeren yıllarda, su kaynaklarının önemli ölçüde etkilendiği küresel çevre kirlilikleri baş göstermiş ve su kaynaklarını daha da sınırlı hale getirmeye başlamıştır. Kentleşme, sanayileşme ve nüfus artışına bağlı olarak su kullanımında artış, gelişen tarımsal faaliyetlerle birlikte kimyasalların kullanılması, evsel ve endüstriyel atıkların artması ve çeşitlenmesi bu kirlenmede önemli etkenler olmuşlardır. Böylece, suyun miktarının yanında niteliğinin de önemi gündeme gelmeye başlamıştır.

Bu yıllarda başlayan küreselleşme, suların kamu tekelinde zararlı ve israfçı bir şekilde yönetilme anlayışını değiştirmeye başlamış, hizmetlerin mühendislik boyutu yanında siyaset ve yönetim boyutunu da gündeme getirmiştir. Su hizmetlerinin piyasa mekanizmaları tarafından yönetilme eğilimi baş göstermiştir. Bu durum, büyükşehirlerde göçün artması ve kentsel altyapının hazır olmaması, artan talep, azalan ve kirlenen kaynaklarla birlikte kentsel su ihtiyaçlarının karşılanmasında, 1980'li yıllarda başlayacak bir ticari dönemi gündeme getirmiştir [38 ve 21]. İl merkezi tanımının sınırlı oluşu, kanalizasyon işlerinin su temini işlerinden ayrı olarak yürütülmesi, sular idaresinin; belediyeye bağlı bir kuruluş olması, mali özerkliğe sahip olmaması, gelirlerinin belediyelere aktarılabilmesi, doğrudan borçlanma yetkisinin olmayışı, tarife belirleme yetkisinin mülki amir onayına bağlı olması, kar amacının olmaması, işi bizzat yerine getirme zorunluluğunun olması, su kaynakları konusunda şehrin dışına çıkma gereksinmesi vb. nedenlerinden dolayı, sular idaresi tipi yönetim geçerliliğini yitirmeye başlamış ve dünya bankası kredisinin de etkisiyle İSKİ tipi kurumlaşma gündeme gelmiştir [23, 21 ve 38]. 1981 yılında 2560 sayılı "İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun" yeni bir dönemi başlatan İSKİ kanunun 1. maddesinde "İstanbul Büyükşehir Belediyesinin su ve kanalizasyon hizmetlerini yürütmek ve bu amaçla gereken her türlü tesisi kurmak, kurulu olanları devralmak ve bir elden işletmek üzere İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi kurulmuştur" denilmiştir [23 ve 13]. Bu model 1986 yılında tüm büyükşehir belediyeleri için geçerli kılınmıştır. Böylelikle, 1980'lere kadar devam eden İller Bankası odaklı model değişerek, sektörün doğrudan belediyeler bırakıldığı dış kredi imkanlarına yönelimler başlamıştır [38]

18.10.1982 tarihinde kabul edilen Anayasanın, 168. maddesi "Tabii Servetler ve Kaynaklar Devletin Hüküm ve Tasarrufu altındadır. Bunların aranması ve işletilmesi hakkı devlete aittir. Devlet bu hakkını geçici bir süre için gerçek ve tüzel kişilere devredebilir. Devletin gerçek ve tüzel kişilerle ortak olarak veya doğrudan gerçek ve tüzel kişiler eliyle yapması kanunun açık iznine bağlıdır." gereği su kaynaklarının kamu hukuku açısından düzenlenmesi zorunlu hale dönüşmüştür [6 ve 7].

Dünyada baş gösteren hızlı nüfus artışı, kentleşme, açlık, kıtlık, çöp krizi, endüstriyel gelişmeler su ve hava kirliliği, ozon tabakasında delinme, zehirli kimyasallar ve tarımsal atıkların dünyada bir çevre krizine yol açmasıyla, çevrenin hava, su, toprak gibi doğal kaynaklar açısından bir bütün olarak değerlendirilmesi gerekliliği doğmuştur. 09.08.1983 tarihinde 2872 sayılı Çevre Kanunu çıkarılarak, çevre korumasının bu bütünlük (Entegre yaklaşım) içinde yapılması, “ekolojik dengenin korunması, havada, suda, toprakta kirlilik ve bozulmaların önlenmesi ve çevrenin iyileştirilmesi için yapılan çalışmaların bütünüdür.” maddesiyle yasal açıdan vurgulanmıştır. Yasanın amacını “... bütün vatandaşların ortak varlığı olan çevrenin korunması, iyileştirilmesi, kırsal ve kentsel alanda arazinin ve doğal kaynakların en uygun şekilde kullanılması ve korunması; su, toprak ve hava kirlenmesinin önlenmesi; ülkenin bitki ve hayvan varlığı ile doğal ve tarihsel zenginliklerinin korunarak, yapılacak düzenlemeleri ve alınacak önlemlerin hukuki ve teknik esaslara göre düzenlenmesi [6 ve 8].” olarak özetlenmiştir. Çevre krizine paralel olarak 12.8.1978 de 16376 sayılı resmi gazetede yayınlanan, “Başbakanlık çevre örgütlenme biçimi ve görevlerine ilişkin karar” uyarınca kurulan Çevre Müsteşarlığı, 8.6.1984 tarih ve 222 sayılı kanun hükmünde kararname ile Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü haline dönüştürülmüştür. Gelişen bu çevre duyarlılığı bu on yılın “Çevre On Yılı” olarak nitelendirilmesine neden olmuştur [19, 4 ve 8].

1980’li yılların ortasında, devletin küçültülmesi, gereksiz israftan kaçınılması gibi bir takım politikalarla bazı bakanlıklar birleştirilmiş, bazı kuruluşlar lağvedilmiştir. Bu düzenlemeler çerçevesinde 8/6/1984 tarih ve 228 sayılı Kanun hükmünde kararname ile sonrada 8/1/1986 tarih 3254 sayılı kanun ile “Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun” DMİ yeniden düzenlenmiş, kuruluş amacı ise 1. maddesinde belirtildiği gibi “meteoroloji istasyonları açmak ve çalıştırmak, hizmetlerin gerektirdiği rasatları yapmak ve değerlendirmek ve çeşitli sektörler için hava tahminleri yapmak ve meteorolojik bilgi desteği sağlamak için Başbakanlığa bağlı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünün kurulmasına, teşkilat ve görevlerine dair esasları düzenlemek” dir [28 ve 13]. Bunun yanında, Topraksu, Yol Su Elektrik (YSE) ve Toprak İskan Genel Müdürlükleri’nin 1984 de 3202 sayılı Yasa ile lağv edilerek Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (KHGM) oluşturulmuştur [26, 37 ve 27]. Bu yıllarda, küreselleşme ve özelleştirme politikalarının ışığında, su yönetimi kavramı içerisine; sulama

suyunun bir şebekedeki dağıtımını sağlayacak yapı ve yöntemler, işletme, bakım onarım ve iyileştirme, bunları üstlenecek organizasyonlar vb. tanımlar da dahil olmuştur. Hale hazırda, kırsal kesimlere ilgili yasalar gereği su sağlayan KHGM, yapımını tamamladığı tesislerin, köy tüzel kişiliklerine veya kooperatiflere, birden fazla köy veya köyle birlikte belediye söz konusu ise bunların kuracakları birliklere ve tesislerin bakım ve işletmesini üstlenen köy ihtiyar heyeti ya da birliklerine devri sırasında maddi bir külfet yüklemekten, DSİ 1993’lere kadar işletilmesi zor, ekonomik olmayan küçük göletler vb durumlarda sınırlı sayıda devir yapmış ve de yatırım masrafını talep edebilmiştir [38 ve 15]. Ancak, 1986 yılında dünya bankasının “Drenaj ve tarla içi geliştirme” projesiyle DSİ ve KHGM tesislerinin çiftçilere daha fazla işletme ve bakım sorumluluğu verme doğrultusunda, devredilmesi hususunu vurgulaması, devir sürecini tetiklemiş, uygulanan politikalar doğrultusunda sulama birliği sayısı kısa sürede 100 ü aşmıştır [38]. Ayrıca enerji yatırımlarında da özel kesim yatırım faaliyetlerini geliştirmek için Yap-İşlet-Devret ve Yap-İşlet gibi yeni modeller uygulamaya konmuş, kamu projeleri ikinci plana çekilmeye başlanmıştır [38 ve 11].

KHGM kuruluş yasası çıktıktan sonra, kapsamlı çalışmalarda ve özellikle yeraltı suları konusunda DSİ’nin sorumluluğu devam etmekle birlikte, köy içme sularının temini konusunda asıl sorumluluk KHGM ne verilmiştir. Ancak 3202 sayılı “Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğünün Teşkilât ve Görevleri Hakkında Kanun.” ve 2560 sayılı “İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun” la birlikte 167 sayılı “Yeraltı suları Hakkında Kanun” un düzenleme sahasına girilmiş ve yeraltı suyu rezervlerinin korunması hakkında ikilemlere girilmiştir [23, 27 ve 15]. Yerüstü sularıyla ilgili kadim hak iddiası ile açılan davalar önceden beri adli yargıda çözülmeye çalışılmış, ancak, idari yargının, umuma ait sularda kamu hukuku kuralları geçerli olması gerekliliği doğrultusunda ki içtihatları, idari eylemden doğan zarar tazmini için açılan davaların idari yargıya yürütülmesi, 1982 anayasasının da etkileriyle, Uyuşmazlık Mahkemeleri ve Yargıtay kararları ile açıklık kazanmıştır [15]. Buna rağmen, bu konudaki, medeni kanunda belirtilen “Ahkâmı mahsusa”nın çıkarılmamasından kaynaklanan hukuksal boşluklar devam etmiştir. Birlik kurma konusunda temel bir düzenleme yapılmamış, ancak Anayasaya göre yerel yönetimler kendi aralarında, Bakanlar Kurulu’nun izni ile su hizmetlerinin yerine getirdikleri bir örgütlenme modeli olarak hizmet vermişlerdir [38]. Yasal

temelleri ise 1926 tarihli Sular Hakkında Kanun (Ek 4. Madde), Köy İçmesuları Hakkında Kanun, İl İdaresi Kanun (5442/56) ve 1580 sayılı Belediye Kanununa (1580/133-148) dayandırılmıştır [13, 15, 22 ve 25].

1985 yılı 3161 sayılı kanun ile "Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Teşkilat ve Görevleri Kanun" yürürlüğe girmiştir. Ancak 1991 de politik sebeplerle Orman Bakanlığı ve Tarım ve Köyişleri Bakanlığı ikinci kez ayrılmış [27, 29 ve 35].

Entegre yaklaşımın da etkileriyle, 1986 yılında Güneydoğu Anadolu Projesi bölgesel planlama çerçevesinde ele alınması düşünülmüş, bölge faaliyetlerinin planlaması ve koordinasyonu Devlet Planlama Teşkilatına (DPT) verilmiştir. Fırat ve Dicle sularını değerlendirilmesiyle, 13 büyük proje oluşturulmuştur. Başlangıçta, su ve toprak kaynaklarının değerlendirilmesine yönelik olan bu proje, 1989 yılında tamamlanan GAP mastır planı ile bölgenin; tarım, enerji, alt yapı, konut, sanayi, eğitim, ulaşım vb. yönden ferahlamasını sağlayacak, çok yönlü entegre bölgesel kalkınma projesine dönüşmüştür [18 ve 36].

1990'lı yıllarda su kaynaklarının yönetiminde fiyatlandırma ve özelleştirme politikalarının zorunlu koşul olarak ortaya çıkmıştır. Dünya Bankası, Birleşmiş Milletler (BM) ve OECD su kaynakları politikalarını teknik, mali ve yönetsel temelde bir bütünlük sağlanması doğrultusunda sürdürmüştür. Dolayısıyla ülkemizde de 1989 yılında Dünya Bankası kredisi ve Turizm Bakanlığının katkılarıyla, Akdeniz ve Ege Turizm Altyapısı ve Kıyı Yönetimi (ATAK) projesiyle, içme suyu, iletim hattı, arıtma, katı atık vb. altyapı hizmetlerini yerel yönetim birlikleri içerisinde yürüten ve Marmaris ve Çeşme-Alaçatı birlikleriyle özetlenebilecek yeni bir yapı ortaya çıkarılmıştır. Böylece kentsel altyapıda birlik modelini ön plana getirilerek, yerel yönetimlerde 2. bir imtiyazlara açılma dönemini başlatılmıştır [23 ve 38].

Çevreyle ilgili gelişmelere paralel olarak birlikte 9 Ağustos 1991 tarihinde ve KHK/443 sayılı "Çevre Bakanlığı'nın Kuruluş Ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname" yürürlüğe girmiştir. Kararnamenin amacı, birinci maddesinde "Bu Kanun Hükmünde Kararnamenin amacı, çevrenin korunması ve iyileştirilmesi, kırsal ve kentsel alanda arazinin ve doğal kaynakların en uygun ve verimli şekilde kullanılması ve korunması, ülkenin doğal bitki ve hayvan varlığı ile doğal zenginliklerinin korunması, geliştirilmesi ve her türlü çevre kirliliğinin önlenmesi için Çevre

Bakanlığının kurulmasına, teşkilat ve görevlerine ilişkin esasları düzenlemektir." şeklinde belirtilmiş, ikinci maddesinin c fıkrasında ise Çevre Bakanlığının kuruluş amacını "dengeli ve sürekli kalkınma amacına uygun olarak ekonomik kararlarla ekolojik kararların bir arada düşünülmesine imkân veren rasyonel doğal kaynak kullanımını sağlamak üzere, kalkınma planları ve bölge planları temel alınarak çevre düzeni planlarını hazırlamak veya hazırlatmak, onaylamak, uygulanmasını sağlamak" olarak, entegrasyon ve sürdürülebilirlik çerçevesinde yorumlamıştır [5, 6 ve 8].

DMİ Genel Müdürlüğü 23/8/1991 tarih ve 447 sayılı KHK ile "Çevre Bakanlığına bağlanmış daha sonra bu Kuruluş 28/2/1992 tarih ve 21156 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Cumhurbaşkanlığı tezkeresi ile yeniden başbakanlığa bağlanmıştır [7, 20 ve 28,].

Çevre duyarlılığının küresel bazda artmasıyla birlikte, 1992 yılında Brezilyanın Rio de Janerio kentinde Birleşmiş Milletler Çevre Gelişme Konferansı düzenlenmiştir. Bu konferansa 108 ülke devlet başkanı düzeyinde olmak üzere 179 ülke katılmış ve geleneksel kalkınma anlayışını değiştirmeyi planlayan, Gündem 21 (sürdürülebilir kalkınmanın her aşamasını kapsayan eylem planı), Rio Deklarasyonu (devletin hak ve yükümlülüklerini belirleyen bir dizi prensip), Orman Prensipleri Raporu (tüm dünya ormanlarının sürdürülebilir yönetimini amaçlayan bir dizi prensip) isimli 3 anlaşma imzalanmıştır. Buna ek olarak hukuki bağlayıcılığı olan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çevre sözleşmesi ve Birleşmiş Milletler Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi de imzaya açılmıştır [5, 8 ve 19]. Türkiye, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çevre Sözleşmesi dışında ki sözleşmeleri imzalamıştır [8]. Bu sözleşmede ek olarak iki kategoride ülkeler sınıflandırılmış, II. kategoride, Teknoloji transferi ve maddi destek vermekle yükümlü olan OECD ve AB üyesi 24 ülkeye yer verilmiş ve bu ülkeler, insan kaynaklı sera gazı sınırlamasının yanında az gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelere maddi destek sağlamakla da yükümlü kılınmıştır. I kategoride ise ek II ülkelerinin yanında gelişmekte olan ve pazar ekonomisine geçiş yaşayan 14 ülkeye yer verilmiş. Türkiye Ek II listesine dahil edildiği için bu tarihte sözleşmeyi imzalamamıştır [5 ve 8]. Bu zirve sonrası dünya ile birlikte Türkiye'de de su politikaları, çevre bütünü, sürdürülebilir ve insan kaynaklı bir kalkınma esasına dayanacak biçimde şekillenmeye başlamıştır.

1993'ten itibaren Dünya Bankası teşvikleri, uluslararası alanlarda gelişen katılımcılık kavramlarının yanında, işletme ve bakım ve personel giderlerinin artması, özdenetimin tam olarak sağlanamaması gibi nedenlerden dolayı, sulama tesislerinin köy tüzel kişilikleri, belediyeler, sulama birlikleri kooperatifler ve üniversitelere devri görünür şekilde artmış, bir kural haline dönüşmüştür.

Artan talep ve hızlı gelişme karşısında zaman zaman yeni yasa tasarıları da gündeme gelmiş, 1994 yılında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) "Akarsulardan Ticari Amaçla Yararlanılması Hakkında Kanun Tasarısı" hazırlayarak ilgili kuruluşların görüşünü istemiştir. Bu tasarıyla suların ticari amaçla kullanım ve işletilme hakkı verilmesini ve bu hakkın devrini ve feshini kapsadığı için yerüstü sularıyla ilgili zaten mevcut olan yasal yetki ve hukuk karmaşası daha da körükleneyeceği için ilgili kuruluşların karşı çıkmaları üzerine geri çekilmiştir. Kanunun bir su yasası çerçevesi içinde tüm mevzuatları da kapsayacak şekilde düzenlenmesi gerekliliği benimsenmiştir [15].

1995 yılının Mart ayında Kopenhag da "Birleşmiş Milletler Dünya Sosyal Kalkınma Zirvesi" yapılmış, bu toplantıda ekonomik, sosyal ve çevre politikalarının bütünü içerisinde piyasa mekanizmalarını belirten, insan merkezli ve sosyal gelişmeye yönelik bir kalkınma benimsenmiştir [5 ve 8].

Gelişmeler paralele olarak, "1990'ların ilk yarısında, su kaynaklarının planlanmasında, yönetiminde, korunmasında yetersiz kalınmış, kuruluşlar arası bilgi aktarımı ve koordinasyon tam olarak sağlanamamıştır. Altyapı sistemlerinin bakım onarım ve işletmesindeki eksiklikler devam etmiş, 1980'lerde baş gösteren özelleştirme politikaları bu dönemde de etkin olarak yürütülememiş, yeterli, düzenli ve gerekli veriler uygun şekilde sağlanamamış, çevre yönetiminde ilgili kuruluşlar arasında etki ve sorumluluk paylaşımındaki yetersizlik ve bu konuda çıkarılan kanun ve mevzuatlardaki uyumsuzluk sonucu, çevre yönetiminde etkinlik sağlanamamış, kurumlarda konuyla ilgili nitelikli personel eksikliği çekilmiş, kentlerin alt yapıları artan nüfusla yetersiz kalmıştır." şeklinde "7. Beş yıllık Kalkınma Planı (1996-2000)" nda dile getirilen eksiklere ilave olarak, sulama yatırımlarının kullanıcılara geri ödenmesi, 5442 sayılı il özel idaresine dayalı tip birlik mevzuatı, DSİ ve KHGM yasaları düzenlenerek çiftçi katılımının sağlanması, üretici birliklerinin geliştirilmesi, yalnızca tarımsal faaliyetlere yönelik olarak Tarım ve Köyşleri Bakanlığının yeniden organizasyonu, ilgili kamu ve özel

kuruluşların katkılarıyla ağaçlandırma ve erozyon kontrolü, Hayvancılık ve Su ürünleri Müsteşarlığı yasasının çıkarılması, su ürünlerinin geliştirilmesi, koordinasyonu sağlamak amacıyla 6200 sayılı DSİ Umum Müdürlüğü Teşkilat ve Vazifeleri Hakkındaki Kanuna madde ilavesi, 6200 sayılı DSİ kanunu, 167 sayılı Yeraltı suları Kanunu, 2560 sayılı İSKİ kanunu, 1053 sayılı Nüfusu 100 bin Aşan Şehirlere İlişkin Su Temini Kanunu, 831 sayılı Sular Hakkında Kanun, 1593 sayılı Umumi Hıfzıssıhha Kanunu, 2872 sayılı Çevre Kanunu düzenlenerek, mevzuat dağınıklığı ve boşluklarının giderilmesi, su kaynaklarının planlanması, yönetimi ve korunmasındaki kurumsal yapının iyileştirilmesi ve kaynakların rasyonel kullanılması, DSİ'nin Yap-İşlet-Devret politikalarına öncelik verilmesi için kapsamlı bir "Su Yasası" çıkarılması, su tarifelerinin hizmet bedelini sağlayacak ve yeni yatırımlara fırsat sağlayacak bir şekle dönüştürülmesi için 1580 sayılı Belediyeler Kanununda düzenleme yapılması, nüfusu 100 bini geçen belediyelerde içme suyu ve kanalizasyon hizmetlerinde etkinliği sağlamak amacıyla 2560 sayılı İSKİ kanunu düzenleyerek su ve kanalizasyon idarelerinin kurulması, İstanbul içmesuyu havzaları ve Boğaziçi'nin korunmasıyla ilgili yasa çıkarılması, çevrenin korunması için Turizm Teşvik Kanunun revize edilmesi, sürdürülebilir kalkınma ilkesi doğrultusunda anayasada değişiklikler yapılması, gibi hususlar devletin 5 yıllık hedefleri arasına sokulmuştur [11].

Türkiye Rio'da vermiş olduğu taahhüt gereği Çevre Bakanlığı (ÇB) kontrolünde 1996 yılında "Türk Ulusal Gündem 21" ini hazırlamaya başlamıştır. Aynı yıl 1992 de imzalanan Birleşmiş Milletler Biyolojik Çeşitlilik Çevre Sözleşmesine taraf olunmuştur. 8.5.1998'de DPT müsteşarlığı ile ÇB arasında, yaşam kalitesinin iyileştirilmesi, çevre bilinç ve duyarlılığını geliştirilmesi, çevre yönetiminin iyileştirilmesi, sürdürülebilir nitelikte bir ekonomik toplumsal ve kültürel gelişme sağlanması amaçlarıyla "Ulusal Çevre Stratejisi ve Eylem Planı (UÇEP)" çalışmalarına başlamıştır [5, 8 ve 19].

23/06/1997 tarihinde Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Yönetmeliği 23028 sayılı Resmi Gazetede yayınlanarak uygulamaya sokulmuştur. Yönetmeliğin amacı 1. maddesinde "Bu Yönetmeliğin amacı; gerçek ve tüzel kişilerin gerçekleştirmeyi planladıkları yönetmelik kapsamına giren faaliyetlerinin çevre üzerinde yapabilecekleri bütün etkilerin belirlenerek değerlendirilmesi ve tespit edilen olumsuz etkilerin önlenmesi için

gerçekleştirilecek Çevresel Etki Değerlendirmesi sürecinde uyulacak idari ve teknik usul ve esasları düzenlemektir.” olarak belirtilmiştir [6 ve 8].

7. Beş yıllık kalkınma planına bağlı olarak 1997-1998 yılına ait hükümet programında bir su yasası hazırlanması için Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı dolayısıyla DSİ görevlendirilmiş, DSİ de mevzuat taraması işlemlerine başlamıştır [15]. Bu kapsamda su zengini olarak nitelendirilen Danimarka, Brezilya, suyu az olan İsrail, Güney Afrika, suyu birliklere devrederek özelleştiren İngiltere, su durumu sosyal yapı itibarıyla bize benzeyen İspanya, İtalya, su yatırımlarını büyük ölçüde tamamlamış Almanya gibi ülkelerin su yasaları ve de Avrupa topluluğu su politikası raporu incelenmiş bir rapor halinde hazırlanmıştır. Bir yandan da çevre sorunlarının çözümü için uygulanan politika ve alınan kararların AB normları ve Uluslararası Standartlara uyumlu hale getirilmesi çalışmaları sürdürülmüştür [11 ve 15].

Tarım alanların tarım dışı kullanılışı ve erozyonun artması nedenleriyle gerçekleşebilecek çölleşme olgularına karşı da 1995’li yıllardan itibaren politikalar geliştirilmeye başlanmıştır. 1998 yılında Özellikle Afrika’da Ciddi Kuraklık ve/veya Çölleşmeye Maruz Ülkelerde Çölleşme ile Mücadele için Birleşmiş Milletler Sözleşmesine taraf olunmuştur [30].

Dünya bankası 1998 yılından başlayarak “Drenaj ve tarla içi geliştirme” projesiyle başlattığı uygulamayı bir adım öteye taşımış, bu kurumla “Sulama Yönetimi ve Yatırımlarda Katılımcı Özelleştirme Projesi” için DSİ ve KHGM’nün işletmecilikten sonra planlama ve yatırım alanından da çekilmesini içeren bir kredi anlaşması imzalanmıştır [38].

1997 yılında Japonya’nın Kyoto şehrinde gerçekleşen, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çevre Sözleşmesi (UNFCCC) de alınan kararlar gereği her yıl toplanan taraflar konferansının üçüncüsünde, KYOTO protokolü olarak anılan ve iklim değişikliğine yol açan sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik olarak yükümlülük ve uygulanabilecek mekanizmaların belirtildiği bir protokol yayınlanmıştır. Bu protokolün en önemli maddesi Ek I listesine dahil olan ülkelerin sera gazı salınımlarını 2008-2012 dönemlerinde 1990 dönemindeki seviyenin % 5 altına indirmelerini öngörmesidir. Bu protokol Çevre duyarlılığı açısından kritik bir nokta olarak kabul görmektedir.

20. yüzyıldaki hızlı gelişmeler su yönetimini tek başına bir mühendislik anlayışıyla değil Çevre-İnsan bütünü içerisinde değerlendirme gereğini getirmiştir. Bu yüzyılın son çeyreğinde de bu doğrultuda politikalar izlenmeye başlanmış. Kısmen gelişmeler olmuş ancak, su yönetimi ve su yasaları istenilen düzeye getirilememiştir.

4 21. YÜZYILDA SU POLİTİKALARI

Küreselleşen dünya politikaları, 21. yüzyıl su yönetiminin sürdürülebilir, entegre olmuş talep odaklı, özel işletmeciliğe olanak sağlayan bir şekilde yürütülmesi gerekliliğini egemen kılmıştır.

Geçen yüzyılda, dünyada yaygınlaşan çevre bilinci ve bu doğrultudaki yönetim politikaları tam olarak uygulanamamıştır. Ayrıca, 7. Beş yıllık kalkınma planında belirtildiği gibi sosyal ve ekonomik gelişmelerle birlikte kişi başı günlük su ihtiyacı artmış; koordinasyon eksikliğinden dolayı kaynaklar verimli kullanılamamış; kanalizasyon uygulamalarında ve deşarjlarındaki eksiklik, yasal olmayan su tüketimi ve şebekede bakım-onarımlarındaki aksaklıklar devam etmiş; kamu yatırımları özel sektör yatırımlarına öncelik tanımak amacıyla ikinci planda bırakılmış ve özel sektörü özendirecek yasalar çıkarılamamıştır [11]. Bununla birlikte, 1984 yılı sonunda çıkarılan 3096 sayılı kanuna dayalı olarak bugüne kadar yürütülen özelleştirme politikaları ve Yap-İşlet-Devret, Yap-İşlet gibi modeller uygun bir şekilde yürütülememiş, enerji sektöründe dar boğaza girilmiş ve tarım sektörünün geliri de düşmüştür [11 ve 38]. Bu dönemde, çevreye olan duyarlılık artmış olmasına rağmen, sürdürülebilir kalkınma yaklaşımı içerisinde, doğal kaynakların yönetimini sağlayacak, ekonomik dengeleri gözeterek kalkınmaya imkan verecek, doğayı ve insan sağlığını koruyacak ve gelecek kuşaklara, sağlıklı bir ortam bırakacak yönde istenilen politikalar geliştirilememiş, ÇED sürecinde de istenilen başarı sağlanamamıştır [8 ve 11]. Üstelik su hukuku konusunda boşluklar süregelmış, hazırlanan tasarımlar yasallaşamamış, görev, yetki ve sorumluluklar, artan mevzuatlarla birbirine girmiştir [11 ve 15].

Bu olumsuzluklar karşısında yirmibirinci yüzyılın ilk 5 yılında alınacak önlemler, 8. Beş Yıllık Kalkınma Planında şöyle özetlenmiştir. “Su kaynaklarının geliştirilmesi, kullanılması ve korunmasıyla ilgili hukuki bir düzenleme yapılacaktır”, “su ve atıksu standartları AB standartlarına uygun hale getirilecek”, “167 sayılı yeraltısuları yasası düzenlenerek kaçak kullanımlara karşı caydırıcılık sağlanacak”, “İller bankası Genel Müdürlüğü yeniden yapılandırılacak”, “Nüfusu 100 bini aşan

yerlerde su ve kanalizasyon idareleri kurulacak", "Özelleştirme Yap-İşlet, Yap-İşlet-Devret modellerinin yerel yönetimlerde uygulanması yaygınlaştırılacak", "Tarım ve Köyişleri bakanlığı ile tarımsal nitelikli Kamu İktisadi Teşebbüsleri yeniden yapılandırılacak" "ÇED sürecinin etkin kılınması yönünde düzenlemeler yapılacaktır", "doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı teşvik edilecek", "çevresel riskler en aza indirilecek", "çölleşme ve erozyonla etkili mücadele amacıyla ormancılığı, tarımı, hayvancılığı, sanayii, su kaynaklarıyla ilgili faaliyetleri, alternatif geçim kaynaklarını ve kırsal altyapının geliştirilmesini entegre olarak ele alan Ulusal Çölleşme Eylem Planı hazırlanacak", "Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Stratejisi ve Eylem Planı yürürlüğe konulacak bu bağlamda Biyogüvenlik Yasası çıkarılacak", "Biyogüvenlik Kurulu oluşturulacak ve UÇEP güncelleştirilerek yasal bir çerçeveye kavuşturulacak", "İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (İDÇS) katılmak üzere çalışmalar başlanacak", "2872 sayılı Çevre Kanunu ve 443 sayılı Çevre Bakanlığının Kuruluşu ve Görevleri Hakkındaki Kararname yeniden düzenlenecek", "doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımını temin için, 6831 sayılı Orman Kanunu, 3194 sayılı İmar Kanunu, 3621 sayılı Kıyı Kanunu, 2863 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu, 2634 sayılı Turizm Teşvik Kanunu ve çevreyle ilgili yönetmeliklerde düzenlemeler yapılacaktır" "GAP su sporları şenlikleri düzenlenecek" tir [11, 18 ve 36].

GAP mastır planı hazırlanırken üzerinde durulmayan çevre ve sürdürülebilirlik ayrıca hiç değinilmeyen katılımcılık kavramları, GAP bölge kalkınma planının yenilenmesi gerekliliğini de gündeme getirmiştir. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (Kamu kaynak ve potansiyelinin rasyonel kullanımı, halk katılımının güçlendirilmesi, insani gelişme hedeflerinin yakalanması, gibi hususlar noktasında), Avrupa birliğine tam üyelik doğrultusunda hazırlanan "Ulusal Program" ve "Güçlü Ekonomiye Geçiş Programı" bu planın çerçevesini oluşturmaktadır [18].

"Projelerin çevreye olabilecek olumlu ya da olumsuz etkilerinin belirlenmesinde, olumsuz yöndeki etkilerin önlenmesi ya da çevreye zarar vermeyecek ölçüde en aza indirilmesi için alınacak önlemlerin, seçilen yer ile teknoloji alternatiflerinin saptanarak değerlendirilmesinde ve projelerin uygulanmasının izlenmesi ve denetlenmesinde sürdürülecek çalışmalar" olarak tanımlanan çevresel etki değerlendirmesi yönetmeliği (ÇED), 8. Beşyıllık Kalkınma Planında öngörülen etkinlik düzeyine getirilmesi amacıyla revize edilerek, 6 Haziran 2002

tarihinde 24777 sayılı resmi gazetede yayınlanmış ve yürürlüğe koyulmuştur.

1992 de Rio da düzenlenen Birleşmiş Milletler Çevre Gelişme Konferansının devamı niteliğinde, 26 Ağustos - 4 Eylül 2002 tarihleri arasında Johannesburg'da "sürdürülebilir kalkınma dünya zirvesi (Rio+10)" düzenlenmiştir. Bu toplantıda BM'ye üye olan tüm ülkeler resmi heyetleriyle katılarak, Sürdürülebilir Kalkınma Eylem Planını tartışmış, hazırlık komitelerince hazırlanan eylem planı "Uygulama Planı" adıyla düzenlenerek üye ülkeler tarafından kabul edilmiştir. Bu toplantıda Türkiye de kendi ulusal raporunu hazırlayarak, 1992 Rio sonrası sürdürülebilir kalkınma bakış açısını değerlendirmiş, bu alanda Türkiye'nin taahhütlerini, başarılarını ve geliştirmesi gerekli yönlerini sıralamış, sürdürülebilir kalkınma konusunda sürece dahil olan kuruluşların konuyla ilgili en iyi örneklerini de bir klasörde toplayarak sunmuştur [5, 7 ve 8].

1 Mayıs 2003 tarihinde Çevre ve Orman Bakanlıkları yeniden birleştirilmiştir [9].

28 Ekim - 9 Kasım 2001 de Marakeş'te yapılan "İklim Değişikliği Sözleşmesi 7. Taraflar Konferansı" nda, İklim Değişikliği Çevre Sözleşmesi için gerekli değişiklikler yapılmış, "İklim Değişikliği Çevre Sözleşmesine Katılmamıza Dair Kanun" 21 Ekim 2003 tarihin ve 25266 sayılı Resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmiştir [9]. Bu kapsamda 2001 yılında oluşturulmuş iklim değişikliği koordinasyon kurulu, iklim değişikliğinin verdiği zararları önleme ve gerekli tedbirlerin alınmasını, yapılacak çalışmalarda verimliliğin artırılması, koordinasyonun ve görev dağılımının daha iyi sağlanabilmesi için 2004 yılında yeniden düzenlenmiştir.

Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (KHGM), 13.01.05 tarihinde kabul edilen 5286 sayılı kanunla kapatılmıştır. Bu kanunla 9.5.1985 tarih ve 3202 sayılı "Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun" adını "Köye Yönelik Hizmetler Hakkında Kanun" olarak değiştirmiştir. KHGM'nin taşra teşkilatlarınca yürütülen hizmetlerin il özel idarelerince, iskan konularına ilişkin hizmetlerin ise Bayındırlık Bakanlığı'na yürütüleceği belirtilmiştir.

Ayrıca, enerji üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının artırılabilmesi için hazırlanan, "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımı" na ilişkin 5346 sayılı kanun 18/05/2005 de resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmiştir.

Böylelikle güvenilir ve iç bağımlı enerji kaynaklarının artırılması, ayrıca sera gazı emisyonunun azaltılarak çevrenin korunması hedeflenmiştir.

Dokuzuncu kalkınma planı Avrupa Birliği üyelik sürecindeki gelişmelere paralel olarak AB mali takvimi dikkate alınarak 2007-2013 yıllarını kapsayacak biçimde 7 yıllık olarak belirlenmiştir. Planda, geçmiş döneme ilişkin, KHGM'nin kapatılmasıyla arazi toplulaştırma işlemlerinde, yüzey ve yüzey altı sulama yapılarının yürütülmesinde sıkıntıların ortaya çıktığı; sulama tesislerinden faydalananlara devrinin yaygınlaştırıldığı; organik tarım hızının arttığı; ağaçlandırma çalışmalarının yetersiz kaldığı; Güneydoğu Anadolu Kalkınma (GAP), Zonguldak-Bartın-Karabük bölgesel gelişme (ZBK), Doğu Karadeniz Bölgesel Gelişme (DOKAP) ve Doğu Anadolu (DAP) ve Yeşil Irmak Havza Gelişimi (YHGP) projeleri gibi bölgesel çalışmaların sürdürüldüğü; 2006 yılında Ulusal Kalkınma Stratejisinin yürürlüğe konulduğu; İl özel idareleri ile bölgesel mahalli idare birliklerine doğrudan kaynak tahsisi ile Köylerin Altyapılarını Destekleme Projelerinin (KÖYDES) sürdürüldüğü açıkça belirtilmiştir. Ayrıca, gelecek 7 yıllık dönemde, yerel ve bölgesel kalkınmaya öncelik verileceği; tarımsal verimliliğin arttırılacağı; KÖYDES projelerine devam edileceği; çevre yönetim sistemleri ve unsurlarının oluşturulacağı; entegre bilgi sistemlerinin kurulacağı; kentsel altyapı yatırımlarının gerçekleştirilmesinde belediyelere verilecek maddi destek ve danışmanlığın arttırılacağı; çevre korumaya yönelik kentsel altyapı ana planı ve finansman stratejisinin hazırlanacağı; mevcut su sağlama tesislerinde kayıp ve kaçakların azaltılacağı; su kaynaklarının tahsisi, kullanılması geliştirilmesi ve kirlenmeye karşı korunmasıyla ilgili hukuki düzenleme ve idari yapının oluşturulacağı; çölleşme ve toplum sağlığı dikkate alınarak, havza bazında ağaçlandırma çalışmalarının arttırılacağı belirtilmiştir.

6 Nisan 2007 tarihi ve 26504 sayılı resmi gazetede yayınlanan 5625 sayılı kanunla, 1053 sayılı "Ankara, İstanbul ve Nüfusu Yüzbinden Yukarı Olan Şehirlerde İçme, Kullanma ve Endüstri Suyu Temini Hakkındaki Kanun" un 10. Maddesi, "Kamu Yatırım Programında yer almak şartıyla belediye teşkilâtı olan yerleşim yerlerinin içme, kullanma ve endüstri suyunun temini hizmetleri ile Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nün sağlık ve çevre açısından acil tedbirler alınmasını gerekli gördüğü öncelikli atık su arıtma ile ilgili yatırım hizmetleri için gelecek yıllara yaygın yüklenmelere girişmeye

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü yetkilidir." şekline değiştirilerek belediye teşkilâtı olan yerleşim birimlerinde içme, kullanma ve endüstri suyu temini konusunda DSİ'nin yetkili olduğu hükme bağlanmıştır.

5 SONUÇ ve ÖNERİLER

Avrupa Birliği'ne tam üyelik sürecinde ilerlemekte olduğumuz şu günlerde, su yönetimi konusunda kurumlar arası koordinasyon eksikliği ve görev karmaşasına çözüm bulmak amacıyla DSİ tarafından çalışmalar başlatılmıştır. Ayrıca, su kaynakları yönetimi, idari yapılanma ve su hukuku konusunda mevcut yasal boşlukları gidermek için AB Su Çerçeve Direktifi ve Kalkınma (7, 8, 9) Plan Hedefleri doğrultusunda "Su Yasası" hazırlama çalışmaları başlatılmıştır. Diğer taraftan, EMWIS (Euro-Mediterranean Information System on Know-How in the Water Sector) organizasyonu çerçevesinde sürdürülen Ulusal Su Bilgi Sistemlerinin oluşturulma çabaları, su kaynaklarının etkin kullanımına yön verebilecek önemli bir adım niteliğindedir. Birleşmiş Milletler Çevre Programı tarafından küresel ısınma ile mücadele amaçlı olarak, ülkemizde de sürdürülen ağaçlandırma çalışmaları ve bu doğrultudaki çevresel faaliyetler, çevre duyarlılığı açısından oldukça ümit vericidir.

Gelinen noktada 1870'li yıllarda Dersaadet Şirketiyle başlayan imtiyazlı döneme, yaklaşık 80 yıllık su kaynakları hizmetlerinin devlet eliyle yürütülmesi çabaları sonucunda, akarsuların işletme haklarının yap-işlet-devret modeliyle özel sektöre bırakılması biçiminde yeniden dönülmesi gündemdedir. Yatırım sürecini hızlandıracak böyle bir yaklaşımın başarısı, kaynakların entegre ve sürdürülebilir bir biçimde kullanımını denetleyen; kullanım haklarını belirleyen ve takip eden; kamu yararını gözetken etkin mekanizmaların oluşturulmasına bağlı olacaktır.

6 TEŞEKKÜR

Makalenin hazırlanması sırasında destek ve yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Nilgün Harmancıoğlu'na, Sn. Ahmet Kaya ya, bilimsel kaynak ve doküman sağlamasındaki yardımseverliği ve inceliği için Sn. Özdemir Özbay'a teşekkürlerimi sunarım.

7. KAYNAKLAR

- [1] AFEM, Avrupa Doğal Afet Eğitim Merkezi [internet], Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, <http://afem.bayindirlik.gov.tr>, [Şubat, 2002].
- [2] AGM, Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü [internet], Çevre ve Orman Bakanlığı, <http://www.agm.gov.tr>, [Aralık, 2001].
- [3] ASKİ, Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi [internet], <http://www.aski.gov.tr>, [Ocak, 2002].
- [4] Başbakanlık, Başbakanlık [internet], <http://www.basbakanlik.gov.tr>, [Haziran, 2005].
- [5] BCS, Biyolojik Çeşitlilik Ulusal Web Sitesi [internet], <http://www.bcs.gov.tr>, [Şubat, 2002].
- [6] BNET, BelgeNet [internet], <http://www.belgenet.com>, [Şubat, 2002].
- [7] BYBS, Başbakanlık Bilgi Sistemi [internet], <http://www.bybs.gov.tr>, [Aralık, 2001].
- [8] ÇB, Çevre Bakanlığı [internet], <http://www.cevre.gov.tr>, [Şubat, 2002].
- [9] ÇOB, Çevre ve Orman Bakanlığı, [internet], <http://www.cevreorman.gov.tr>, [Eylül, 2007].
- [10] DİB, Diyanet İşleri Başkanlığı [internet], <http://www.diyaret.gov.tr>, [Eylül, 2004].
- [11] DPT, Devlet Planlama Teşkilatı [internet], <http://www.dpt.gov.tr>, [Ocak, 2002].
- [12] DSİ, Su ve DSİ Tarihi, DSİ vakfı, 153 s., Ankara, 2001.
- [13] DSİ, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Hizmetleri ile İlgili Mevzuat, 406s, Ankara, 1996.
- [14] DSİ, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü [internet], <http://www.dsi.gov.tr>, [Eylül, 2005].
- [15] DSİ, Hukuki ve Kuramsal Düzenlemeler Komisyonu Çalışmalarına İlişkin Rapor, 65 s., Ankara, 1998.
- [16] EİE, Elektrik İşleri Etüd İdaresi [internet], <http://www.eie.gov.tr>, [Nisan, 2006].
- [17] ETKB, Enerji ve Tabii Kaynakları Bakanlığı [internet], <http://www.enerji.gov.tr>, [Nisan, 2006].
- [18] GAP, Başbakanlık GAP Bölge Kalkınma Başkanlığı [internet], <http://www.gap.gov.tr>, [Şubat, 2002].
- [19] Harmancıoğlu N., Fıstıkoğlu, O., Özkul, S., Onuşluel G., Gül, A., Çetinkaya, C., "Su Kaynakları Yönetimi", yayınlanmamış, 16s, İzmir, 2005.
- [20] Hukuki, Hukuki [internet], <http://www.hukuki.net>, Şubat, 2002].
- [21] İBB, İstanbul Büyükşehir Belediyesi, [internet], <http://www.ibb.gov.tr>, [Şubat, 2002].
- [22] İdeal Hukuk, (2001), İdeal Hukuk Web Sitesi [internet], <http://www.idealhukuk.gov.tr>, [Aralık, 2001].
- [23] İSKİ, İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi [internet], <http://www.iski.gov.tr>, [Şubat, 2003].
- [24] Kandilli, Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırmaları Enstitüsü [internet], <http://www.koeri.boun.edu.tr>, [Ocak, 2002].
- [25] Kaya, A., "Türkiye Su Mevzuatı Hakkında Teknik Not", 6s., 2002.
- [26] KGM, Karayolları Genel Müdürlüğü [internet], Ulaştırma Bakanlığı, <http://www.kgm.gov.tr>, [Şubat, 2002].
- [27] KHGM, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü [internet], Tarım Bakanlığı, <http://www.kgm.gov.tr>, [Aralık, 2001].
- [28] Meteoroloji, Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü [internet], <http://www.meteor.gov.tr>, [Eylül, 2005].
- [29] OB, Orman Bakanlığı, [internet], <http://www.orman.gov.tr>, [Aralık, 2001].
- [30] OGM, Orman Genel Müdürlüğü [internet], Orman Bakanlığı, <http://www.ogm.gov.tr>, [Aralık, 2001].
- [31] Özbay Ö., Hasgüler M.; "Su ve Toprak Kaynaklarında Kirlenme", Teknik not, 41s., Ankara, Nisan 1990.
- [32] Öziş, Ü., Türkman, F., Baran, T., Özdemir, Y., Dalkılıç Y., "Su Hukuku", Yayınlanmamış, İzmir, 2005.
- [33] Su Vakfı, Su Vakfı [internet], <http://www.suvakfi.org.tr>, [Mayıs, 2005].
- [34] Tema, Tema vakfı [internet], <http://www.tema.org.tr>, [Şubat, 2002].
- [35] TKB, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı [internet], <http://www.tarim.gov.tr>, [Şubat, 2002].
- [36] TODAİE, Türkiye ve Orta Doğu Amme İdaresi Enstitüsü [internet], <http://www.todaie.gov.tr>, [Aralık, 2001].
- [37] ULBAK, Ulaştırma Bakanlığı [internet], <http://www.ulbak.gov.tr>, [Şubat, 2002].
- [38] YY, Yerel Yönetimler Portalı [internet], <http://www.yerelnet.gov.tr>, [Şubat, 2002].

TÜRKİYE'DE SU İLETİMİNDE KULLANILAN BORULU SİSTEMLERİN TARİHSEL GELİŞİMİ

Köksal Buğra ÇELİK

İnşaat Yüksek Mühendisi, DSİ Proje ve İnşaat Dairesi Başkanlığı, Sanat Yapıları Şubesi, ANKARA
koksabugracelik@yahoo.com

ÖZET

İnsanlık tarihi boyunca medeniyetlerin beşiği olan Türkiye sahip olduğu tarihi su iletim hatları sebebiyle özel bir ilgiyi hak etmektedir. Çok sayıdaki pişmiş toprak, taş ve kurşun boru hatları dönemlerinde hidrolik teknolojisinin iyi algılandığını göstermektedir. Bu makalenin temel amacı Türkiye'de dört bin yıl boyunca su sağlamak üzere inşa edilen başlıca boru hatlarını hidrolik mühendisliği açısından incelemektir.

Anahtar kelimeler: Pişmiş toprak boru, taş boru, kurşun boru, su terazisi, çökeltim havuzu

HISTORICAL DEVELOPMENT OF ANCIENT PIPE SYSTEMS USED IN THE TRANSMISSION OF WATER

ABSTRACT

Turkey, the cradle of civilizations throughout the mankind history, deserves special attention because of its historical water conveyance pipelines. Numerous terra-cotta (baked clay), stone and lead pipelines of Turkey exhibit a fine sense of the hydraulic technology of their times. The main objective of the article is to analyze the primary historical pipelines constructed for water supply in Turkey throughout the four thousand years from hydraulic engineering point of view.

Key words: Terra-cotta pipe, stone pipe, lead pipe, water balance tower, sediment basin

1 GİRİŞ

Temiz su sağlama her medeniyet için varlığını sürdürmenin temel şartlarından biri ve hatta birincisidir. Bu sebeple suyun kaynağının bulunduğu yerlerden yerleşim yerlerine iletilmesi, bu iletim sırasında suların, doğal koşulların oluşturacağı olumsuzluklardan ve düşman grupların saldırılarından korunması büyük önem arz etmekteydi. Bunun sonucu olarak eski çağlardan itibaren su mühendisleri suyun iletiminde genellikle kapalı sistemleri kullanmayı tercih etmişlerdir.

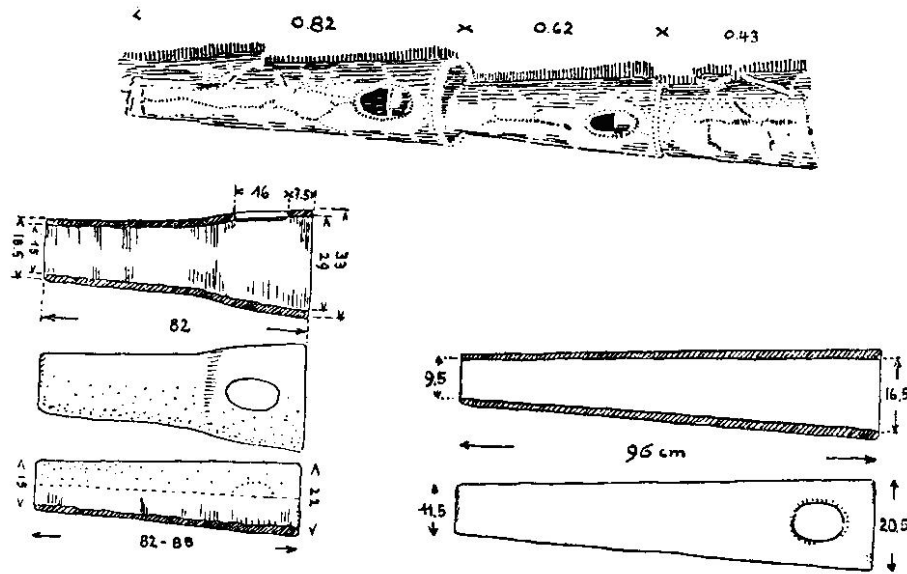
İnsanlık tarihi boyunca medeniyetlerin beşiği olan Türkiye sahip olduğu tarihi su iletim hatları sebebiyle özel bir ilgiyi hak etmektedir. Çok sayıdaki pişmiş toprak, taş ve kurşun boru hatları dönemlerinde hidrolik teknolojisinin iyi algılandığını göstermektedir. Bu makalenin temel amacı Türkiye'de dört bin yıl boyunca su getirmek üzere inşa edilen başlıca boru

hatlarını hidrolik mühendisliği açısından incelemektir.

Ülkemizde Sümer, Hitit, Urartu, Yunan, Roma, Selçuklu ve Osmanlı uygarlıkları dönemlerinde borulu şebekeler gerek arı su gerekse atık su iletiminde kullanılmıştır. Kuzey Avrupa'da, özellikle Almanya'da sıklıkla rastlanılan ahşap borulara (pöhrek) ait bulgular ülkemizde de tespit edilmiş olup konu makalenin kapsamı dışında bırakılmıştır.

2 PİŞMİŞ TOPRAK BORULAR (KÜNKLER)

En eski basınçlı su iletim sistemi Suriye Zincirli'de (Samal) bulunmuş olup M.Ö. 9. ya da M.Ö. 8. yüzyıla aittir. Bu sisteme ait kil borular 30 cm uzunluğunda ve 11 cm iç çapındadır [11 ve 1]. Borular birbirleri içine 5 cm kadar geçmekte olup gömlek tabakası olarak kil dolgu kullanılarak hattın su sızdırmazlığının sağlanması



Şekil 1 - Boğazköy'de Hititler tarafından kullanılan pişmiş toprak borular [11].

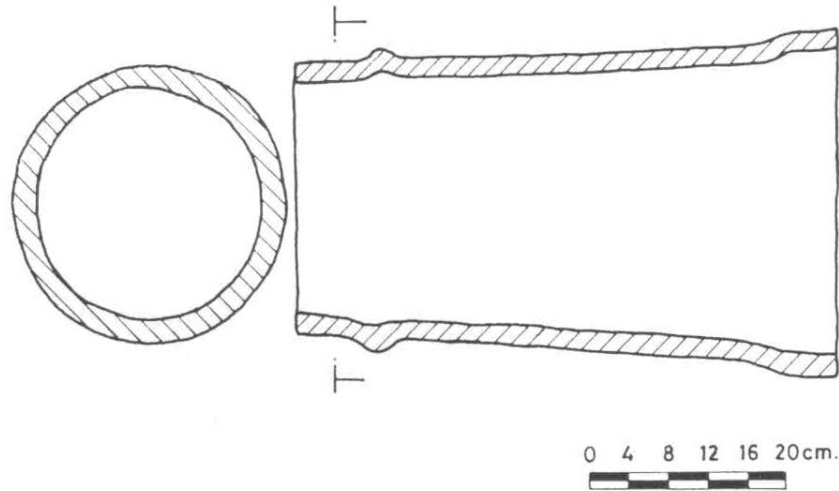
Basıncsız borulu iletim sistemleri ise yaklaşık dörtbin yıldır, Sümer ve Hititler'den itibaren kullanılmaktadır. M.Ö. 2000 yılında kurulan Hitit imparatorluğunun başkenti Hattuşaş'da (Boğazkale-Çorum) su iletiminde kullanılmış olan pişmiş toprak borular Çorum müzesinde sergilenmektedir [2]. Bunlar, uzunlukları 60 ile 96 cm arasında değişen ve çapları 20-22 cm'den 11-15 cm'ye azalan konik şekillere sahip borulardır. Borular gevşek şekilde birbirlerinin içerisine geçmekte olup birleşimlerinde kullanılan bir conta veya izolasyon malzemesine rastlanmamıştır.

Ancak Yazılıkaya'da bulunan su iletim hattında aynen Suriye Zincirli örneğinde olduğu gibi boruyu saran gömlek tabakası olarak kil dolgu kullanılmıştır. Hattın yön değiştirmesi gereken yerlerde özel dirsek parçaları kullanılmamış olup yön değişiklikleri boruların birbirlerini kesmeleri ile ve daha büyük çapta borular kullanılması ile gerçekleştirilmiştir [11]

Van Gölü'nün kuzeybatısında Süphan Dağı'nın hemen güney eteğinde deniz seviyesinden 1492 m yükseklikte bulunan volkanik bir göl olan Aygır Gölü sularının, Urartu Krallığı döneminde sulama amacı ile kullanılmış olduğu saptanmıştır. Toprak Su Bölge Müdürlüğü'nün çalışmaları sırasında Aygır Gölü ile Van Gölü

arasında kalan verimli arazilerin sulanması amacı ile Aygır Gölü'nün güneyinde bulunan yaklaşık 30 m yüksekliğinde ve 70 m uzunluğundaki tepe, iş makineleri ile kazılarak sulama boruları döşenmek istenmiştir. İş makinelerinin açtığı derinlik 27-28 m'ye ulaşınca, gölden aynı amaçla su almak için Urartu Krallığı döneminde döşenmiş künklerle rastlanılmıştır. İç içe geçmiş künklerin hemen yanına çok kaliteli bir işçilikle hazırlanmış sal taşlardan örülü bir galeri daha döşenmiştir. Kazıda çalışanların ifadesine göre gerek künk hattının gerekse galerinin giriş ağızları dairesel bronz kapaklarla kapatılmıştır. Künklerin ve galerinin yaklaşık 70 m civarında olduğu tahmin edilmektedir. Sağlam olarak ele geçen künkler 57 cm uzunluğunda ve ortalama 2 cm kalınlığındadır. Birbirinin içine giren konik biçimli boruların dar ağzı 28 cm, geniş ağzı ise 29 cm olup bu kısımları kil ile yalıtılarak sızdırmazlığın sağlanması amaçlanmıştır.

Bu tür boruların bir benzerine şimdilik Urartu Krallığı'nın yayılım alanında rastlanılmamıştır. Doğu Anadolu Bölgesi'nde boru hatları ile suyun iletimini göstermesi açısından Aygır Gölü'nde bulunan su boruları büyük bir önem taşımaktadır [1].



Şekil 2 - Aygır Gölü'nde bulunan Urartu dönemine ait kunk [1].

Yaygın inanışın aksine toprak borular basınçlı hatlarda da kullanılmışlardır. Genelde toprak boruların uzunlukları 40 ile 70 cm arasında, iç çapları ise 10 ile 15 cm arasında değişmektedir. Uzunluğu el tezgâhının özellikleri belirlemektedir. Bergama iletim hattında kullanılan 200.000'i aşkın toprak borunun rengi ve kil konsantrasyonundaki farklılıklar bunların farklı bölgelerde, farklı malzemelerden üretildiğini göstermektedir [9].

Vitrivius pişirilmiş toprak boruların et kalınlıklarının 3,7 cm'den daha az olmamasını, birleşim yerlerinde sızdırmazlığın sağlanması

amacı ile zeytinyağıyla hazırlanmış sönmemiş kirecin kullanılması, boru hattı tamamlandıktan sonra hatta ilk defa su verilmesi sırasında memba tarafındaki depoya bir miktar ağaç külü atılmasını, bu külün sistem üzerindeki çatlak kısımları sıvayarak onaracağını, sisteme suyun ilk defa verilirken yavaş ve dikkatli verilmesi gerektiğini aksi halde hattın patlayacağını, hattın eğim değiştirdiği yerlerde tespit kitlelerinin kullanılması gerektiği gibi çok sayıda önemli bilgiyi M.Ö. 31 ila M.Ö. 27 yıllarında yazdığı De Architectura (Mimarlık) adlı eserinde belirtmektedir [10].



Şekil 3 - Pamukkale (Hierapolis) şehir hazinesi, köşede düşey pişmiş toprak boru, önde taş boru dirseği.



Şekil 4 - Efes'te sergilenen pişmiş toprak borular, arkada boru birleşimlerinde sızdırmazlığı sağlamak amacı ile kullanılan conta malzemeleri belirgin şekilde görülmektedir

Selçuklu dönemi su mühendisliği uygulamalarında da genellikle pişmiş toprak borular veya pöhrek ile toprak altından gelerek bir veya birkaç yerden yapıya girilmekte, şakuli künklerle su duvar içinde yükselmekte, gerektiğinde kanallara ayrılmakta, su akıtılacak kısımlarda da yekpare taştan oyulmuş bir hazneye dökülmektedir. Bu hazne genellikle dış veya iç cephede kullanılmış büyükçe bir kaplama taşı görünümündedir. Ancak ön yüzüne bir veya iki lüle deliği açılmıştır. Selçuklu yapılarında, birbirine geçen künklerle teşkil olunan hatlarda, istikametini değiştirdiği ayrılma veya birleşme noktalarında oluşan itki kuvvetlerine karşı (L), (T) ve (Y) şeklinde dökülmüş künklerin yerine daha mukavim bir malzeme olan taştan oyulmuş özel parçaların kullanıldığı anlaşılmaktadır. Duvar içinden gelen su künkü, doğrudan doğruya lülelerle bağlanmayıp önce bir hazneye açılmakta böylece boruda akan suda erimiş halde bulunan havanın da zamanla kabarcıklar şeklinde serbest kalarak, bilhassa yüksek kısımlarda toplanmak suretiyle akışı kesmesinin önüne geçilmektedir [13].

Künkler, Osmanlı döneminde de pik boru ve kurşun borulara ek olarak kullanılmıştır [5].

1453-1481 yılları arasında Fatih Sultan Mehmet'in İstanbul'u fethinden sonra Marmara Bölgesi'ndeki mevcut hasarlı boru hatları tamir edilmiş, Metris Çiftliği ve Kocatepe civarındaki

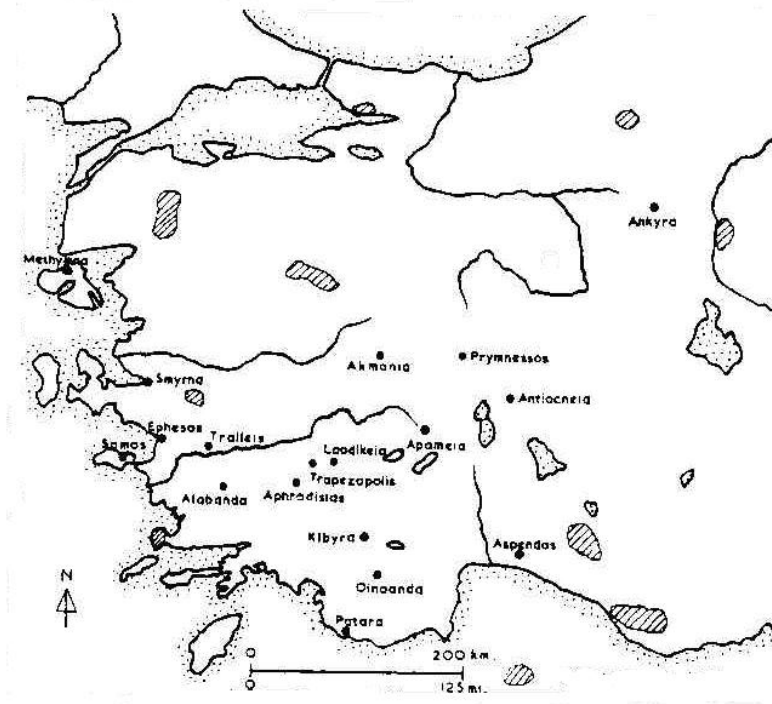
kaynaklardan şehre su getirmek için yeni künk boru hatları döşenmiştir [6].

Osmanlılar künklerin birleşim yerlerinin sızdırmazlığını 6 ölçü keten yağı, 8 ölçü kalker taşı tozu ve 1 ölçü pamuk karışımı ile sağlamışlardır.

Ülkemizde pişmiş toprak boruların seri üretimi 1960'lı yıllara kadar yapılmış, bu tarihten sonra da onarımlarda kullanılan boruların üretimine Barla ve Bayburt'ta 1990'lı yıllara kadar devam edilmiştir [2].

3 TAŞ BORULAR

Hellenistik dönemde ve Roma döneminde pişmiş toprak boru hatlara ek olarak taş boru elemanlardan oluşan hatlar da kullanılmıştır. Tarihlendirilmesi oldukça güç olmakla birlikte Hellenistik dönemden önce Roma dönemine ait olması kuvvetle muhtemel Efes, Laodikya, Patara, İzmir, Trapezopolis, Yalvaç ve Bergama'da su iletiminde taş boru elemanlar kullanılmıştır. Taş boru elemanlardan oluşan sifonların ortak özelliği derinliği 50 m'nin üzerinde olmayan vadilerin geçişinde, dolayısı ile 50 mss'nin altında bir iç basınca dayanacak şekilde tasarlanmalarıdır. Hellenistik dönemde mühendisler bir vadi ile karşılaştıklarında onu geçmek için ya münhanileri takip ediyorlar ya da ters sifon imal ediyorlardı. Romalılar ise ters sifonu vadinin köprü ile aşılmasının uygun olmaması durumunda tercih ediyorlardı [9].



Şekil 5 - Taş boruların dağılımı [4].

Dünya üzerinde tespit edilen taş boru hatların önemli bir bölümü Türkiye sınırları içinde yer almakta olup, bu durum taş boru ustalarının büyük bir bölümünün Anadolu coğrafyasında yetişmiş olduğu savlarını güçlendirmektedir [2]. Taş borular, zaman zaman Aspendos su yapısının üzerindeki gibi ters sifon+akedük olarak, zaman zaman da Denizli Eskihişar'daki (Laodikya) gibi tabii zemin üzerinde doğrudan ters sifon olarak kullanılmışlardır. Patara ve Laodikya taş boru ters sifonları dünya üzerinde günümüze kadar en iyi korunmuş taş boru elemanlardan müteşekkil ters sifonlardır [9].

Antalya il sınırları içerisinde kalan Aspendos su kemeri Fransa'daki Pont du Gard su kemeri ve İspanya'daki Segovia su kemeri ile birlikte günümüze ulaşan Roma dönemine ait en görkemli üç su yapısından biridir.

Patara ters sifonu yaklaşık 30 mss'lik bir iç basınç altında çalışan, 30 cm iç çapına, 50 cm boru boyuna ve minimum 30 cm et kalınlığına sahip taş boru elemanlardan oluşan, yaklaşık 500 m uzunluğunda bir su yapısıdır [3].

Patara ters sifonunu oluşturan taş boru elemanlarda günümüz uygulamalarına ters dikkat çekici bir özellik dişi yüzeylerin mansap, erkek yüzeylerinse memba istikametinde yerleştirilmesidir. Bu şekilde birbirinin içine geçirilmiş taş boruların herhangi birinin yukarıya ya da yana çekilerek çıkarılması çok zordur. Bu durumda tek bir elemanın hasar görmesi halinde bu elemanın değiştirilmesi sorunu

Patara su kemerinde özel imalat boru elemanlarla çözülmüştür. Sifon membaından 20-30 m aşağıda bulunan özel boru elemanın üst kısmının dişi yüzeyi borunun kolayca çıkarılmasına müsait olarak imal edilmiştir. Bu elemanlar, sifonun imalatı sırasında projeye uygun olarak belirli aralıklarla yerleştirilmiş olabilecekleri gibi daha sonra tamirat sırasında da yerleştirilmiş olabilir. Ayrıca ters sifonu oluşturan taş boru elemanların sızdırmazlığının sağlanması amacı ile birleşimlerinde kireç esaslı bir malzeme kullanılmış ve taş boruların özellikle talvegde kalan bir kısmının üzerinde işletme-bakım faaliyetleri için bırakıldığı düşünülen bir takım deliklere rastlanmıştır [3].

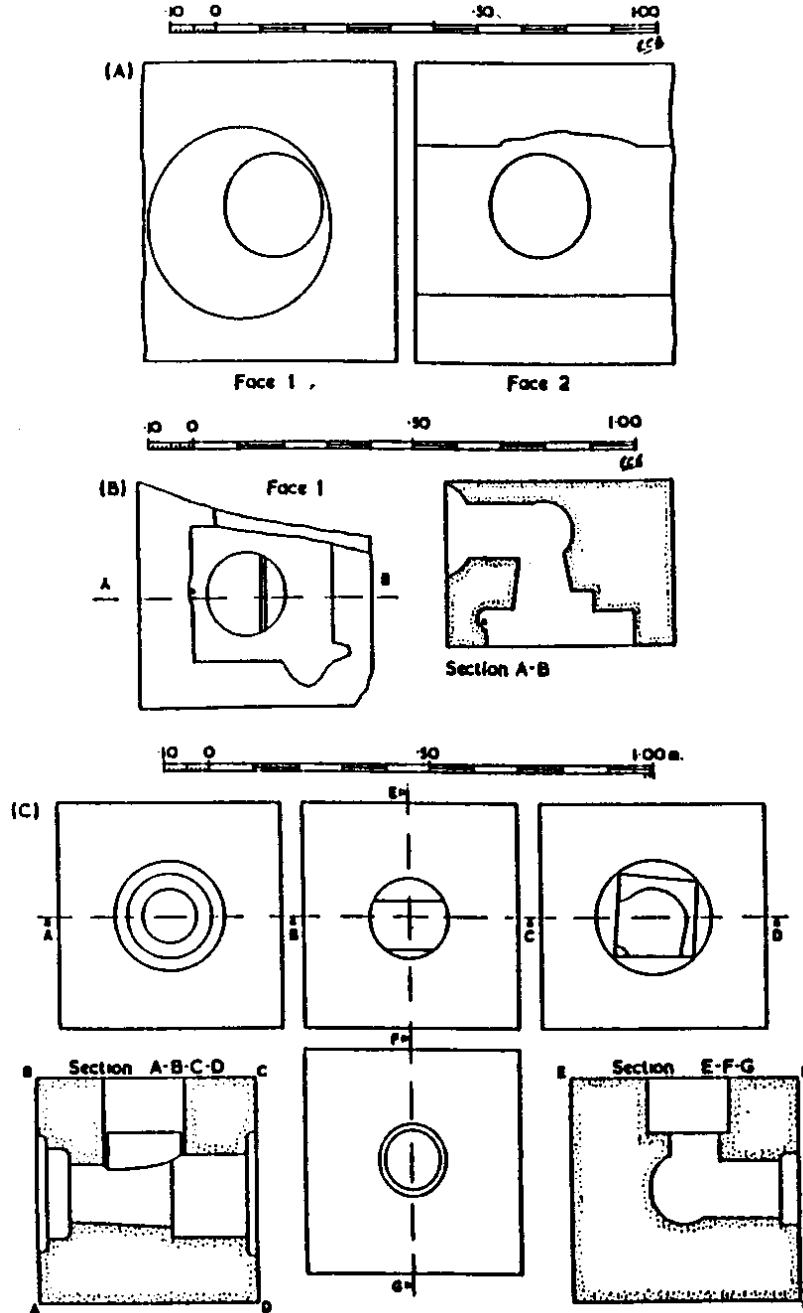
İzmir'de Karapınar Suyolu üzerinde bulunan ancak günümüze kadar ulaşamayan bir diğer önemli su yapısı yaklaşık 30 m yüksekliğinde bir akedük ve onun üzerinde 184 m derinliğinde bir vadiyi geçen 154 mss iç basınca dayanıklı, türünün dünya üzerindeki en önemli örneği olan taş boru elemanlardan oluşan ters sifondur [16].

Taş borular yukarıda da belirttiğimiz gibi genel olarak ters sifonlarda kullanılmakla birlikte buna ilaveten zaman zaman da şehir içi şebekelerde, yüksek basınçlı hatlarda da kullanılmışlardır [9].

Taş borular genellikle küp şeklinde imal edilmiştir. Delikleri dairesel şekilde olup erkek-dişi bağlantı uçlarına sahiptirler. Dirsekler, T parçaları, düşey deliklere sahip özel taş borulara Anadolu coğrafyasında sıklıkla rastlanılmaktadır. Bu düşey delikler kireçli

suların yaygın olduğu ülkemizde, boruların içinde oluşan kalker tabakasının temizliğinin içine metal çubuklar sokularak veya sıcak sirke dökülerek yapılmasında ve tıkanan kısımların belirlenmesinde bir nevi muayene bacası olarak kullanılabilmiş olabileceği gibi günümüzde boru hatlarında sıkışmış havanın tahliyesinde ve

hatta hava alınmasında kullanılan vantuzların (hava vanaları) veya üzeri çeşitli şekilde kapatılarak hattın su darbesine veya aşırı basınçlara maruz kalması durumunda otomatik koruma görevi gören emniyet vanalarının yerine kullanılmış olabilir [8 ve 9].



Şekil 6 - Oinoanda: çeşitli açılı taş boru ek parçaları [19].

4 KURŞUN BORULAR

Kapalı bir sistemde kullanılacak borular için Vitruvius, *Mimarlık (De Architectura)* adlı kitabında pişirilmiş toprak ve kurşun malzemeleri önermekte ve pişirilmiş toprak boruların kullanılmasının daha iyi olacağını belirtmektedir. Bunun sebebi olarak kurşun boruların sağlığa zararlı olması, inşaat ve bakım işleri için uzmanlaşmış işçiler gerektireceği oysa pişmiş toprak boruların kalifiye eleman gerektirmediği, kurşunun pahalı bir malzeme olması gibi gerekçeler sıralamıştır [10].

Ülkemizde kurşun borulardan yapılan imalatlara dünyanın yedi harikasından biri olan Artemis tapınağına su iletiminde kullanıldığı düşünülen ters sifon örnek gösterilebilir. İç çapı 8 cm, et kalınlığı 4,5 cm ve uzunluğu 60 cm olan bu sisteme ait kurşun borular, iç çapı 18 cm dış çapı ve uzunluğu 35 cm olan mermer manşonlarla birbirlerine bağlanmış olup ters sifona ait bir eleman Selçuk müzesinde sergilenmektedir. Benzer mermerden mamul elemanlar üzerine Avusturya'da yapılan deneylerde elemanın 51 atmosferlik bir basınca dayanabildiği tespit edilmiştir [14].



Şekil 7 - Selçuk müzesinde sergilenen kurşun boru ve mermer manşonları.

Ülkemizde bulunan kurşun boru hatlara bir diğer örnek olarak da Madradağ sifonu gösterilebilir. M.Ö. II. yüzyılda Madradağ'da (Bergama) bulunan üç pınarın sularını ileten 44 km uzunluğundaki üç paralel pişmiş toprak boru hattı 376 m yükseltide her biri 1,2 m x 3,6 m boyutlarına sahip çift gözlü bir çökeltim havuzu+yükleme odası görevi gören bir yapıya dökülmektedir. Yapı boyutları, dönemin mühendisleri tarafından katı malzeme çökmesini sağlayacak akış hızına göre seçilmiş ve çift gözlü olarak tasarlanmıştır. Hazneden sonra su, bugün bile cesur

sayılabilecek azami 190 m su yüküne sahip kurşun borulardan müteşekkil tek gözlü benzersiz bir ters sifonla 330 m yükseklikteki akropole iletilmiştir [14 ve 7].

Osmanlılar döneminde de özellikle şehiriçi su tesislerinde kurşun borular kullanılmıştır. Bu kurşun borular levhaların bükülerek birbirleri içine lehim yapmadan geçirilmesi suretiyle üretiliyordu [12].

Şebekedeki basıncı sınırlamak için Roma döneminde Pompei gibi kentlerin su temininde kullanılan su terazilerinden en yaygın şekilde Osmanlı döneminde yararlanılmıştır [14].

Su terazileri, bileşik kaplar prensibine göre çalışan basınç ayarlayıcı tesislerdir. Kesik piramit şeklindeki bir kulenin üstünde sandık tabir edilen küçük bir havuz yapılır. İsale veya şebeke hattından gelen bir boru düşey olarak bu havuzun tabanına açılır. Eğer debi ölçülmeyecek ve yalnız basınç kontrol edilecekse ikinci bir düşey boru vasıtasıyla şebekeye su verilir [5].

Su terazileri, akımın yön değiştirmesi, kollara ayrılması, boru içindeki havanın atılması (günümüzde kullanılan vantuzlar gibi), arızalı kesimin kontrolü, hattın aşırı basınca maruz kalmasının önlenmesi (günümüzde kullanılan maslaklar gibi), basıncın kırılması sonucu akımın yön değiştirdiği ve kollara ayrıldığı kesimlerde tespit kitlesi gerekliliğini ortadan kaldırması gibi görevleri yerine getirmiş yapılarıdır [15, 17 ve 18].

5 DSİ UYGULAMALARI

Devlet Su İşleri tarafından ilk borulu sulama şebekesi prefabrik imalatla (beton büz) 1960 yılında Muğla'da Fethiye Eşen Çayı sol sahilinde inşa edilmiştir. Sulama şebekesinin toplam alanı 2410 ha ve borulu şebekesi 1600 ha'dır. Yalnız yedek kanallar borulu olup toplam uzunluğu 14 km'dir. Hektara düşen boru uzunluğu yaklaşık 9 m'dir. Kullanılan büzler 80, 60 ve 40 cm çaplarında olup, birleşimlerinde sızdırmazlığın sağlanması için 600 doz harçlı bilezikler kullanılmış ve iki kat katran sürülmüştür [20].

Ülkemizde dörtbin yıldır uygulanan basınçlı sistemlere, günümüzde de gerek buharlaşma ve kaçaklar yolu ile oluşan su kayıplarının önüne geçilmesi, gerekse yağmurlama ve damlama gibi modern sulama metotlarının uygulanmasına imkân vermesi gibi sebeplerle DSİ Genel Müdürlüğü tarafından büyük önem verilmektedir. Boru teknolojisinin gelişmesi ile birlikte HDPE, CTP, içi epoksi dışı PE kaplı

çelik vb. modern boru cinsleri DSİ Genel Müdürlüğü uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

6 SONUÇ

Tarihi su yapıları bakımından oldukça zengin olan Türkiye, özellikle borulu şebekeler bakımından önemli yapılara sahiptir. Makalede ülkemiz coğrafyasında bulunan tarihi borulu sistemlere ait boru cinsleri genel özellikleri ile tanıtılmaya çalışılmıştır. Bu kapsamda, tarihi borulu sistemler pişmiş toprak, taş ve kurşun boru başlıkları altında incelenmiştir. Sümer, Hitit, Urartu, Yunan, Roma, Selçuklu ve Osmanlı uygarlıkları boyunca dört bin yıllık süreçte elde edilen borulu sistemlere ait bilgi birikimi, günümüz mühendisinin karşılaştığı problemlerin çözümünde uyguladığı yöntemlerle arz ettiği paralellikler nedeniyle hala büyük oranda geçerliliğini korumaktadır.

7 KAYNAKLAR

- [1] Belli, O. (1994). "Doğu Anadolu Bölgesi'nde Keşfedilen Urartu Barajlarına Toplu Bir Bakış". Anadolu Araştırmaları. 13: 57-142.
- [2] Bildirici, M. (2002). "Klasik çağda, su iletiminde basınçlı ve basınçsız borular". Türkiye Mühendislik Haberleri. 420-421-422:105-109.
- [3] Büyükyıldırım, G. (1994). Antalya bölgesi tarihi su yapıları. Ankara: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü.
- [4] Coulton, J. J. (1987). "Roman aqueducts in Asia Minor" (Roman Architecture in the Greek World adlı yayının içinde, Editörler: S. Macready and F.H. Thompson). İngiltere: Society of Antiquaries of London.
- [5] Çeçen, K. (1999). İstanbul'un Osmanlı dönemi su yolları. İstanbul: İstanbul Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi
- [6] DAMOC. (1971). Master plan and feasibility report for water supply and sewerage for the Istanbul region.
- [7] Fahlbusch, H. (2000). "Water in human life: Technical innovations in hydraulic engineering in the last 5000 years". ICID Journal. 49(4):1-16.
- [8] Hodge, A. T. (1991). Future currents in aqueduct studies. Leeds: David Brown Book Company.
- [9] Hodge, A. T. (1992). Roman aqueducts & water supply. London: Gerald Duckworth & Co. Ltd.
- [10] Landels, J. G. (1998). Eski Yunan ve Roma'da mühendislik. Ankara: Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu.
- [11] Naumann, R. (1998). Eski Anadolu mimarlığı. Ankara: Türk Tarih Kurumu.
- [12] Nirven, S. N. (1946). İstanbul suları. İstanbul: Halk Basımevi.
- [13] Önge, Y. (1997). Türk mimarisinde Selçuklu ve Osmanlı dönemlerinde su yapıları. Ankara: Türk Tarih Kurumu.
- [14] Öziş, Ü. (1994). Su mühendisliği tarihi açısından Türkiye'deki eski su yapıları. Ankara: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü.
- [15] Öziş, Ü. (1996). "Historical Water Schemes in Turkey". Water Resources Development. 12-3: 347-383.
- [16] Öziş, Ü. (1999). Historical dams in Turkey. Ankara: Turkish National Committee of International Commission on Large Dams.
- [17] Özkaldı, A., Akbaş, H. ve Çelik K. B. (2007a). "Evaluation of Historical Water Works in Turkey From Hydraulic Engineering Point of View". IRNCID-ICID, The 4th Asian Regional Conference and 10th International Seminar on Participatory Irrigation Management (PIM) and The International History Seminar on Irrigation and Drainage. Tahran, İran.
- [18] Özkaldı, A., Akbaş, H. ve Çelik K. B. (2007b). "An Outlook to the Ancient Water Works In Turkey". ICID 22nd European Regional Conference Water Resources Management and Irrigation and Drainage Systems Development in the European Environment: Workshop, History of Irrigation, Drainage and Flood Control. Pavia, İtalya.
- [19] Stenton, E. C. ve Coulton, J. J. (1986). "Oinoanda: The Water Supply and Aqueduct". Anatolian Studies, 36: 15-59.
- [20] Tümer, T. ve Mihailof, V. (1968). "Türkiye'deki Sulama Şebekelerinde Prefabrikasyonun Tatbikatı, İMO Türkiye İnşaat Mühendisliği IV. Teknik Kongresi, Ankara.

STANDART PENETRASYON TESTİNDE (SPT) UYGULAMA KAYNAKLI HATALARIN ZEMİN ARAŞTIRMA SONUÇLARINA ETKİSİ

İbrahim ÇOBANOĞLU

Dr, Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 20017 Kınıklı Denizli
icobanoglu@pau.edu.tr

Sefer Beran ÇELİK

Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 20017 Kınıklı Denizli
scelik@pau.edu.tr

ÖZET

Standart Penetrasyon Testi (SPT) dünyada ve ülkemizde zemin araştırmalarında sıklıkla kullanılan arazi deneylerinden biridir. Bu deneyle, iri taneli zeminlerin sıklıkları, taşıma güçleri ve sıvılaşma dirençleri, ince taneli zeminlerin ise kıvamları ve mukavemetleri belirlenebilmektedir. Bu çalışmada, deneyin yapılışı ile birlikte uygulamanın hassas yönleri üzerinde durulmuştur. Özellikle darbe sayısı düzeltmelerinin zeminin izin verilebilir taşıma gücü üzerindeki etkisi Osmaniye, Adana, Mersin ve Denizli illerinde yapılan uygulamalar üzerinde ele alınmış ve sayısal örneklemeler ile yapılmayan düzeltmelerden dolayı meydana gelen hatalarının araştırma sonuçlarına etkileri vurgulanmıştır. İnceleme alanlarındaki uygulamalarda donut tipi şahmerdanın kullanıldığı, tij uzunluklarının genelde ≤ 3 m ile 3 – 4 m arasında değiştiği ve açılan kuyu çaplarının da 65 ile 115 mm arasında yer almakta olduğu belirlenmiştir. İncelemeler, numune alıcı tüpte iç gömlek kullanılmadığını ve dakikadaki vuruş sayılarının 25 ile 40 arasında değişmekte olduğunu ortaya koymuştur. Çalışmada, uygulama yerlerindeki koşullar ele alınarak düzeltmelerin yapılmadığı, sadece enerji düzeltmesinin yapıldığı ve enerji düzeltmesi ile tij uzunluğu düzeltmelerinin birlikte yapıldığı 3 farklı durum ortaya konulmuş ve bu farklı durumlar için izin verilebilir zemin taşıma gücü değerlerinin değişimleri incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: SPT, SPT düzeltmeleri, Zemin taşıma gücü.

EFFECT OF THE APPLICATION ERRORS UPON THE SOIL INVESTIGATION IN STANDART PENETRATION TEST (SPT)

ABSTRACT

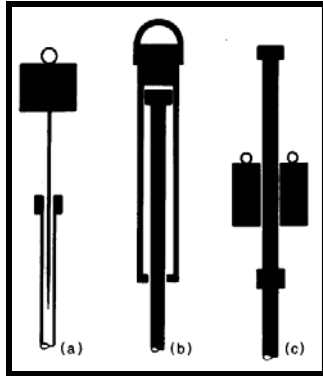
Standard Penetration Test (SPT) is one of the most common in situ test used to investigate the soil properties around the world. By using SPT values, it is possible to determine; bearing capacity, density condition, liquefaction resistance of the coarse grained soils and on the other hand consistency, strength of the fine grained soils are also possible. In this study, application of the test and the test details are underlined. Especially the effect of blow count corrections on calculations of allowable bearing capacities which were performed in Osmaniye, Adana, Mersin and Denizli cities were considered and the effect of non-corrections on the results were pointed out. During the studies, donut type hammer is used and rod lengths are either less than 3 m or between 3 and 4 m and diameters of the boreholes are ranged between 65 and 115 mm. It has been observed that used sampler without liners and blow counts per minutes are between 25 and 40. In this study three different cases which are non-corrected, only energy corrected, energy and rod length corrected, are investigated and effects of the results of these three cases on calculation of bearing capacities are also determined.

Key Words: SPT, SPT corrections, Soil bearing capacity.

1 GİRİŞ

Standart penetrasyon testi (SPT) örselenmemiş örnek alımının zor olduğu kum zeminler için geliştirilmiş bir arazi deney yöntemi olup siltli ve killi zeminlerde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu test, kuyu içine yerleştirilen SPT deney düzeneğinin 30 inç (76 cm) yükseklikten düşürülen 140 libre (63.5 kg) ağırlıktaki şahmerdan ile çakılması suretiyle zemin içine girmesi için gereken darbe sayıları elde edilerek gerçekleştirilir (Şekil 1). Deneyde, örnek alıcının zemin içerisine 18 inç (457 mm) girmesi için gereken vuruş sayısı yapılan her seviye için ayrı ayrı kaydedilir.

Uygulamalarda kullanılan ekipman ve deney prosedürlerinin SPT deney sonuçlarını etkilediği çeşitli araştırmacılarca bildirilmiştir [Sağlemer, 1979; Nixon, 1982; Coduto, 1994]. Bu açıdan özellikle darbe sayılarının düzeltilmesi, sonradan yapılacak mühendislik hesaplamaları açısından oldukça büyük önem taşımaktadır.



Şekil 1 - SPT deney düzeneği ve kullanılan şahmerdan tipleri

Deney sırasında sıklıkla kullanılan 3 esas şahmerdan tipi olup Türkiye'de yaygın olarak donut (halka) tipi şahmerdan kullanılmaktadır (Şekil 1). Şahmerdan tipleri;

- a- Çivili tip şahmerdan
- b- Güvenli (safety) tip şahmerdan
- c- Donut (halka) tipi şahmerdandır.

Donut tipi şahmerdan, çapı 8.8 cm ve yüksekliği 15 cm olan bir çakma başlığı üzerine düşürülmektedir.

2 SPT ARAZİ DARBE SAYILARI İÇİN DÜZELTME FAKTÖRLERİ

SPT ile elde edilen arazi darbe sayıları çeşitli parametrelerden etkilenmektedir. Bu parametrelerin büyük bir kısmı deney sırasında kullanılan ekipmanla ilgilidir. Bu bölümde, ele alınması gereken düzeltme faktörleri ve bu çalışmada incelenen uygulama alanlarında gözlenen hususlar ele alınmıştır.

2.1 Tij uzunluğu düzeltme faktörü (C_R)

Tij uzunluğundaki azalmaya bağlı olarak SPT arazi darbe sayılarının azaldığı bilinmektedir. Bu bakımdan numune alıcıya aktarılan enerjinin tij uzunluğuna bağlı olarak düzeltilmesi gerekmektedir. Farklı araştırmacılar tarafından önerilen düzeltme katsayıları Çizelge 1'de görülmektedir.

Çizelge 1 - Farklı araştırmacılar tarafından önerilen tij uzunluğu düzeltme faktörleri

Tij uzunluğu (m)	C_R		
	Skempton [1986]	Seed vd. [1985]	Youd ve Idriss [1997]*
< 3	-	0.75	-
3 – 4	0.75	1.0	0.75
4 – 6	0.85	1.0	0.85
6 – 9	0.95	1.0	0.95
> 9	1.0	1.0	-
9 – 30	-	-	1.0
> 30	-	-	< 1.0

* Sivrikaya ve Toğrol [2002]'den alınmıştır.

Bu çalışma kapsamında incelenen şehirlerde yapılan SPT deneylerinde kullanılan tijlerin yaygın olarak 1.5 m ve 3 m uzunluklarında oldukları belirlenmiştir. Bunun yanında 4 m uzunluğundaki tijlerin de çok yaygın olmasa da 1.5 ve 3 m'lik tijlerle birlikte kullanıldıkları görülmüştür.

2.2 Sondaj çapı düzeltme faktörü (C_B)

Sondaj çapının 115 mm'den büyük olduğu durumlarda SPT arazi değerlerinde düzeltme yapılması gerekmektedir. Sondaj çapı ile ilgili düzeltme faktörleri Çizelge 2'de görülmektedir.

Bu çalışma kapsamında incelenen şehirlerde yapılan SPT deneylerinde kuyu çaplarının 68 ile 115 mm arasında değiştiği belirlenmiştir.

Çizelge 2 - Sondaj çapı için düzeltme faktörleri
Skempton [1986].

Sondaj Kuyu Çapı (mm)	C _B
65 – 115	1.00
150	1.05
200	1.15

2.3 İç gömlek düzeltme faktörü (C_s)

Bilindiği gibi SPT deneyi, numune alıcı içinde kılıf kullanılarak ya da kullanılmadan yapılabilmektedir. Ancak kılıf olmadığında iç çap arttığından penetrasyon direnci de azalmaktadır. İç gömlek düzeltme faktörleri Çizelge 3'de görülmektedir.

Çizelge 3 - İç gömlek düzeltme faktörleri
[Bowles, 1988]

	C _s
İç gömlek kullanılmadığında	1.00
İç gömlek kullanıldığında (sıkı kum, kil)	0.80
İç gömlek kullanıldığında (gevşek kum)	0.90

Bu çalışma kapsamında incelenen şehirlerde yapılan SPT deneylerinde kullanılan numune alıcılarda iç gömlek kullanılmadığı belirlenmiştir.

2.4 Vuruş sayısı sıklığı düzeltme faktörü (C_{BF})

Bu düzeltme, kumlarda oluşan boşluk suyu basıncı etkilerini gidermek amacıyla uygulanmakta olup sadece yeraltı su seviyesi altındaki koşullar için geçerli olmaktadır. Düzeltme faktörleri N₆₀ değerine bağlı olarak değişmektedir (Çizelge 4). Tokmak vuruş sıklığı 30 – 40 vuruş/min için bu düzeltme değeri 1 olarak alınmaktadır.

Bu çalışma kapsamında incelenen şehirlerde yapılan SPT deneylerinde tokmak vuruş sayılarının 25 ile 45 arasında değiştiği görülmüştür.

Çizelge 4 - Kum zeminler için yapılması önerilen tokmak vuruş sayısı sıklığı düzeltme faktörleri [Decourt, 1990]

N ₆₀ '	Tokmak Vuruş Sayısı (vuruş/min)	C _{BF}
< 20	10 - 20	0.95
> 20	10 - 20	1.05

2.5 Örtü Yüğü Düzeltme Faktörleri (C_N)

SPT darbe sayılarının derinlik değerlerinden bağımsız olarak ortaya konulabilmesi için ölçülen SPT-N arazi değerleri 100 kPa'lık standart bir basınca göre düzeltilmektedir. Araştırmalar, killi zeminler için C_N düzeltmesinin önem taşımadığını ortaya koymuştur [Sivrikaya ve Toğrol, 2002]. Örtü yükü (σ_v' , kPa) düzeltme faktörleri her uygulama için mutlaka yapılması gereken düzeltmeler olup Çizelge 5'de önerilen farklı bağıntılar bir arada sunulmaktadır.

Farklı araştırmacılar tarafından ortaya konulmuş olan örtü yükü düzeltme faktörlerinin örtü yükü değerlerine bağlı olarak değişimleri Şekil 2'de görülmektedir. Özellikle 50 kPa ve daha büyük örtü yükü değerlerinde bağıntıların büyük çoğunluğunun birbirlerine yakın düzeltme değerleri verdikleri görülmektedir. (5) bağıntısı bu açıdan ele alındığında önerilen diğer bağıntılardan büyük farklılık sunmaktadır. Literatürde, Tokimatsu ve Yoshimi [1983] bağıntısının yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir.

2.6 Şahmerdan Verimi (Enerji Oranı, Er) Düzeltme Faktörü (C_E)

SPT-N değerini etkileyen en önemli parametre enerji düzeltmesi miktarıdır. Teorik olarak 63.5 kg ağırlığındaki bir kütlein 76 cm yükseklikten düşürülmesi ile 475 Joule'lük bir enerji oluşmaktadır. Ancak kayıplardan dolayı tijlere aktarılan enerji bu değere ulaşmamaktadır.

Düzeltme faktörü;

$$C_E = E_r / 60 \quad (1)$$

formülü ile tanımlanmaktadır.

Farklı araştırmacıların şahmerdan türüne bağlı olarak önermiş oldukları enerji oranı ve düzeltme faktörleri Çizelge 6'da gösterilmiştir.

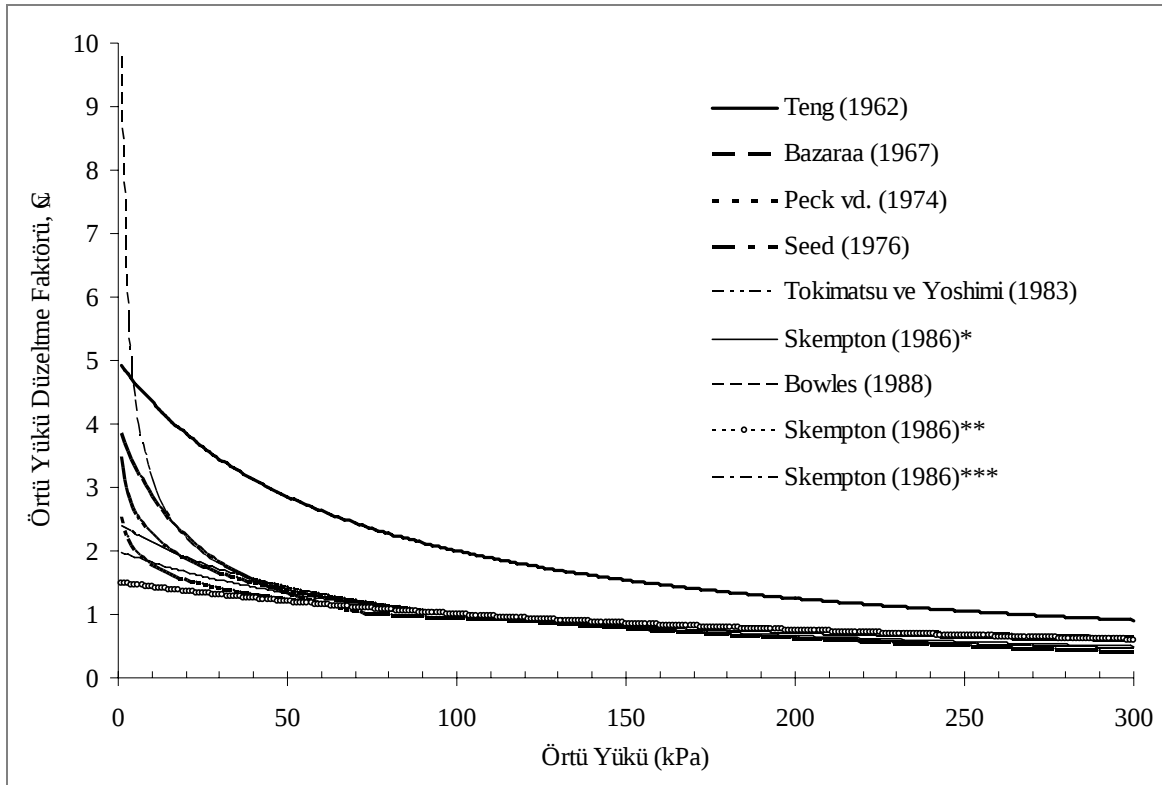
3 ZEMİN ARAŞTIRMALARINDA SPT-N DÜZELTMELERİNİN ÖNEMİ VE SONUÇLARA ETKİSİ

Zemin araştırmalarında SPT-N değerleri zeminin hem fiziksel ve hem de mekaniksel olarak tanımlanması amacıyla kullanılmaktadır. Ama esas önemli kullanımları yüzeysel temellerin taşıma güçlerinin belirlenmesi aşamasında ortaya çıkmaktadır. Yukarıda açıklanan düzeltmeler ile SPT-N değerlerinin aşağıda belirtilen ifadelerle gerçek değerlerine dönüştürülmesi gerekmektedir;

Çizelge 5 - Farklı araştırmacılar tarafından önerilen örtü yükü düzeltme faktörleri

Kaynak	Düzeltilme Faktörü (C_N)	
Teng [1962]*	$C_N = 50 / (10 + 0.15\sigma_v')$	(2)
	$C_N = 4 / (1 + 0.04\sigma_v')$ $\sigma_v' < 72$	(3)
Bazaraa [1967]*	$C_N = 4 / (3.25 + 0.01\sigma_v')$ $\sigma_v' > 72$	(4)
Peck vd. [1974]*	$C_N = 0.77 \cdot \log_{10} 2000 / \sigma_v'$	(5)
Seed [1976]*	$C_N = 1 - 1.25 \cdot \log_{10} 0.01\sigma_v'$	(6)
Tokimatsu ve Yoshimi [1983]	$C_N = 1.7 / (0.7 + 0.01\sigma_v')$	(7)
Liao ve Whitman [1986]	$C_N = (1 / 0.01\sigma_v')^{0.5}$	(8)
	$C_N = 2 / (1 + 0.01\sigma_v')$ orta sıkı ince kumlar	(9)
Skempton [1986]	$C_N = 3 / (2 + 0.01\sigma_v')$ sıkı kaba kumlar	(10)
	$C_N = 1.7 / (0.7 + 0.01\sigma_v')$ sıkı ince kumlar	(11)
Bowles [1988]	$C_N = (95.76 / \sigma_v')^{0.5}$	(12)

* Sivrikaya ve Toğrol [2002]'den alınmıştır.

**Şekil 2** - Farklı araştırmacılar tarafından önerilmiş olan örtü yükü düzeltme faktörleri

Çizelge 6 - Şahmerdan enerji oranı ve enerji düzeltme faktörlerinin şahmerdan tiplerine bağlı olarak değişimleri

Kaynak	Tokmak Tipi	E _r (%)	C _E
Seed vd. [1984]*	Otomatik	78	1.30
	Güvenli	60	1.00
	Halka (Donut)	45	0.75
Seed vd. [1985]	Halka (Donut)	45	0.75
	Güvenli	60	1.00
	Trip	100	1.67
Youd ve Idriss [1997]*	Halka (Donut)	30–60	1.50-1.00
	Güvenli	42–72	0.70-1.20
	Otomatik-trip halka	48-78	0.80-1.00

* Sivrikaya ve Toğrol (2002)'den.

$$N_{60} = N \cdot C_E \cdot C_B \cdot C_R \cdot C_S \cdot C_{BF} \quad (13)$$

$$N_{60} = N \cdot C_N \cdot C_E \cdot C_B \cdot C_R \cdot C_S \cdot C_{BF} = N_{60} \cdot C_N \quad (14)$$

Burada;

N₆₀ = Teorik serbest düşme, tokmak enerjisinin % 60'ına göre düzeltilmiş vuruş sayısı,

N₆₀ = Teorik serbest düşme, tokmak enerjisinin % 60 ve efektif düşey gerilme 100 kPa değerine göre düzeltilmiş vuruş sayısıdır.

Türkiye'de yaygın olarak kullanılan donut tipi şahmerdanlar için enerji düzeltme oranı % 45 ve düzeltme faktörü 0.75 olarak alınmaktadır.

Bu çalışmada, Osmaniye, Adana, Mersin ve Denizli illerindeki sondaj uygulamaları ve uygulamalarda kullanılan makine-teçhizat özellikleri ele alınarak SPT darbe sayıları ile ilgili düzeltmeler için 3 durum oluşturulmuştur. 1. durum için hiçbir düzeltme yapılmamış, 2. durum için sadece enerji düzeltmesi yapılmış ve 3. durumda ise hem enerji ve hem de tij uzunluğu düzeltmesi yapılmıştır. Oluşturulan durumlara ait düzeltmeler ve elde edilen düzeltme çarpanları Çizelge 7'de gösterilmiştir.

Oluşturulan durumlar için yapılan düzeltmeler SPT-N değerlerinin 5 ile 40 arasında değiştiği koşullar için ele alınarak incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 8'de sunulmuştur. Çizelge 8'de de görüldüğü gibi SPT – N değerleri büyüdükçe düzeltilmemiş SPT – N değerleri ile düzeltilmiş SPT darbe sayıları arasındaki fark da büyümektedir.

Çizelgeden 2. durum düzeltme ile 3. durum düzeltme değerleri arasındaki büyük farklılıklar da görülebilmektedir. Şekil 3, öngörülen 3 durum için düzeltilmiş (N₆₀) ve düzeltilmemiş SPT (SPT-N) değerlerinin değişimlerini bir arada sunmaktadır.

Çizelge 7 - Oluşturulan durumlar için yapılan düzeltmeler ve düzeltme çarpanları

	Düzeltilme Faktörleri					Düzeltilme Çarpanı
	C _E	C _B	C _R	C _S	C _{BF}	
1. Durum	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2. Durum	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75
3. Durum	0.75	1.00	0.75	1.00	1.00	0.56

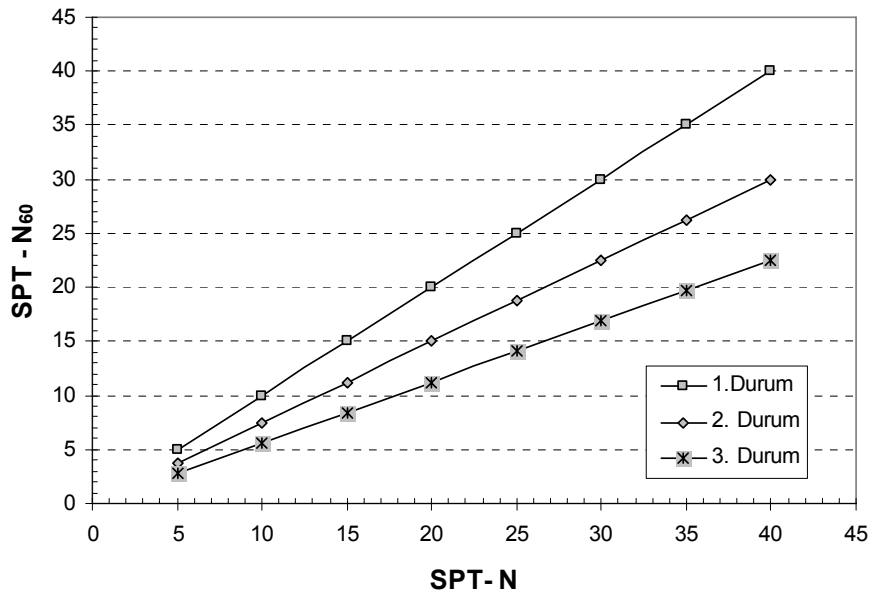
Çoğu kez mühendislik probleminin çözümünde SPT darbe sayılarına bağlı olarak iri taneli zeminlerin sıklıkları ve ince taneli zeminlerin kıvamları arasında ortaya konulmuş ilişkilerden de faydalanılmaktadır. Ancak uygulamalarda yanlış yapılan veya yapılmayan SPT darbe sayısı düzeltmeleri nedeniyle bu ilişkilerin sorgulanması sırasında da hatalı sonuçlar elde edilmektedir. Örneğin düzeltilmemiş SPT darbe sayısı 25 olan bir zemin Çizelge 9'a göre "Çok katı" zemin sınıfında yer alırken, 3. durum düzeltmesi yapıldığında 14.06 değeri ile "Katı" zemin sınıfında yer alacaktır. Benzer durum iri taneli zeminlerin sıklık değerlendirmeleri için de geçerli olmaktadır.

4 SPT DÜZELTMELERİNİN ZEMİN TAŞIMA GÜCÜ HESAPLAMALARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

SPT darbe sayılarına bağlı taşıma gücü analizlerinde literatürde yaygın olarak karşılaşılan eşitlikler Çizelge 10'da görülmektedir.

Çizelge 8 - Hesaplama yapılan durumlar için SPT – N değerlerinin değişimleri

Durumlar	SPT-N Değerleri							
	5	10	15	20	25	30	35	40
1. Durum (N)	5	10	15	20	25	30	35	40
2. Durum (N)	3.75	7.5	11.25	15	18.75	22.5	26.25	30
3. Durum (N)	2.81	5.62	8.44	11.25	14.06	16.87	19.69	22.50
En Küçük Fark	1.25	2.50	3.75	5.00	6.25	7.50	8.75	10.0
En Büyük Fark	2.19	4.38	6.56	8.75	10.94	13.13	15.31	17.5

**Şekil 3** - Düzeltilmemiş (SPT-N) ve düzeltilmiş (N₆₀) SPT darbe sayılarının ön görülen düzeltme durumları için değişimleri**Çizelge 9** - SPT-N değerleri ile killerin kıvam dereceleri arasındaki ilişki [Das, 1988]

SPT-N	Kıvam Tanımı	Serbest basınç dayanımı	
		kN/m ²	kg/cm ²
0 - 2	Çok yumuşak	0 - 25	0 - 0.25
2 - 4	Yumuşak	25 - 50	0.25 - 0.50
4 - 8	Orta katı	50 - 100	0.50 - 1.00
8 - 16	Katı	100 - 200	1.00 - 2.00
16 - 32	Çok katı	200 - 400	2.00 - 4.00
> 32	Sert	> 400	> 4.00

Çizelge 10 – SPT darbe sayılarına bağlı olarak zemin taşıma gücü değerlerinin belirlenmesinde kullanılan eşitlikler

Meyerhof [1956]		
$q_a = 12N * k_d$	$B \leq 1.22$ m ise	(kN/m ²) (15)
$q_a = 8N * \left(\frac{B + 0.305}{B} \right)^2 * k_d$	$B > 1.22$ m ise	(kN/m ²) (16)
Bowles [1988]		
$q_a = 20N * k_d$	$B \leq 1.22$ m ise	(kN/m ²) (17)
$q_a = 12.5N * \left(\frac{B + 0.305}{B} \right)^2 * k_d$	$B > 1.22$ m ise	(kN/m ²) (18)
Terzaghi ve Peck [1967]		
$q_a = N / 0.05$	$B \leq 1.22$ m ise	(kN/m ²) (19)
$q_a = \frac{N}{0.08} * \left(\frac{B + 0.3}{B} \right)^2 * k_d$	$B > 1.22$ m ise	(kN/m ²) (20)

Buralarda;

q_a : izin verilebilir taşıma gücü

N : 30 cm zemine giriş için SPT darbe sayısı

B : temel genişliği (m)

D : temel derinliği (m)

$$k_d = 1 + 0.33 * \left(\frac{D}{B} \right) \leq 1.33 \quad (21)$$

olarak ifade edilmektedir.

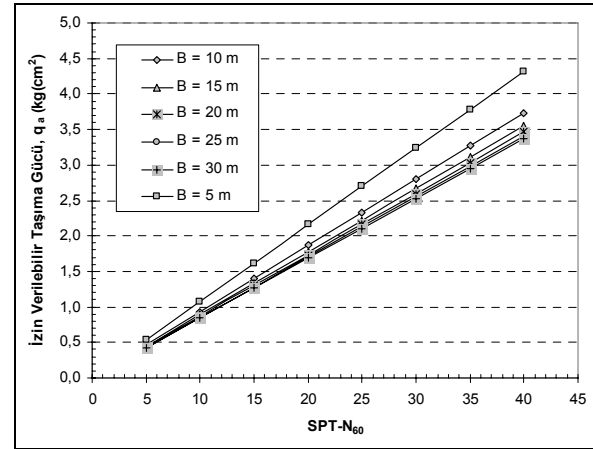
Bu bağıntılar, kumlu zeminlerde yer alan temeller ve oturmanın 25 mm olduğu koşul için geliştirilmişlerdir. Aynı şekilde eşitliklerde temel kısa kenar uzunluğunun 1.22 m olduğu bir eşik değer elde edilmiştir (Şekil 4).

Temel kısa kenar uzunluğunun bu eşik değerden itibaren artmasına karşılık izin verilebilir taşıma gücü değerlerinin belirgin bir şekilde düştüğü görülmektedir. Şekil 5, farklı temel boyutları için elde edilen izin verilebilir taşıma gücü değerlerinin değişimlerini göstermektedir. Bu düşüşün esas nedeni de hesaplamalarda koşul olarak alınan 25 mm'lik oturma sınırıdır.

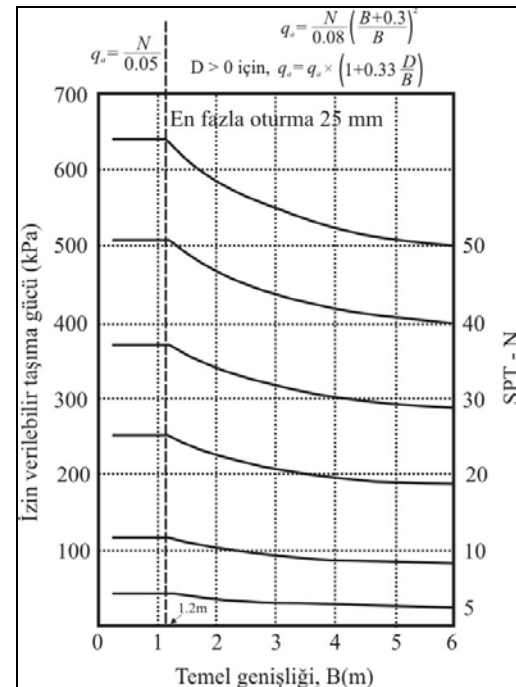
Terzaghi ve Peck [1967] tarafından önerilen hesap yönteminin yeraltı su tablasının temel derinliğinden itibaren en az 2B derinlikte olması koşulu için geçerli olduğu unutulmamalıdır.

Bu çalışma ile incelenen şehirlerdeki uygulamalar ele alınarak oluşturulan durumlar için farklı araştırmacılar tarafından önerilmiş olan izin verilebilir taşıma gücü değerleri

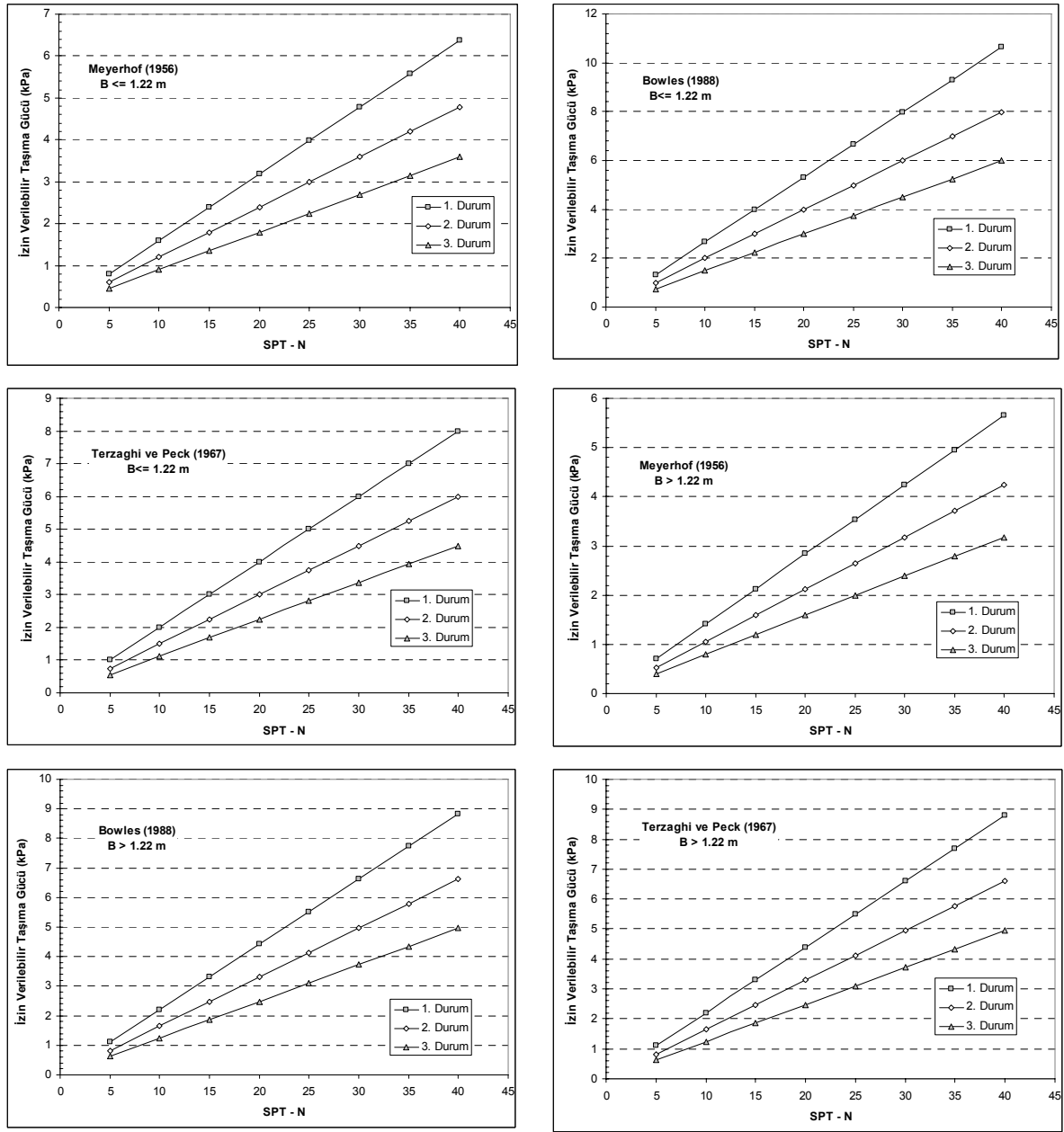
belirlenmiş ve yorumlanmıştır. Yapılan tüm hesaplamalarda temel derinliği 3 m olarak alınmış ve hesaplamalara ait sonuçlar Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 4 - SPT darbe sayısı ile izin verilebilir taşıma gücü değerleri arasındaki ilişki [Terzaghi ve Peck, 1967]



Şekil 5 - Temel boyutundaki artışa karşılık izin verilebilir taşıma gücü değerlerinin azalması ilişkisi (hesaplamalarda D_f , 3 m olarak alınmıştır)



Şekil 6 - Oluşturulan farklı SPT darbe sayısı düzeltme durumları için izin verilebilir taşıma gücü değerlerinin farklı yöntemlere göre değişimleri

Şekil 6, Terzaghi ve Peck [1967] ile Bowles [1988] yöntemlerinden elde edilen sonuçların birbirlerine yakınlığını ve sonuçların Meyerhof [1956] yöntemi ile olan farklılıklarını ortaya koymaktadır. Çoğu kez eleştirilere konu olmuş bu durum günümüzde de tercih edildiği şekilde Meyerhof [1956] yönteminin kullanılabilirliğini daha ön plana çıkarmıştır.

5 SONUÇLAR

Standart penetrasyon testi, zemin araştırmalarında kullanılan eski ve yaygın yöntemlerden en önemlisi olarak günümüzde de geçerliliğini korumaktadır. Uygulama detaylarının hassas olması, bu deney ile yapılacak zemin araştırmalarından elde edilecek sonuçların değerlendirilmesi sırasında hataların oluşmasına neden olabilmektedir. Uygulamalarda yapılması gereken darbe sayısı düzeltmeleri için deneyde kullanılan makine ve teçhizatın donanım özelliklerinin ayrıntılı olarak bilinmesi gerekmektedir. Bu çalışmada ele alınan Osmaniye, Adana, Mersin ve Denizli illerindeki uygulamalarda donut tipi şahmerdanın kullanıldığı, tij uzunluklarının genelde ≤ 3 m ile 3 – 4 m arasında değiştiği ve açılan kuyu çaplarının da 65 ile 115 mm arasında yer almakta olduğu belirlenmiştir. İncelemeler, numune alıcı tüpte iç gömlek kullanılmadığını ve dakikadaki vuruş sayılarının 25 ile 40 arasında değişmekte olduğunu ortaya koymuştur. İncelenen uygulama yerlerindeki koşullar ele alınarak düzeltmelerin yapılmadığı, sadece enerji düzeltmesinin yapıldığı ve enerji düzeltmesi ile tij uzunluğu düzeltmelerinin birlikte yapıldığı 3 farklı durum ortaya konulmuş ve bu farklı durumlar için izin verilebilir zemin taşıma gücü değerlerinin değişimleri incelenmiştir. Her üç durum için taşıma gücü değerleri arasında büyük farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Sadece düzeltmelerden kaynaklanan bu farklılıklar yanında seçilen hesaplama yöntemleri açısından da farklılıklar olduğu görülmüştür. Uygulamalarda deney detayları, hangi düzeltmelerin yapılacağı ve hangi hesaplama yöntemlerinin kullanılacağını belirlemek mühendislik tasarımları açısından büyük önem taşımaktadır.

DSİ Notu - DSİ uygulamalarında iç tüplü sempler için düzeltme katsayısı 1,0, iç tüpü olmayan sempler için düzeltme katsayısı 1,2 olarak alınmaktadır. Ayrıca, deneyde AW tij kullanılmaktadır.

6 KAYNAKLAR

- [1] Bowles, J.E., Foundation Analysis and Design, McGraw-Hill Publication, USA, 1004p, 1988.
- [2] Coduto, D.P., Foundation Design: Principles and Practice, Prentice-Hall, USA, 1994.
- [3] Decourt, L., The Standard Penetration Test: State of the Art Report, Norwegian Geotechnical Ins. Publication, No. 179, Norway, 1990.
- [4] Liao, S.S. and Whitman, R.V., "Overburden Correction Factors for SPT in Sand", *ASCE Journal of Geotechnical Engineering*, 112 (3), 373 – 377, 1986.
- [5] Meyerhof, G.G., "Shallow Foundations", *JSM FD ASCE Vol 91*, 21-31, 1956.
- [6] Nixon, I.K., Standard Penetration Test: State of The Art Report, Proc. 2nd, ESOPT, Amsterdam, 1982.
- [7] Sağlamer, A., "Standart Penetrasyon Deneyi Nedir, Ne Değildir", *Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği Türk Milli Komitesi Bülteni*, 1, 4, 267-271, 1979.
- [8] Seed, H.B., Tokimatsu, K., Harder, L.F., Chung, R.M., "Influence of SPT Procedures in Soil Liquefaction Resistance Evaluations", *ASCE Journal of Geotechnical Engineering*, 111i 12, 1425 – 1445, 1985.
- [9] Sivrikaya, O., Toğrol, E., "Standart Penetrasyon Deneyinin Türkiye'deki Uygulaması", *Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği 9. Ulusal Kongresi Bildiriler Kitabı*, 158 – 167, Eskişehir, 2002.
- [10] Skempton, A.W., "Standard Penetration Test Procedures and the effects in Sands of Overburden Pressure, Relative Density, Particle Size, Aging and Overconsolidation", *Geotechnique*, 36, 3, 425-447, 1986.
- [11] Terzaghi, K., Peck, R.B., Soil Mechanics in Engineering Practice, John Wiley & Sons Publication, 729 s., NewYork, 1967.
- [12] Tokimatsu, K. and Yoshimi, Y., "Empirical Correlation of Soil Liquefaction Based on SPT-N Value and Fines Content", *Soil and Foundations*, 23 (4), 56 – 74, 1983.

DSİ TEKNİK BÜLTENİ BİLDİRİ YAZIM KURALLARI

1. DSİ Teknik Bülteninde, konusu DSİ faaliyetlerini yakından ilgilendiren ve gönderilen yazılar arsında Yayın Kurulu tarafından seçilmiş mühendislik yazıları yayınlanır. Telif yazılarının, daha önce, DSİ Teknik Personelinin büyük kısmının veya tamamının okuması muhtemel yayın organlarında yayınlanmamış ve bu hususun yazar tarafından beyan edilmiş olması gereklidir.
2. Tercüme yazıların yazarının ve yayınlandığı derginin çeviren tarafından bildirilmesi gerekir.
3. Gönderilen telif ve tercüme yazılar kolay anlaşılır dilde ve Türkçe kurallarına uygun şekilde yazılmış olmalıdır.
4. Yazıların teknik sorumluluğu yazarına aittir (yazılardaki verilerin kullanılması sonucu oluşabilecek maddi ve manevi problemlerde muhatap yazardır).
5. Yayın Kurulu, yazılar üzerinde gerekli gördüğü düzeltme ve kısaltmaları yapar. Telif yazılarının basımına öncelik verir
6. Bildiriler bilgisayarda Microsoft Word olarak bir satır aralıkla yazılmalı ve Arial 10 fontu kullanılmalıdır. Bildiriler A4 normundaki kâğıdın sol tarafından 25 mm, sağ tarafından 25 mm, üzerinden 25 mm ve altından 25 mm boşluk bırakarak sağlanmalıdır.
7. Sadece ilk sayfada, yazı alanı başlangıcından sola dayalı olarak, italic 10 fontunda Arial kullanılarak ilk satıra “*DSİ Teknik Bülteni*” yazılmalıdır.
8. Konu başlığı: Yazı alanı ortalanarak, “*DSİ Teknik Bülteni*” yazısından sonra dört satır boş bırakıldıktan sonra Arial 12 fontu kullanılarak büyük harflerle koyu yazılmalıdır.
9. Yazar ile ilgili bilgiler: Adı (küçük harf), soyadı (büyük harf), yazarın unvanı ile bağlı olduğu kuruluş (alt satıra) ve elektronik posta adresi (alt satıra) başlıktan iki boş satır sonra ilk yazardan başlamak üzere Arial 10 fontu ile yazı alanı ortalanarak yazılmalıdır. Diğer yazarlar da ilk yazar gibi bilgileri bir boşluk bırakıldıktan sonra yazılmalıdır.
10. Türkçe özet, elektronik posta adresinden iki boş satır sonra, özetten bir boş satır sonra ise anahtar kelimeler verilmelidir. Aynı şekilde, Türkçe anahtar kelimelerden iki boş satır sonra İngilizce özet, bir boş satır sonra ise anahtar kelimeler verilmelidir.
11. Bölüm başlıkları yazı alanı sol kenarına dayandırılarak Arial 10 fontu kullanılarak koyu ve büyük harfle yazılmalı. Bölüm başlığının üzerinde bir boş satır bulunmalıdır.
12. Ara başlıklar satır başında başlamalı, üstlerinde bir boş satır bulundurulmalıdır. Birinci derecedeki ara başlıktaki bütün kelimeler büyük harflerle başlamalı ve koyu harflerle Arial 10 fontunda yazılmalı. İkinci ve daha alt başlıklar normal harflerle Arial 10 fontu ile koyu yazılmalıdır.
13. Yazılar kağıda iki sütun olarak yazılmalı ve sütun aralarındaki boşluk 10 mm olmalıdır.
14. Paragraf sola dayalı olarak başlamalı ve paragraflar arasında bir boş satır bırakılmalıdır. Sayfa sonunda başlayan bir paragrafın son iki satırı sayfaya sığmıyorsa böyle paragraflar bir sonraki sayfaya aktarılmalıdır.

15. Eşitlikler bilgisayarda yazılmalı ve numaralandırılmalıdır. Eşitlik numaraları sayfanın sağına oturtulmalı ve parantez içinde yazılmalıdır. Her eşitlik alttaki ve üstteki yazılardan bir boş satır ile ayrılmalıdır. Eşitliklerde kullanılan bütün semboller eşitlikten hemen sonraki metinde tanımlanmalıdır.
16. Sayısal örnekler verildiği durumlarda SI veya Metrik sistem kullanılmalıdır.
17. Tercüme veya derleme yazılarda geçen ölçüler SI veya metrik sisteme çevrilmelidir. Tercüme sırasında kullanılan teknik terimlerin Türkçe ve çevrildiği dildeki karşılıklarını gösterir bir teknik terim listesi eklenmelidir
18. Yararlanılan kaynaklar metinde kaynağın kullanıldığı yerde köşeli parantez içersinde numaralı veya [Yazarın soyadı, basım yılı] olarak belirtilmelidir. Örneğin: “..... basamaklı dolusavaklar için geometri ve formüller [1]” veya basamaklı dolusavaklar için geometri ve eşitlikler [Aktan 1999]” gibi.
19. Kaynaklar yazar soyadlarına göre sıralanmalı, listelenirken yazar (veya yazarların) soyadı, adının baş harfi, kaynağın ismi, yayınlandığı yer, yayın no, yayınevi, ülke, yayın tarihi ve No'su belirtilerek, köşeli parantez içersinde numaralandırılmalı ve yazarken soldan itibaren 0,75 cm asılı paragraf şeklinde yazılmalıdır. Makale başlıkları çift tırnak içine alınmalı, kitap isimlerinin altı çizilmelidir. Bütün kaynaklara metin içinde atıf yapılmalıdır.
20. Çizelgeler, şekiller, grafikler ve resimler yazı içersine en uygun yere gelecek şekilde yerleştirilmelidir. Fotoğraflar net çekilmiş olmalıdır. Şekil ve grafikler üzerine el yazısı ile ekleme yapılmamalıdır. Büyütme ve küçültme durumu göz önüne alınmalıdır.
21. Bildirinin tamamı 20 sayfayı geçmemeli, şekil, çizelge, grafik ve fotoğraflar yazının 1/3'ünden az olmalıdır.
22. Sayfa numarası, sayfaların karışmaması için sayfa arkalarına kurşun kalem ile hafifçe verilmelidir.
23. Yazım kurallarına uygun olarak basılmış bildirinin tam metni hem A4 kâğıda baskı şeklinde (2 adet) hem de dijital ortamda (CD veya DVD) yazışma adresine gönderilmelidir.
24. Yayınlanan bütün yazılar için "Kamu Kurum ve kuruluşlarınca ödenecek Telif ve işlenme ücretleri Hakkındaki yönetmelik" hükümleri uygulanır.
25. Bildiriyi gönderen yazarlar yukarıda belirtilenleri kabul etmiş sayılırlar.
26. Yazışma adresi aşağıda verilmiştir:

DSİ TEKNİK BÜLTENİ

DSİ Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol (TAKK) Dairesi Başkanlığı

06100 Yücetepe ANKARA

Tel (312) 399 2793

Faks (312) 399 2795

E-posta bulten@dsi.gov.tr

http://www.dsi.gov.tr/kutuphane/dsi_teknik_bulten.htm